

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

В Е С Т Н И К травматологии и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА

2023 том 30 №2

N.N. Priorov Journal
of Traumatology
and Orthopedics

2023 Volume 30 Issue 2

УЧРЕДИТЕЛЬ:

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

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

ИЗДАТЕЛЬ

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

РЕКЛАМА

Отдел рекламы
Тел.: +7 (968) 545 78 20
E-mail: adv2@eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ

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

АДРЕС РЕДАКЦИИ

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

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через интернет:
www.journals.eco-vector.com/
www.pressa-rf.ru

ИНДЕКСАЦИЯ

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

Оригинал-макет изготовлен

ООО «Эко-Вектор».

Корректор: *С.И. Яли*

Верстка: *Ф.А. Игнащенко*

Обложка: *Ф.А. Игнащенко*

Сдано в набор 29.08.2023.

Подписано в печать 07.09.2023.

Формат 60 × 88/8. Печать офсетная.

Печ. л. 17,5. Усл. печ. л. 16,3.

Уч.-изд. л. 9,5. Тираж 500 экз.

Отпечатано в ООО «Типография Фурсова».

196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 69.

ISSN 0869-8678 (Print)

ISSN 2658-6738 (Online)

Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

Том 30 | Выпуск 2 | 2023

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алиев М.Б.Д. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Москва, Россия

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

Бодрова Р.А. — д-р мед. наук, доцент, КГМА — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Казань, Россия

Буйлова Т.В. — д-р мед. наук, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

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

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

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

Гуща А.О. — д-р мед. наук, ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия

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

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

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

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

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

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

Коновалов Н.А. — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия

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

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

Лежнев Д.А. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, Москва, Россия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Салтыкова В.Г. — д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия

Сергеев Н.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «РНЦРП» Минздрава России, Москва, Россия

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

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

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

Хубутия М.Ш. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

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

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

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

Кириенко А. — Клинический институт, Роццано, Италия

Чаудхари М. — Госпиталь Чодри, Акола, Индия

Миткович М.Б. — проф. Нишский университет, Ниш, Сербия

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

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

Кавагути Е. — Университет Токая, Япония

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

FOUNDER:

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

PUBLISHER

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky
pereulok, 191186, Saint Petersburg,
Russian Federation

E-mail: info@eco-vector.com

WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (968) 545 78 20

E-mail: adv2@eco-vector.com

EDITORIAL OFFICE

Executive editor

Diana A. Trukhina

Email: vto@eco-vector.com

Phone: +7 (967) 153-70-05

EDITORIAL OFFICE ADDRESS

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

SUBSCRIPTION

For print version:

www.journals.eco-vector.com

INDEXATION

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

TYPESET

complete in Eco-Vector

Proofreader: *S.I. Yali*

Layout editor: *Ph. Ignashchenko*

Cover: *Ph. Ignashchenko*

ISSN 0869-8678 (Print)

ISSN 2658-6738 (Online)

N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics

Volume 30 | Issue 2 | 2023

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

EDITOR-IN-CHIEF

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EXECUTIVE SECRETARY

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

EDITORIAL BOARD

Aliev M.B.D. — M.D., Professor, academician of the Russian Academy of Sciences, National Medical Research Center for Radiology, Moscow, Russia.

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

Bodrova R.A. — MD, Professor, KSMA — Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russia.

Buylova T.V. — MD, N.I. Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University (UNN), Nizhny Novgorod, Russia

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

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

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

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

Gushcha A.O. — Research Center of Neurology, Moscow, Russia.

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

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

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

Ivanov P.A. — MD, docent, Scientific Research Institute for Emergency Medicine named after N.V. Sklifosovsky of the Moscow City Health Department, Moscow, Russia.

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

Karpenko V.Y. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

Konovalov N.A. — MD, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia.

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

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

Lezhnev D.A. — MD, Professor, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia.

Machak G.N. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Saltykova V.G. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia.

Sergeev N.I. — MD, Professor, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology (RSCRR), Moscow, Russia.

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

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

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

Khubutiy M.S. — MD, Professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Research Institute for Emergency Medicine named after N.V. Sklifosovsky of the Moscow City Health Department, Moscow, Russia.

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

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

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

Kirienko A. — Clinical Institute, Rozzano, Italy.

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

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

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

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

Kawaguchi Y. — Toyama University, Toyama, Japan.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

И.К. Ерёмин, А.А. Данильянц, Е.В. Огарёв, Н.В. Загородний

Функциональные состояния тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде при эндопротезировании прямым передним доступом с кожным разрезом «бикини» 131

А.В. Соколовский, В.А. Соколовский, Г.Н. Мачак, И.Н. Петухова, А.А. Курильчик, А.А. Жеравин

Отдалённые результаты профилактики и лечения перипротезной инфекции в онкоортопедии 143

И.Ж. Осмоналиев, М.Г. Бильгильдеев, Х.Х. Эргашев, Р.В. Абдурахманов, Р.Ф. Байкеев

Шкалы оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза 161

Д.Ю. Усачёв, А.Г. Назаренко, Н.А. Коновалов, А.А. Докукин, О.И. Шарипов,

П.Л. Калинин, М.А. Шульц, А.А. Сычёв, А.И. Баранич

Метод интегральной оценки эффективности работы нейрохирургической клиники на основе оценки степени достижения ключевых показателей деятельности 175

С.В. Андреев, М.Б. Цыкунов

Изменение нейромышечных, скелетных и связанных с движением функций у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации 187

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

А.В. Филиппова, О.Г. Хурцилава, Д.А. Пташников

Опыт применения индивидуального резекционного блока «5 в 1» при выполнении тотального эндопротезирования коленного сустава 199

О.А. Алексанян, Г.А. Чрагян, С.В. Каграманов, Р.А. Ханмуратов, Н.В. Загородний

Применение индивидуального вертлужного компонента при дефекте вертлужной впадины: клинический случай 209

ОБЗОРЫ

Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников, В.Г. Асатрян, Н.Д. Щербатов

Патогенетические и клинические аспекты остеоартроза и остеоартроз-ассоциированных дефектов хряща коленного сустава с позиций представлений о роли субхондральной кости 219

И.О. Голубев, М.В. Меркулов, В.Д. Кузнецов, О.М. Бушуев, И.А. Кутепов, Г.Г. Балюра

Лечение внутрисуставных переломов и переломовывихов в проксимальном межфаланговом суставе пальцев кисти в остром и отдалённом периодах травмы 233

А.А. Кулешов, А.Н. Шкарубо, В.А. Шаров, М.С. Ветрилз, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров

Зубовидная кость второго шейного позвонка: история и современные подходы к лечению. Обзор литературы. Часть 2 245

ЮБИЛЕИ

Поздравляем профессора Н.С. Гаврюшенко с 80-летием! 259

Поздравляем А.А. Кулешова с 60-летием! 263

CONTENTS

ORIGINAL STUDY ARTICLES

Ivan K. Eremin, Armen A. Daniliyants, Egor V. Ogarev, Nikolai V. Zagorodniy

Functional states of the hip joint in the early postoperative period
with direct anterior arthroplasty with a skin incision «bikini» 131

*Anatolii V. Sokolovskii, Vladimir A. Sokolovskii, Gennadii N. Machak, Irina N. Petukhova,
Alexandr A. Kurilchik, Alexandr A. Geravin*

Long-term results of periprosthetic infection prevention and treatment in oncoorthopedics 143

*Ikar Zh. Osmonaliyev, Murat G. Bilgildeev, Khalim Kh. Ergashev,
Rakhmonzhon V. Abdurakhmanov, Rustem F. Baikeev*

Morphometric scale of readiness of the limb stump for prosthetics and assessment
of the technical condition of the operated prosthesis 161

*Dmitry Yu. Usachev, Anton G. Nazarenko, Nikolai A. Konovalov, Alexander A. Dokukin, Oleg I. Sharipov,
Pavel L. Kalinin, Maria A. Shults, Alexander A. Sychev, Anastasia I. Baranich*

The method of integral evaluation of the efficiency of the neurosurgical clinic based
on the assessment of the degree of achievement of key performance indicators 175

Sergei V. Andreev, Mikhail B. Tsykunov

Changes in neuromuscular, skeletal and movement-related functions in children
with dorsalgia during medical rehabilitation 187

CLINICAL CASES

Anastasia V. Filippova, Otari G. Khurtsilava, Dmitrii A. Ptashnikov

Experience of use of the individual cutting block «5 in 1» using total knee arthroplasty 199

Ovakim A. Aleksanyan, Gamlet A. Chragyan, Sergey V. Kagramanov, Ruslan A. Khanmuradov, Nikolay V. Zagorodniy

The use of an individual acetabular component for acetabular defect: a clinical case 209

REVIEWS

*Gennadiy P. Kotelnikov, Yuriy V. Lartsev, Dmitry S. Kudashev, Sergey D. Zuev-Ratnikov,
Vardan G. Asatryan, Nikita D. Shcherbatov*

Pathogenetic and clinical aspects of osteoarthritis and osteoarthritis-associated defects
of the cartilage of the knee joint from the standpoint of understanding the role of the subchondral bone 219

*Igor O. Golubev, Maksim V. Merkulov, Vasiliy D. Kuznetsov, Oleg M. Bushuev,
Ilya A. Kutepov, Grigoriy G. Baliura*

Treatment of intra-articular fractures and fracture-dislocations fingers
of the wrist in acute and long-distant periods 233

*Alexander A. Kuleshov, Alexey N. Shkarubo, Vladislav A. Sharov, Marchel S. Vetrile,
Igor N. Lisyansky, Sergey N. Makarov*

Os odontoideum of C₂ vertebra: History and current options to treatment. Literature review. Part 2 245

ANNIVERSARY

Congratulations to Professor Nikolay S. Gavriushenko on his 80th anniversary! 259

Congratulations to Alexander A. Kuleshov on his 60th anniversary! 263

Open Access online

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321177>

Функциональные состояния тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде при эндопротезировании прямым передним доступом с кожным разрезом «бикини»

И.К. Ерёмин¹, А.А. Данильянц², Е.В. Огарёв³, Н.В. Загородний^{3,4}¹ ООО «Нейро-клиника», Москва, Российская Федерация;² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация;³ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;⁴ Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В последние годы распространённость коксартроза у лиц в возрасте 18 лет и старше достигает 13%. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава рассматривается в качестве золотого стандарта лечения поздних стадий коксартроза и других патологий тазобедренного сустава. В связи с более частым выполнением вмешательства в последние годы и растущими ожиданиями пациентов выбор оптимального доступа позволит улучшить результаты применения этого метода лечения. Однако ввиду нехватки статистических данных о качественном отличии послеоперационного состояния пациентов при использовании различных доступов в процессе выполнения эндопротезирования тазобедренного сустава отсутствует единое мнение в вопросе выбора оптимального доступа.

Цель. Провести сравнительную оценку функциональных состояний тазобедренного сустава в послеоперационном периоде после эндопротезирования с применением прямого переднего и прямого бокового доступов.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 163 пациента с коксартрозом, в том числе 71 мужчина и 92 женщины, которые впоследствии были разделены на 2 группы: сравнения и основную. Для исследования эффективности предложенного подхода к эндопротезированию использовали результаты динамической оценки функционального состояния поражённого сустава с помощью шкалы Barthel, теста «Встань и иди», альгофункционального индекса Лекена, шкалы Harris Hip Score, опросника Health Assessment Questionnaire. Статистический анализ результатов настоящего исследования был выполнен с помощью пакетов программного обеспечения StatSoft Statistica 10 и Microsoft Excel 2016. Межгрупповые сравнения по количественным показателям проводились с использованием рангового непараметрического критерия Манна–Уитни в случае непараметрического распределения значений показателей и/или значительной разницы дисперсий в группах.

Результаты. Полученные данные свидетельствовали, что в послеоперационном периоде применение прямого переднего доступа при эндопротезировании тазобедренного сустава ассоциировано с более быстрым восстановлением функциональности тазобедренного сустава и меньшей длительностью стационарного этапа лечения по сравнению с прямым боковым доступом, что было подтверждено статистически значимыми межгрупповыми различиями.

Заключение. Клиническая эффективность использования прямого переднего доступа проявляется статистически значимо ($p < 0,05$) более высокими показателями шкалы самообслуживания Barthel, результатами теста «Встань и иди» через 2–6 недель после операции, а также лучшей динамикой показателей опросника Harris Hip Score, индекса Лекена и опросника Health Assessment Questionnaire через 1–3 месяца после эндопротезирования тазобедренного сустава.

Ключевые слова: коксартроз; эндопротезирование тазобедренного сустава; минимально инвазивный метод; прямой передний доступ; боковой доступ; послеоперационный период.

Как цитировать:

Ерёмин И.К., Данильянц А.А., Огарёв Е.В., Загородний Н.В. Функциональные состояния тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде при эндопротезировании прямым передним доступом с кожным разрезом «бикини» // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 131–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321177>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321177>

Functional states of the hip joint in the early postoperative period with direct anterior arthroplasty with a skin incision «bikini»

Ivan K. Eremin¹, Armen A. Daniliyants², Egor V. Ogarev³, Nikolai V. Zagorodniy^{3,4}

¹ LLC «Neuro-clinic», Moscow, Russian Federation;

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation;

³ National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation;

⁴ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The prevalence of coxarthrosis at age of 18 years and older has reached 13% in recent years. Total hip arthroplasty is considered the gold standard for the treatment of late-stage coxarthrosis and other hip pathologies. Due to the more frequent intervention performed in recent years and increasing patient expectations, the choice of optimal surgical access will improve the outcomes of the treatment method. However, given the lack of statistical data on the qualitative difference in the postoperative condition of patients using different surgical accesses during hip arthroplasty, there is no consensus on the optimal access choice.

AIM: To carry out a comparative assessment of the hip joint functional states in the postoperative period after endoprosthesis using direct anterior and anterolateral accesses.

MATERIALS AND METHODS: The study included 163 patients with coxarthrosis, 71 men and 92 women, who were subsequently divided into 2 groups: the comparison and the main one. To investigate the effectiveness of the proposed approach to endoprosthesis, the results were evaluated by dynamic assessment of joint function using the Barthel scale, the Stand and Walk test, the Leken algo-functional index, the Harris Hip Score scale, and the Health Assessment Questionnaire. The Statistical analysis was performed using StatSoft Statistica 10 and Microsoft Excel 2016 software packages. Intergroup comparisons of quantitative indicators were performed using the Mann-Whitney rank test in case of nonparametric distribution of indicator values and/or significant difference in groups.

RESULTS: The findings showed that in the postoperative period, the use of direct anterior access in hip arthroplasty was associated with faster recovery of hip joint functionality and shorter inpatient stay compared with anterolateral access, which was confirmed by statistically significant intergroup differences.

CONCLUSION: The clinical efficacy from using the direct anterior access can be seen in statistically significantly ($p < 0.05$) higher scores on the Barthel self-care scale, the results of the "Stand up and walk" test 2–6 weeks after surgery, as well as better dynamics of the Harris Hip Score, Leken Index, and Health Assessment Questionnaire 1–3 months after hip arthroplasty.

Keywords: coxarthrosis; endoprosthesis of the hip joint; minimally invasive method; direct anterior access; anterolateral access; postoperative period.

To cite this article:

Eremin IK, Daniliyants AA, Ogarev EV, Zagorodniy NV. Functional states of the hip joint in the early postoperative period with direct anterior arthroplasty with a skin incision «bikini». *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):131–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321177>

ВВЕДЕНИЕ

С возрастом распространённость дегенеративных заболеваний суставов увеличивается: в популяции лиц в возрасте 25 лет и старше частота выявления остеоартроза (ОА) как минимум одного сустава составляет 13,9%, в то время как в возрасте старше 65 лет ОА страдают уже 33,6% населения. По последним оценкам Центра по контролю и профилактике заболеваний, в США дегенеративными заболеваниями различных суставов страдают свыше 32,5 миллиона человек [1]. По данным российских авторов, в последние годы распространённость коксартроза в пересчёте на взрослое население (в возрасте 18 лет и старше) достигает 13% [2].

Приведённые факты свидетельствуют о необходимости совершенствования методов лечения ОА. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ЭТС) в настоящее время рассматривается в качестве золотого стандарта лечения поздних стадий ОА и других патологий тазобедренного сустава. В связи с более частым выполнением вмешательства в последние годы и растущими ожиданиями пациентов выбор оптимального доступа позволит улучшить результаты применения этого метода лечения.

Экспертами ортопедии было предложено использовать различные хирургические доступы при выполнении данного вмешательства. Такие традиционные доступы, как задний [3] и прямой боковой [4], при выполнении ЭТС применяются наиболее часто. В то же время в последние десятилетия прямой передний доступ (ППД) рассматривают в качестве истинно минимально травматичного метода [5], поскольку при выполнении операции осуществляется небольшой по размерам разрез, доступ к суставу производится через естественные анатомические пространства с сохранением мышечных структур, в первую очередь ягодичных мышц и сухожилия широкой фасции бедра с одноимённой мышцей [6]. Применение этого подхода позволяет как можно раньше начать реабилитационные мероприятия у данной категории пациентов, что обусловлено минимальной травматизацией мышц.

Сторонники ППД указывают на уменьшение боли, продолжительности пребывания в стационаре, снижение риска послеоперационного вывиха и ускорение восстановления в качестве обоснования для операций с использованием ППД [7].

Однако ввиду нехватки статистических данных о качественном отличии состояния пациентов в раннем послеоперационном периоде при использовании различных доступов в процессе выполнения ЭТС отсутствует единое мнение в вопросе выбора оптимального доступа при схожих показаниях [8, 9].

Цель исследования — провести сравнительную оценку функциональных состояний тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде после

эндопротезирования с применением прямого переднего и прямого бокового доступов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проспективное исследование проведено на базе клинической больницы № 1 «МЕДСИ» с 2019 по 2021 г. с участием пациентов с коксартрозом, направленных в клинику для проведения эндопротезирования тазобедренного сустава. Всего в исследовании приняли участие 163 пациента с коксартрозом, в том числе 71 мужчина и 92 женщины, которые далее были разделены на 2 группы:

- группа 1 (сравнения) — 78 пациентов, которым проводилось ЭТС с применением стандартного прямого бокового доступа;
- группа 2 (основная) — 85 пациентов, которым проводилось ЭТС с использованием прямого переднего доступа.

В табл. 1 представлено распределение пациентов с коксартрозом по полу. Доля мужчин в основной группе составила 44,7% (38 пациентов). В группе сравнения доля мужчин была несколько ниже — 42,3% (33 пациента). Доля женщин была выше, чем доля мужчин, в обеих группах больных: 55,3% (47 пациенток) в основной группе и 57,7% (45 пациенток) в группе сравнения.

Средний возраст пациентов в основной группе был равен $64,2 \pm 9,3$ года, в группе сравнения он был незначительно выше и составил $66,5 \pm 10,2$ года. В целом половозрастной состав пациентов с коксартрозом был сопоставим в обеих группах исследования ($p > 0,05$).

Первичный отбор пациентов осуществлялся в соответствии со следующими критериями включения:

- пациенты мужского и женского пола в возрасте от 18 до 79 лет;
- идиопатический коксартроз 1–3-й стадии по классификации Н.С. Косинской, диспластический коксартроз 1–2-й степени по классификации Crowe, асептический некроз головки бедренной кости;
- добровольное согласие пациента на участие в исследовании и готовность к адекватному сотрудничеству в ходе его проведения;
- диагноз артроза тазобедренного сустава, подтверждённый данными клинического и рентгенологического обследования согласно критериям EULAR;

Таблица 1. Распределение пациентов по полу

Table 1. Distribution of patients by sex

Пол	Группа 1 (сравнения), $n=78$		Группа 2 (основная), $n=85$	
	абс.	%	абс.	%
Мужской	33	42,3	38	44,7
Женский	45	57,7	47	55,3

- выявление при первичной диагностике выраженных дегенеративных изменений и стойкого нарушения функции поражённого сустава, соответствующих остеоартрозу III стадии по клинико-рентгенологической классификации Н.С. Косинской.

Окончательный отбор участников проводился путём исключения ряда пациентов из числа кандидатов при наличии следующих критериев не включения:

- предшествующее хирургическое лечение по поводу коксартроза;
- наличие выраженного остеофитоза вертлужной впадины, значительно ограничивающего визуализацию оперативного поля, а также дефекты бедренной кости, такие как разрушение или отсутствие костномозгового канала бедренной кости, делающие невозможной корректную установку бедренного компонента эндопротеза;
- наличие на момент включения в исследование остеомиелита в области предполагаемого операционного поля (в области костей таза, головки, шейки или вертелов бедренной кости у пациентов с коксартрозом);
- гнойный артрит поражённого сустава в течение 6 месяцев, предшествующих планируемой операции;
- гнойная инфекция мягких тканей в области поражённого сустава в течение 3 месяцев, предшествующих операции;
- выраженное рубцевание в предполагаемой области оперативного вмешательства, затрагивающее костные компоненты поражённого сустава;
- выраженная остеопения;
- острый тромбоз;
- иммобилизация пациента, не связанная с поражением сустава, которая не позволяет мобилизовать больного путём эндопротезирования (например, вследствие гемипареза в результате инсульта, нейродегенеративных заболеваний и т.п.);
- первичный артродез с удовлетворительным или относительно удовлетворительным функциональным исходом в отсутствие болевого синдрома;
- беременность и/или лактация;
- острые инфекционно-воспалительные заболевания любой этиологии или сопутствующие хронические инфекционные заболевания в активной фазе (например, туберкулёз, вирусные гепатиты, ВИЧ-инфекция и пр.);
- хронические воспалительные очаги, требующие санации, любой локализации;
- анемия любой степени и любого происхождения;
- эрозивно-язвенное поражение желудочно-кишечного тракта;
- морбидное ожирение 3-й степени;
- тяжёлая сопутствующая соматическая патология со значительным нарушением функции соответ-

Таблица 2. Распределение пациентов в зависимости от стадии артроза по классификации Н.С. Косинской

Table 2. The distribution of patients depending on the stage of arthrosis according to the classification of N.S. Kosinskaya

Стадия артроза	Группа 1 (сравнения), n=78		Группа 2 (основная), n=85	
	абс.	%	абс.	%
I	6	7,7	4	4,7
II	29	37,2	32	37,6
III	43	55,1	49	57,6

ствующих органов (неконтролируемая артериальная гипертензия, декомпенсированный сахарный диабет, гемодинамически значимые нарушения ритма и проводимости сердца, недавно перенесённый инфаркт миокарда или инсульт, тяжёлые пороки сердца, острые и хронические заболевания лёгких, печени и/или почек в стадии обострения с развитием сердечной, дыхательной, печёночной и/или почечной недостаточности);

- наличие тяжёлых психических расстройств или неврологических заболеваний.

Распределение пациентов в зависимости от стадии артроза согласно классификации Н.С. Косинской в основной и контрольной группах было схожим (табл. 2). В обеих группах преобладала третья стадия артроза, которая была диагностирована в 55,1% случаев (у 43 больных) в группе 1 и 57,6% (у 49 пациентов) в группе 2. Вторая стадия артроза отмечалась значительно реже — у 37,2% (29 пациентов) и 37,6% (32 больных) соответственно. Наименее часто оперативное вмешательство планировалось в случае артроза первой стадии, сопровождавшегося выраженным болевым синдромом и нарушением качества жизни, который был подтверждён только у 7,7% (6 пациентов) в группе сравнения и 4,7% (4 больных) в основной группе. Все межгрупповые различия по частоте различных стадий артроза были незначимыми ($p > 0,05$ для всех сравнений).

Всем пациентам, включённым в исследование, по результатам первичного скрининга было выполнено расширенное предоперационное обследование, в ходе которого проводился сбор клинико-анамнестических данных, применялся комплекс лабораторных и инструментальных исследований, по результатам которых осуществлялось планирование процедуры эндопротезирования. В ходе динамического наблюдения пациентов в послеоперационном периоде выполнялись повторные клинические обследования с оценкой выраженности болевого синдрома, функционального состояния суставов и качества жизни больных в динамике в различные сроки в течение 12 месяцев последующего наблюдения после хирургического вмешательства.

Для исследования эффективности предложенного подхода к ЭТС использовали результаты динамической

оценки функционального состояния поражённого сустава с помощью следующих тестов.

Шкала Barthel

Шкала Barthel предназначена для оценки функционального статуса пациентов в постинсультном периоде и предполагает исследование сферы самообслуживания и мобильности. Данная шкала включает ответы на 10 вопросов, баллы за которые затем суммируются для получения общего балла. Максимальный возможный суммарный балл составляет 100, оценка от 0 до 20 баллов рассматривается как полная зависимость пациента от посторонней помощи и ухода, от 21 до 60 баллов — как выраженная зависимость, от 61 до 90 баллов — умеренная зависимость, от 91 до 99 баллов — лёгкая зависимость от посторонней помощи и ухода.

Оценка по шкале Barthel проводилась до операции и в первые три месяца в течение послеоперационного периода — через 2, 4, 6 и 12 недель после вмешательства.

Тест «Встань и иди»

В ходе выполнения этого теста с помощью секундомера засекали время, которое необходимо пациенту, чтобы подняться из положения сидя на стуле и начать ходьбу. Тест выполняли до операции и в первые три месяца в течение послеоперационного периода — через 2, 4, 6 и 12 недель после вмешательства.

Альгофункциональный индекс Лекена

При оценке функционального состояния с применением альгофункционального индекса Лекена учитывается как объективная функциональная составляющая, при оценке которой пациент указывает дистанцию безболезненной ходьбы, потребность во вспомогательных средствах для передвижения, способность сохранять повседневную активность, такую как подъём и спуск по лестнице, возможность сидения на корточках или на коленях и ходьбы по пересечённой местности, так и характеристики боли и дискомфорта в суставах, такие как возникновение симптомов суставного синдрома в течение ночи, продолжительность утренней скованности или боли после подъёма с постели, развитие боли при ходьбе, в положении стоя в течение 30 минут или при вставании без помощи рук. Варианты ответов на все вопросы анкеты Лекена имеют определённую градацию, и по сумме рангов ответов на каждый вопрос определяется степень функциональных нарушений коленного сустава: сумма 1–4 балла соответствует слабой выраженности коксартроза, 5–7 баллов — средней выраженности, 8–10 баллов — тяжёлым функциональным нарушениям, 11–13 баллов — очень тяжёлым нарушениям, а свыше 13 баллов — крайне тяжёлым нарушениям функции поражённого сустава. Оценка альгофункционального индекса Лекена проводилась до операции и в послеоперационном периоде — через 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства.

Шкала Harris Hip Score

Шкала Harris Hip Score (HHS) учитывает:

- выраженность болевого синдрома (не выражен, незначительный, лёгкий, умеренный или тяжёлый болевой синдром);
- его вклад в нарушение повседневной активности пациента с коксартрозом (несколько не ограничивает; не влияет на обычную активность и купируется аспирином; может ограничивать обычную активность и трудовую деятельность и не купируется аспирином; значительно нарушает повседневную активность; вызывает полную инвалидизацию);
- потребность в дополнительных средствах опоры для передвижения (одна трость для долгих прогулок; одна трость для постоянного использования; один костыль; две трости; два костыля или полная невозможность самостоятельной ходьбы);
- переносимость ходьбы по ровной местности (может идти в течение 30 минут, может идти в течение 10–15 минут, ходит только в помещении или прикован к постели или креслу);
- переносимость ходьбы по лестнице (свободно ходит по лестнице без использования дополнительной опоры; свободно ходит по лестнице с опорой на перила; ходьба по лестнице затруднена, но возможна; ходьба по лестнице невозможна);
- переносимость повседневной активности (надевание носков и обувание — с лёгкостью, затруднено или невозможно; нахождение в положении сидя — комфортно на обычном стуле в течение часа, комфортно только на высоком стуле в течение 30 минут, некомфортно при любой высоте сидения; использование общественного транспорта — возможно или невозможно);
- наличие хромоты (отсутствует, лёгкая, умеренная, тяжёлая хромота или полная невозможность ходить);
- наличие ограниченной подвижности в суставе;
- непосредственный объём сгибания, отведения, приведения и ротации кнаружи в поражённом суставе в градусах.

Оценка по HHS от 90 до 100 баллов соответствует отличному функциональному состоянию тазобедренного сустава, от 80 до 89 баллов — хорошему, от 70 до 79 баллов — удовлетворительному, а сумма баллов менее 70 свидетельствует о плохой функциональности поражённого сустава. Все показатели функции суставов оценивались до хирургического вмешательства, а также через 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Опросник Health Assessment Questionnaire

Опросник Health Assessment Questionnaire (HAQ) разработан для оценки функциональных нарушений у пациентов с заболеваниями суставов. HAQ включает 20 вопросов, относящихся к активности пациента

в повседневной жизни, сгруппированных в 8 шкал по 2–3 вопроса в каждой. Для ответа на вопрос пациент ранжирует функциональные ограничения по 4-балльной шкале — от 0 («выполняю без труда») до 3 баллов («не могу выполнить совсем»), где более высокая оценка свидетельствует о более выраженных функциональных нарушениях. Для подсчёта индекса по каждой шкале выбирается максимальный ответ, причём учитывается, выполняет ли пациент действия в повседневной жизни самостоятельно или прибегает к помощи других лиц или же специальных приспособлений (средства опоры и пр.). Если пациент прибегает к помощи других лиц или вспомогательных приспособлений, к оценке по шкале прибавляют дополнительные баллы. Суммарный балл по НАQ рассчитывается как среднее арифметическое сумм максимальных ответов по каждой шкале с учётом дополнительных баллов.

Оценка с использованием опросника НАQ проводилась до операции и в послеоперационном периоде — через 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства.

Статистический анализ результатов настоящего исследования был выполнен с помощью пакетов программного обеспечения StatSoft Statistica 10 и Microsoft Excel 2016. Для представления всех непрерывных и дискретных количественных показателей рассчитывались средние значения со стандартной ошибкой среднего, в то время как качественные параметры были представлены в виде частот встречаемости признаков в процентах от общего числа пациентов в соответствующих группах.

Межгрупповые сравнения по количественным показателям проводились с использованием рангового непараметрического критерия Манна–Уитни в случае непараметрического распределения значений показателей и/или значительной разницы дисперсий в группах. Для анализа различий по качественным параметрам применялся критерий хи-квадрат или точный критерий Фишера. Различия считались значимыми при недостижении p порогового значения уровня статистической значимости нулевой гипотезы (альфа), равного 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ изменений показателя самообслуживания по шкале Barthel после выполнения эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием различных доступов показал, что через 2 недели после операции его значение у больных основной группы составило $70,4 \pm 6,3$ балла, при этом оно статистически значимо ($p < 0,05$) превышало соответствующий уровень в группе сравнения — $63,6 \pm 6,7$ балла (табл. 3).

Спустя 4–6 недель после вмешательства было отмечено дальнейшее увеличение показателя оценки самообслуживания по шкале Barthel в обеих группах пациентов. В эти сроки значение данного показателя в группе 2 было

значимо ($p < 0,05$) выше соответствующих уровней в группе 1. Однако через 12 недель величина этого показателя в группах 1 и 2 составила $86,5 \pm 5,7$ и $89,3 \pm 5,9$ балла соответственно, при этом статистически значимых межгрупповых различий в этот срок наблюдения отмечено не было ($p > 0,05$).

Изучение динамики показателя теста «Встань и иди» показало, что через 2 недели после операции значение этого параметра у больных основной группы составило $17,4 \pm 2,1$ балла и было статистически значимо ($p < 0,05$) ниже соответствующего уровня в группе сравнения — $26,7 \pm 3,4$ балла (табл. 4).

Спустя 4 недели после вмешательства было выявлено дальнейшее снижение значения показателя этого теста в обеих группах пациентов, выявленная тенденция сохранялась спустя 6 недель после выполнения ЭТС. При этом значения данного показателя в группе 2 были значимо ($p < 0,05$) ниже таковых в группе 1 в оба срока.

Таблица 3. Динамика оценки самообслуживания по шкале Barthel, баллы ($M \pm m$)

Table 3. Dynamics of self-service assessment according to the Barthel scale, points ($M \pm m$)

Срок исследования после вмешательства	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
Через 2 недели	$63,6 \pm 6,7$	$70,4 \pm 6,3^*$
Через 4 недели	$71,4 \pm 5,3$	$81,3 \pm 7,3^*$
Через 6 недель	$77,3 \pm 4,5$	$86,2 \pm 6,5^*$
Через 12 недель	$86,5 \pm 5,7$	$89,3 \pm 5,9$

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0,05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

Таблица 4. Динамика результата теста «Встань и иди», баллы ($M \pm m$)

Table 4. Dynamics of the result of the «Get up and go» test, points ($M \pm m$)

Срок исследования после вмешательства	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
Через 2 недели	$26,7 \pm 3,4$	$17,4 \pm 2,1^*$
Через 4 недели	$21,2 \pm 2,7$	$13,3 \pm 1,7^*$
Через 6 недель	$16,1 \pm 2,1$	$10,6 \pm 1,2^*$
Через 12 недель	$10,9 \pm 1,8$	$9,7 \pm 0,8$

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0,05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

Однако через 12 недель уровни показателей теста «Встань и иди» в группах пациентов, которым было произведено ЭТС, снизились по сравнению с предыдущим сроком, но статистически значимых межгрупповых отличий при этом выявлено не было ($p > 0,05$).

Оценка динамики индекса Лекена в группах пациентов, которым выполнялось ЭТС с использованием различных доступов, показала, что до операции уровни этого показателя не различались и составили 8,38–8,64 балла (табл. 5).

Через 1 месяц значение этого параметра у больных основной группы снизилось до $6,93 \pm 0,71$ балла и было статистически значимо ($p < 0,05$) ниже такового в группе сравнения — $7,83 \pm 0,86$ балла.

Через 3 месяца значение этого индекса в обеих группах продолжало снижаться, при этом выявленные соотношения сохранялись: величина показателя в основной группе была значимо ($p < 0,05$) ниже, чем в группе сравнения. Однако через 6 и 12 месяцев уровни данного параметра в группах пациентов не различались независимо от использованного хирургического доступа при выполнении ЭТС ($p > 0,05$).

Анализ показателя боли по HHS в группах пациентов, которым выполнялось ЭТС с использованием различных доступов, показал, что до операции уровни этого показателя не различались и составили 16,7–18,3 балла (табл. 6).

Через 1 месяц значение этого параметра у больных основной группы увеличилось до $32,7 \pm 2,9$ балла и было статистически значимо ($p < 0,05$) выше соответствующей величины в группе сравнения — $25,3 \pm 2,7$ балла.

Спустя 3 месяца значение данного параметра продолжало повышаться в обеих группах пациентов, при этом выявленные соотношения сохранялись: уровень показателя боли по HHS в основной группе был значимо ($p < 0,05$) выше такового в группе сравнения. В то же время через 6

Таблица 5. Динамика альгофункционального индекса Лекена, баллы ($M \pm m$)

Table 5. Dynamics of the algofunctional Lequesne index, points ($M \pm m$)

Срок исследования	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
До операции	$8,64 \pm 0,73$	$8,38 \pm 0,65$
Через 1 месяц	$7,83 \pm 0,86$	$6,93 \pm 0,71^*$
Через 3 месяца	$6,85 \pm 0,58$	$6,03 \pm 0,59^*$
Через 6 месяцев	$5,76 \pm 0,47$	$5,49 \pm 0,41$
Через 12 месяцев	$4,32 \pm 0,31$	$4,18 \pm 0,26$

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0,05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

Таблица 6. Оценка боли по шкале Harris Hip Score, баллы ($M \pm m$)

Table 6. Harris Hip Score pain scores, points ($M \pm m$)

Срок исследования	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
До операции	$16,7 \pm 2,3$	$18,3 \pm 1,4$
Через 1 месяц	$25,3 \pm 2,7$	$32,7 \pm 2,9^*$
Через 3 месяца	$32,2 \pm 3,0$	$38,6 \pm 3,2^*$
Через 6 месяцев	$37,4 \pm 3,1$	$40,2 \pm 2,8$
Через 12 месяцев	$38,5 \pm 2,9$	$39,6 \pm 2,7$

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0,05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

и 12 месяцев не было отмечено статистически значимых межгрупповых различий по этому показателю в зависимости от использованного хирургического доступа ($p > 0,05$).

Оценка функции сустава по HHS показала, что до операции уровни этого показателя не различались, составляя 33,3–34,1 балла (табл. 7). Через 1 месяц значения этого параметра несколько увеличились в обеих группах, при этом у больных основной группы величина показателя была несколько выше, хотя статистически значимых различий в этот срок наблюдения выявлено не было.

Через 3 месяца уровень показателя функции сустава в основной группе возрос до $44,5 \pm 3,9$ балла и был статистически значимо ($p < 0,05$) выше соответствующей величины в группе сравнения, где она составила $39,8 \pm 3,5$ балла.

Таблица 7. Оценка функции сустава по шкале Harris Hip Score, баллы ($M \pm m$)

Table 7. Assessment of joint function according to the Harris Hip Score, points ($M \pm m$)

Срок исследования	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
До операции	$33,3 \pm 4,0$	$34,1 \pm 3,6$
Через 1 месяц	$36,4 \pm 3,7$	$40,0 \pm 4,3$
Через 3 месяца	$39,8 \pm 3,5$	$44,5 \pm 3,9^*$
Через 6 месяцев	$42,3 \pm 4,1$	$43,9 \pm 3,7$
Через 12 месяцев	$40,1 \pm 3,8$	$44,2 \pm 3,3$

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0,05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

Таблица 8. Оценка амплитуды движений по шкале Harris Hip Score, баллы ($M \pm m$)

Table 8. Assessment of the amplitude of movements according to the Harris Hip Score, points ($M \pm m$)

Срок исследования	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
До операции	1,02±0,08	1,11±0,10
Через 1 месяц	1,52±0,12	2,03±0,15*
Через 3 месяца	1,73±0,16	2,26±0,19*
Через 6 месяцев	2,19±0,22	2,31±0,28
Через 12 месяцев	2,67±0,27	2,78±0,31

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0.05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

Спустя 6 и 12 месяцев значение данного параметра существенно не изменялось в обеих группах пациентов, при этом в основной группе в данные сроки наблюдения уровень шкалы HHS был несколько выше, чем в группе сравнения, при этом не было отмечено статистически значимых межгрупповых различий в зависимости от использованного хирургического доступа ($p > 0,05$).

Анализ амплитуды движений по шкале HHS в группах пациентов, которым выполнялось ЭТС с использованием различных доступов, показал, что до операции уровни этого показателя не различались и составили 1,02–1,11 балла (табл. 8). Через 1 месяц значение этого параметра у больных основной группы увеличилось до 2,03±0,15 балла и было статистически значимо ($p < 0,05$) выше соответствующей величины в группе сравнения — 1,52±0,12 балла.

Спустя 3 месяца значение показателя этой шкалы ещё несколько увеличилось в обеих группах пациентов, при этом выявленные соотношения сохранялись: уровень показателя амплитуды движений по шкале HHS в основной группе был значимо ($p < 0,05$) выше такового в группе сравнения.

Через 6 и 12 месяцев после ЭТС не было отмечено статистически значимых межгрупповых различий по этому показателю в зависимости от использованного хирургического доступа ($p > 0,05$), хотя в группе 2 уровень данной шкалы был несколько выше, чем в группе 1.

Оценка суммарного балла шкалы HHS свидетельствовала, что до проведения ЭТС его значение было несколько выше в основной группе, чем в группе сравнения, хотя при этом значимых межгрупповых различий отмечено не было (табл. 9).

Через 1 месяц значение этого параметра у больных основной группы увеличилось до 80,9±7,8 балла и было

Таблица 9. Оценка суммарного балла шкалы Harris Hip Score, баллы ($M \pm m$)

Table 9. Assessment of the total score of the Harris Hip Score, points ($M \pm m$)

Срок исследования	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
До операции	40,7±3,3	41,3±3,9
Через 1 месяц	72,2±6,7	80,9±7,8
Через 3 месяца	79,7±7,3	91,8±8,4*
Через 6 месяцев	85,3±5,9	93,2±6,5
Через 12 месяцев	84,8±3,8	92,8±4,7

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0.05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

статистически значимо ($p < 0,05$) выше соответствующей величины в группе сравнения — 72,2±6,7 балла.

Спустя 3 месяца значение данного параметра повысилось в обеих группах пациентов, при этом суммарный балл шкалы HHS в основной группе был значимо ($p < 0,05$) выше такового в группе сравнения: 91,8±8,4 и 79,7±7,3 балла соответственно.

Через 6 и 12 месяцев величина этого параметра в основной группе была несколько выше, чем в группе сравнения, хотя при этом выявленные различия не достигали статистической значимости ($p=0,094$).

Изучение динамики показателя HAQ показало, что до операции его уровни в группах пациентов не различались и составили 2,59–2,63 балла (табл. 10). Через 1 месяц значение этого параметра у больных основной группы

Таблица 10. Динамика индекса Health Assessment Questionnaire, баллы ($M \pm m$)

Table 10. Dynamics of the Health Assessment Questionnaire index, points ($M \pm m$)

Срок исследования	Группа 1 (сравнения), $n=78$	Группа 2 (основная), $n=85$
До операции	2,63±0,41	2,59±0,27
Через 1 месяц	2,41±0,09	2,23±0,11*
Через 3 месяца	2,11±0,13	1,79±0,17*
Через 6 месяцев	1,63±0,18	1,48±0,11*
Через 12 месяцев	1,31±0,13	1,08±0,09*

Примечание. * Статистически значимые межгрупповые различия ($p < 0,05$) при сравнении с соответствующим показателем группы 1 (критерий Манна–Уитни).

Note. * Statistically significant intergroup differences ($p < 0.05$) when compared with the corresponding indicator of group 1 (Mann–Whitney test).

снизилось до $2,23 \pm 0,11$ балла и было статистически значимо ($p < 0,05$) ниже соответствующей величины в группе сравнения — $2,41 \pm 0,09$ балла.

Значимые межгрупповые различия сохранялись и спустя 3 месяца после выполнения ЭТС, при этом индекс НАQ в основной группе был статистически значимо ($p < 0,05$) ниже такового в группе сравнения. Аналогичные соотношения сохранялись и через 6 и 12 месяцев после проведённого лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Эндопротезирование является основным хирургическим методом лечения поздних стадий патологии тазобедренного сустава. В настоящее время это лучший метод лечения коксартроза III–IV стадии, использование которого позволяет в короткие сроки достичь реабилитационного эффекта и существенно повысить качество жизни больных.

В настоящее время предложены различные подходы к выполнению эндопротезирования, однако до сих пор не получено убедительных клинических доказательств недостатков и преимуществ использования различных доступов при выполнении первичного эндопротезирования тазобедренного сустава [9].

На сегодняшний день нет точных данных, подтверждающих улучшение долгосрочных результатов. Однако итоги некоторых исследований свидетельствуют о положительных средне- и долгосрочных клинических результатах ППД по сравнению с другими доступами.

Так, в ретроспективном исследовании, проведённом в Южной Африке, оценивались результаты применения ППД в среднем за 7,35 года с использованием данных, сообщаемых пациентами. После выполнения 522 эндопротезирований было проведено 13 ревизий, а общая 5-летняя приживаемость имплантатов составила 97,5%. Оценка восприятия суставов пациентами показала, что 65,5% испытуемых воспринимали сустав как полностью естественный. Среднее значение шкалы Forgotten Joint Score-12 составило 90, а модифицированная оценка HHS — 88 [10].

Другое ретроспективное исследование было проведено в Швейцарии. В нём в течение 10 лет наблюдались 256 пациентов, которым ЭТС было выполнено с применением ППД. Согласно результатам исследования, было проведено 9 ревизионных вмешательств, а общая выживаемость имплантатов через 10 лет после операции составила 96,8%. Медиана субъективного значения тазобедренного сустава составила 90%, а индекс WOMAC достиг медианы 0,2 балла [11].

Основным преимуществом прямого переднего доступа является сохранение мышечных структур, в первую очередь ягодичных мышц, которые при использовании этого доступа остаются неповреждёнными во время первичного ЭТС.

Лечение переломов шейки бедренной кости у пожилых пациентов (часто с большим количеством сопутствующих патологий) требует применения щадящей и экономичной

по времени хирургической техники. Первичное ЭТС соответствует всем этим требованиям, вмешательство может быть выполнено достаточно быстро, при этом не требуется осуществлять разделение или рассечение мышц.

Применение этого доступа позволяет как можно раньше начать реабилитационные мероприятия у данной категории пациентов, что обусловлено минимальной травматизацией тканей.

Согласно данным недавно проведённого K.H. Cichos et al. исследования [12], применение переднего доступа при переломах бедра способствует снижению летальности больных, которым выполняется эта операция. Для использования ППД характерен относительно небольшой объём кровопотери [13]. Благодаря низкой выраженности болевого синдрома пациент легко и быстро восстанавливает подвижность [14]. Меньшая выраженность послеоперационного болевого синдрома по сравнению с другими доступами приводит к снижению потребности в опиоидной анальгезии [15].

Исследование, проведённое Zhonghua Xu et al., показало, что китайские хирурги всё чаще отдают предпочтение ППД. Согласно результатам этого исследования, преимущества ППД выходят далеко за рамки минимальной инвазивности и экономии тканей. Ещё больше потенциальных преимуществ может быть достигнуто за счёт персонализации функционального положения таза, достижения подлинно безопасной зоны вертлужного компонента, адаптации к пространственно-временным изменениям координации тазобедренного сустава и позвоночника [16].

Вышеизложенное обусловило формулировку цели нашего исследования: провести сравнительную оценку клинической эффективности эндопротезирования прямым передним и прямым боковым доступами по такому критерию, как функция тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде.

В качестве основных способов оценки функционального состояния тазобедренного сустава были выбраны такие шкалы, как НАQ и HHS, а также альгофункциональный индекс Лекена.

Исследователи из Сиднея [17] оценивали функциональное состояние тазобедренного и коленного суставов после тотального эндопротезирования, используя опросник НАQ. В послеоперационном периоде каждые 3 месяца на протяжении года пациенты заполняли данную шкалу.

Kevin Moerenhout et al. [18] проводили клиническое исследование в период с февраля 2011 г. по июль 2013 г., средний период наблюдения составил 55 месяцев. В исследование были включены пациенты, у которых применялся прямой передний или задний доступ при ЭТС. Шкала HHS использовалась для мониторинга функционального состояния суставов в течение 5 лет после операции.

В исследовании, проведённом L.D. Roorda et al. [19] в Амстердаме, шкалы НАQ и HHS оцениваются как широко распространённые и зарекомендовавшие себя способы функциональной оценки.

H. Grimmig et al. [20] провели исследование на базе реабилитационного центра Бад-Айльзен в Германии и доказали, что, используя опросники Лекена в качестве инструмента самоотчёта в повседневной жизни пациента, специалист может получить хорошее отражение состояния здоровья и качества результатов реабилитации больного.

Knut Erik Mjaaland et al. [21] проводили сравнительное исследование с января 2012 г. по июнь 2013 г. В него были включены 164 пациента с терминальной стадией остеоартрита, которые были рандомизированы для прямого переднего и прямого латерального доступа. Перед операцией и через 3, 6, 12 и 24 месяца физиотерапевт регистрировал шкалу NHS для тазобедренного сустава. Результаты исследования сопоставимы с результатами, полученными в нашем исследовании: к концу 1-го месяца функциональная эффективность была выше у пациентов, прооперированных ППД. Процент добровольного отказа пациентов от использования вспомогательных средств для передвижения был выше среди лиц, прооперированных ППД, что также отражено в шкале NHS. К 8-й неделе количество пациентов, вернувшихся к повседневной жизни, было больше в группе лиц, прооперированных ППД, что отмечено в шкале NHS.

ВЫВОДЫ

Полученные данные свидетельствовали, что в раннем послеоперационном периоде применение прямого переднего доступа при ЭТС ассоциировано с более быстрым восстановлением функциональности тазобедренного сустава и меньшей длительностью стационарного этапа лечения по сравнению с прямым боковым доступом, что было подтверждено следующими статистически значимыми межгрупповыми различиями:

- более высокой оценкой по шкале самообслуживания Barthel через 2 недели (70,4 против 63,6 балла), 4 недели (81,3 против 71,4 балла) и 6 недель (86,2 против 77,3 балла) после операции;
- лучшими результатами теста «Встань и иди» через 2 недели (17,4 против 26,7 балла), 4 недели (13,3 против 21,2 балла) и 6 недель (10,6 против 16,1 балла) после операции;
- более низкими значениями альгофункционального индекса Лекена через 1 месяц (6,93 против 7,83 балла) и через 3 месяца (6,03 против 6,85 балла) после операции;
- более высокими оценками по субшкале боли опросника NHS через 1 месяц (32,7 против 25,3 балла) и через 3 месяца (38,6 против 32,2 балла) после операции;
- более высокими оценками по субшкале функции опросника NHS через 3 месяца после операции (44,5 против 39,8 балла);

- более низкими показателями индекса HAQ через 1 месяц (2,23 против 2,41 балла) и через 3 месяца (1,79 против 2,11 балла) после операции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клиническая эффективность использования прямого переднего доступа в раннем послеоперационном периоде проявляется статистически значимо ($p < 0,05$) более высокими по сравнению с применением прямого бокового доступа показателями шкалы самообслуживания Barthel, результатами теста «Встань и иди» через 2–6 недель после операции, а также лучшей динамикой показателей опросника Harris Hip Score, индекса Лекена и индекса Health Assessment Questionnaire через 1–3 месяца после эндопротезирования тазобедренного сустава.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Н.В. Загородний — идея и разработка концепции статьи, окончательное редактирование статьи; И.К. Ерёмин — хирургическое лечение пациентов, идея и разработка концепции статьи, интерпретация полученных данных, редактирование текста статьи, поиск и анализ публикаций по теме обзора; А.А. Данильянц — интерпретация полученных данных, статистическая обработка данных, подготовка и написание текста статьи; Е.В. Огарёв — интерпретация полученных данных, статистическая обработка данных, поиск и анализ публикаций по теме обзора.

Источник финансирования. Не указан.

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. N.V. Zagorodny — idea and development of the concept of the article, final editing of the article; I.K. Eremin — surgical treatment of patients, the idea and development of the concept of the article, interpretation of the data obtained, editing the text of the article, search and analysis of publications on the topic of the review; A.A. Danilyants — interpretation of the obtained data, statistical data processing, preparation and writing of the text of the article; E.V. Ogarev — interpretation of the obtained data, statistical data processing, search and analysis of publications on the topic of the review.

Funding source. Not specified.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Centers for Disease Control and Prevention. Osteoarthritis. Режим доступа: <https://www.cdc.gov/arthritis/basics/osteoarthritis.htm>. Дата обращения: 11.11.2021.
- Галушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространённость ревматических заболеваний в России // Альманах клинической медицины. 2018. Т. 46, № 1. С. 32–9. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39
- Waddell J., Johnson K., Hein W., et al. Orthopaedic practice in total hip arthroplasty and total knee arthroplasty: results from the Global Orthopaedic Registry (GLORY) // *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2010. Vol. 39, № 9 (Suppl). P. 5–13.
- Руководство по хирургии тазобедренного сустава / под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014. Т. I. 368 с.
- Realyvasquez J., Singh V., Shah A.K., et al. The direct anterior approach to the hip: a useful tool in experienced hands or just another approach? // *Arthroplasty*. 2022. Vol. 4, № 1. P. 1. doi: 10.1186/s42836-021-00104-5
- McLawhorn A.S., Christ A.B., Morgenstern R., et al. Prospective evaluation of the posterior tissue envelope and anterior capsule after anterior total hip arthroplasty // *J Arthroplasty*. 2020. Vol. 35, № 3. P. 767–773. doi: 10.1016/j.arth.2019.09.045
- Yue C., Kang P., Pei F. Comparison of direct anterior and lateral approaches in total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis (PRISMA) // *Medicine (Baltimore)*. 2015. Vol. 94, № 50. P. e2126. doi: 10.1097/md.0000000000002126
- Fullam J., Theodosi P.G., Charity J., et al. A scoping review comparing two common surgical approaches to the hip for hemiarthroplasty // *BMC Surg*. 2019. № 19. P. 32. doi: 10.1186/s12893-019-0493-9
- Ries M.D. Relationship between functional anatomy of the hip and surgical approaches in total hip arthroplasty // *Orthopedics*. 2019. Vol. 42, № 4. P. 356–363. doi: 10.3928/01477447-20190624-03
- Pietrzak J.R.T., Maharaj Z., Cakic J.N. Good long-term outcomes for direct anterior approach total hip arthroplasty in South Africa // *J Orthop*. 2020. № 22. P. 352–357. doi: 10.1016/j.jor.2020.08.014
- Rahm S., Tondelli T., Steinmetz S., et al. Uncemented total hip arthroplasty through the direct anterior approach: analysis of a consecutive series of 275 hips with a minimum follow-up of 10 years // *J Arthroplasty*. 2019. 34, № 6. P. 1132–1138. doi: 10.1016/j.arth.2019.01.062
- Cichos K.H., Mabry S.E., Spittler C.A., et al. Comparison between the direct anterior and posterior approaches for total hip arthroplasty performed for femoral neck fracture // *J Orthop Trauma*. 2021. Vol. 35, № 1. P. 41–48. doi: 10.1097/bot.0000000000001883
- Van der Sijp M.P.L., van Delft D., Krijnen P., et al. Surgical approaches and hemiarthroplasty outcomes for femoral neck fractures: a meta-analysis // *J Arthroplasty*. 2018. Vol. 33, № 5. P. 1617–1627.e9. Epub 2017 Dec 29. Erratum in: *J Arthroplasty*. 2020. Vol. 35, № 2. P. 603–604. doi: 10.1016/j.arth.2017.12.029
- Kunkel S.T., Sabatino M.J., Kang R., et al. A systematic review and meta-analysis of the direct anterior approach for hemiarthroplasty for femoral neck fracture // *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018. Vol. 28, № 2. P. 217–232. doi: 10.1007/s00590-017-2033-6
- Makhdum A.M., Hozack W.J. Direct anterior versus direct lateral hip approach in total hip arthroplasty with the same perioperative protocols one year post fellowship training // *J Orthop Surg Res*. 2023. Vol. 18, № 1. P. 216. doi: 10.1186/s13018-023-03716-6
- Xu Z., Zhang J., Li J., et al. Direct anterior approach in total hip arthroplasty: more indications and advantages than we found // *Arthroplasty*. 2022. Vol. 4, № 1. P. 29. doi: 10.1186/s42836-022-00130-x
- March L.M., Barcenilla A.L., Cross M.J., et al. Costs and outcomes of total hip and knee joint replacement for rheumatoid arthritis // *Clin Rheumatol*. 2008. Vol. 27, № 10. P. 1235–42. doi: 10.1007/s10067-008-0891-3
- Moerenhout K., Derome P., Laflamme G.Y., et al. Direct anterior versus posterior approach for total hip arthroplasty: a multicentre, prospective, randomized clinical trial // *Can J Surg*. 2020. Vol. 63, № 5. P. E412–E417. doi: 10.1503/cjs.012019
- Roorda L.D., Jones C.A., Waltz M., et al. Satisfactory cross cultural equivalence of the Dutch WOMAC in patients with hip osteoarthritis waiting for arthroplasty // *Ann Rheum Dis*. 2004. Vol. 63, № 1. P. 36–42. doi: 10.1136/ard.2002.001784
- Grimmig H., Melzer C., Ludwig F.J., et al. Der routinemässige Einsatz des Lequesne-Index zur Ergebnismessung in der orthopädischen Rehabilitation bei Hüft- und Knieerkrankungen // *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2002. 140, № 4. P. 452–9. doi: 10.1055/s-2002-33399
- Mjaaland K.E., Kivle K., Svenningsen S., et al. Do postoperative results differ in a randomized trial between a direct anterior and a direct lateral approach in THA? // *Clin Orthop Relat Res*. 2019. Vol. 477, № 1. P. 145–155. doi: 10.1097/corr.0000000000000439

REFERENCES

- Centers for Disease Control and Prevention. Osteoarthritis. Available from: <https://www.cdc.gov/arthritis/basics/osteoarthritis.htm>. Accessed: 11.11.2021.
- Galushko EA, Nasonov EL. Prevalence of rheumatic diseases in Russia. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018;46(1):32–9. (In Russ). doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39
- Waddell J, Johnson K, Hein W, et al. Orthopaedic practice in total hip arthroplasty and total knee arthroplasty: results from the Global Orthopaedic Registry (GLORY). *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2010;39(9 Suppl):5–13.
- Tikhilov PM, Shubnyakov II, editors. Guidelines for hip joint surgery. St. Petersburg: P.P. Vreden RNIITO; 2014. Vol. I. 368 p. (In Russ).
- Realyvasquez J, Singh V, Shah AK, et al. The direct anterior approach to the hip: a useful tool in experienced hands or just another approach? *Arthroplasty*. 2022;4(1):1. doi: 10.1186/s42836-021-00104-5
- McLawhorn AS, Christ AB, Morgenstern R, et al. Prospective evaluation of the posterior tissue envelope and anterior capsule after anterior total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2020;35(3):767–773. doi: 10.1016/j.arth.2019.09.045
- Yue C, Kang P, Pei F. Comparison of direct anterior and lateral approaches in total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis (PRISMA). *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(50):e2126. doi: 10.1097/md.0000000000002126

8. Fullam J, Theodosi PG, Charity J, et al. A scoping review comparing two common surgical approaches to the hip for hemiarthroplasty. *BMC Surg.* 2019;(19):32. doi: 10.1186/s12893-019-0493-9
9. Ries MD. Relationship between functional anatomy of the hip and surgical approaches in total hip arthroplasty. *Orthopedics.* 2019;42(4):356–363. doi: 10.3928/01477447-20190624-03
10. Pietrzak JRT, Maharaj Z, Kacic JN. Good long-term outcomes for direct anterior approach total hip arthroplasty in South Africa. *J Orthop.* 2020;(22):352–357. doi: 10.1016/j.jor.2020.08.014
11. Rahm S, Tondelli T, Steinmetz S, et al. Uncemented total hip arthroplasty through the direct anterior approach: analysis of a consecutive series of 275 hips with a minimum follow-up of 10 years. *J Arthroplasty.* 2019;34(6):1132–1138. doi: 10.1016/j.arth.2019.01.062
12. Cichos KH, Mabry SE, Spittler CA, et al. Comparison between the direct anterior and posterior approaches for total hip arthroplasty performed for femoral neck fracture. *J Orthop Trauma.* 2021;35(1):41–48. doi: 10.1097/bot.0000000000001883
13. Van der Sijp MPL, van Delft D, Krijnen P, et al. Surgical approaches and hemiarthroplasty outcomes for femoral neck fractures: a meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2018;33(5):1617–1627.e9. Epub 2017 Dec 29. Erratum in: *J Arthroplasty.* 2020;35(2):603–604. doi: 10.1016/j.arth.2017.12.029
14. Kunkel ST, Sabatino MJ, Kang R, et al. A systematic review and meta-analysis of the direct anterior approach for hemiarthroplasty for femoral neck fracture. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(2):217–232. doi: 10.1007/s00590-017-2033-6
15. Makhdom AM, Hozack WJ. Direct anterior versus direct lateral hip approach in total hip arthroplasty with the same perioperative protocols one year post fellowship training. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):216. doi: 10.1186/s13018-023-03716-6
16. Xu Z, Zhang J, Li J, et al. Direct anterior approach in total hip arthroplasty: more indications and advantages than we found. *Arthroplasty.* 2022;4(1):29. doi: 10.1186/s42836-022-00130-x
17. March LM, Barcenilla AL, Cross MJ, et al. Costs and outcomes of total hip and knee joint replacement for rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol.* 2008;27(10):1235–42. doi: 10.1007/s10067-008-0891-3
18. Moerenhout K, Derome P, Laflamme GY, et al. Direct anterior versus posterior approach for total hip arthroplasty: a multicentre, prospective, randomized clinical trial. *Can J Surg.* 2020;63(5):E412–E417. doi: 10.1503/cjs.012019
19. Roorda LD, Jones CA, Waltz M, et al. Satisfactory cross cultural equivalence of the Dutch WOMAC in patients with hip osteoarthritis waiting for arthroplasty. *Ann Rheum Dis.* 2004;63(1):36–42. doi: 10.1136/ard.2002.001784
20. Grimmig H, Melzer C, Ludwig FJ, et al. Der routinemässige Einsatz des Lequesne-Index zur Ergebnismessung in der orthopädischen Rehabilitation bei Hüft- und Knieerkrankungen [Using the Lequesne questionnaires for patients with hip and knee disabilities in daily routine to reflect the quality of outcome in rehabilitation]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2002;140(4):452–9. (In German). doi: 10.1055/s-2002-33399
21. Mjaaland KE, Kivle K, Svenningsen S, et al. Do postoperative results differ in a randomized trial between a direct anterior and a direct lateral approach in THA? *Clin Orthop Relat Res.* 2019;477(1):145–155. doi: 10.1097/corr.0000000000000439

ОБ АВТОРАХ

Ерёмин Иван Константинович,

врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0002-0992-0706;
eLibrary SPIN: 9019-4184;
e-mail: eremindocor@yandex.ru

* **Данильянц Армен Альбертович,** студент;

адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1;
ORCID: 0000-0001-6692-0975;
e-mail: armendts@mail.ru

Огарёв Егор Витальевич, к.м.н.,

врач-рентгенолог, старший научный сотрудник;
ORCID: 0000-0003-0621-1047;
e-mail: evogarev@yandex.ru

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

член-корреспондент РАН, врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0002-6736-9772;
eLibrary SPIN: 6889-8166;
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

AUTHORS' INFO

Ivan K. Eremin,

orthopedic traumatologist;
ORCID: 0000-0002-0992-0706;
eLibrary SPIN: 9019-4184;
e-mail: eremindocor@yandex.ru

* **Armen A. Danilyants,** student;

address: 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia;
ORCID: 0000-0001-6692-0975;
e-mail: armendts@mail.ru

Egor V. Ogarev, MD, Cand. Sci. (Med.),

radiologist, senior researcher;
ORCID: 0000-0003-0621-1047;
e-mail: evogarev@yandex.ru

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

Corresponding member of RAS, traumatologist-orthopedist;
ORCID: 0000-0002-6736-9772;
eLibrary SPIN: 6889-8166;
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto322787>

Отдалённые результаты профилактики и лечения перипротезной инфекции в онкоортопедии

А.В. Соколовский¹, В.А. Соколовский¹, Г.Н. Мачак², И.Н. Петухова¹,
А.А. Курильчик³, А.А. Жеравин⁴

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина, Москва, Российская Федерация;

² Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

³ Национальный медицинский исследовательский центр радиологии им. А.Ф. Цыба, Обнинск, Российская Федерация;

⁴ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Е.Н. Мешалкина, Новосибирск, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Эндопротезирование после резекции костей и суставов является методом выбора лечения пациентов со злокачественными опухолями костей, особенно при благоприятном онкологическом прогнозе. Инфекция ложа эндопротеза и рецидив основного заболевания являются одними из значимых, труднокупируемых осложнений. Развитие перипротезной инфекции влечёт за собой утрату функционального потенциала после окончания лечения этого осложнения, ухудшает онкологический прогноз.

Цель. Изучить и улучшить долгосрочные результаты лечения больных с диагностированной перипротезной инфекцией, перенёсших онкологическое эндопротезирование, разработать профилактический комплекс мер, направленных на снижение перипротезной инфекции.

Материалы и методы. В исследование были включены 1292 пациента с первичными саркомами кости, мягких тканей, метастатическими и доброкачественными опухолями кости, которым с января 1992 по январь 2020 г. было выполнено 1671 первичное и повторное эндопротезирование. В исследовании участвовали 677 (52,4%) мужчин и 615 (47,6%) женщин. Возраст пациентов варьировал от 10 лет до 81 года. Онкологическое эндопротезирование было проведено 886 (68,6%) пациентам с первичными злокачественными опухолями, 144 (11,1%) — с метастатическим поражением костей и 262 (20,3%) — с доброкачественными новообразованиями. Средний период наблюдения после эндопротезирования различных сегментов кости составил 82,8 мес (0–335,7 мес).

Результаты. Частота перипротезной инфекции за весь период наблюдения при первичном эндопротезировании составила 7,1%, при повторном эндопротезировании — 6,2%. Регресс частоты инфекции эндопротеза при первичном эндопротезировании за период наблюдения составил 83%, при повторном эндопротезировании — 61,5%. Снизить частоту перипротезной инфекции удалось благодаря изменениям в стратегии эндопротезирования. В исследовании при первичном и повторном эндопротезировании выявлено превалирование доли ранних (тип IVA по ISOLS 2013) инфекционных осложнений, составивших 15 и 11,9%, над поздними (тип IVB) — 5 и 4,4% соответственно. После первичного эндопротезирования наиболее часто был верифицирован *Staphylococcus aureus* (38,1%), после повторного — *Staphylococcus epidermidis* (53%). Наиболее часто для лечения перипротезной инфекции использовалось двухэтапное резэндопротезирование: после первичного эндопротезирования — в 58,3% случаев, после повторного — в 65,4%. Разработанный в исследовании превентивный комплекс мер позволил снизить частоту ранней инфекции ложа эндопротеза на 15,3% при первичном эндопротезировании и на 7,1% при повторном.

Заключение. Режим периоперационной антибиотикопрофилактики должен обеспечивать равномерную фармакологическую концентрацию антибактериального препарата в течение всего хода операции и периода времени, сопряжённого с наиболее высоким риском ранней инфекции ложа эндопротеза (продлённый до 5 суток режим антибиотикопрофилактики), что позволяет снизить микробную контаминацию раны до безопасного уровня. Полученные данные свидетельствуют, что основным способом лечения перипротезной инфекции остаётся двухэтапное резэндопротезирование.

Ключевые слова: опухоль кости; саркома; онкоортопедия; онкологическое эндопротезирование; осложнения эндопротезирования; инфекция эндопротеза.

Как цитировать:

Соколовский А.В., Соколовский В.А., Мачак Г.Н., Петухова И.Н., Курильчик А.А., Жеравин А.А. Отдалённые результаты профилактики и лечения перипротезной инфекции в онкоортопедии // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 143–159.
DOI: <https://doi.org/10.17816/vto322787>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto322787>

Long-term results of periprosthetic infection prevention and treatment in oncoorthopedics

Anatolii V. Sokolovskii¹, Vladimir A. Sokolovskii¹, Gennadii N. Machak²,
Irina N. Petukhova¹, Alexandr A. Kurilchik³, Alexandr A. Geravin⁴

¹ Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russian Federation;

² Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation;

³ Tsyba Medical Radiological Research Center, Obninsk, Russian Federation;

⁴ Meshalkin National Medical Research Center of Oncology, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Endoprosthesis after bone and joint resection is the treatment of choice for patients with malignant bone tumors, especially in case of a favorable oncological prognosis. Endoprosthesis bone site infection and relapse associated with the underlying disease are important complications that are difficult to treat. The development of periprosthetic infection leads to the loss of functional potential after the end of this complication treatment and worsens oncologic prognosis.

AIM: To study and improve the long-term results of treatment in patients with diagnosed periprosthetic infection who underwent oncologic endoprosthesis, to develop a preventive complex of measures aimed at reducing periprosthetic infection.

MATERIAL AND METHODS: The study included 1292 patients with primary bone sarcomas, soft tissue sarcomas, metastatic and benign bone tumors who underwent 1671 primary and recurrent endoprosthetic replacements between January 1992 and January 2020. A total of 677 (52.4%) men and 615 (47.6%) women participated in the study. Patients ranged in age from 10 years to 81 years. Oncologic endoprosthetics were performed in 886 (68.6%) patients with primary malignancies, 144 (11.1%) with metastatic bone lesions, and 262 (20.3%) with benign neoplasms. The mean follow-up period after endoprosthetic replacement with various bone segments was 82.8 months (0–335.7 months).

RESULTS: The incidence of periprosthetic infection during the entire follow-up period in primary endoprosthesis was 7.1%, and in repeat endoprosthesis — 6.2%. The recurrence rate of endoprosthesis infection in primary endoprosthesis during the observation period was 83%, in repeat endoprosthesis — 61.5%. The frequency of periprosthetic infection was reduced by changes in the endoprosthetic strategy. The prevalence of early (type IVA according to ISOLS 2013) infectious complications (15 and 11.9%) over late (type IVB) complications (5 and 4.4%, respectively) in both primary and repeat arthroplasty was higher. *Staphylococcus aureus* was most frequently identified after primary endoprosthetic replacement (38.1%) and *Staphylococcus epidermidis* was most commonly verified after repeat endoprosthetic replacement (53%). Two-stage reendoprosthesis was used most often to treat periprosthetic infection: after primary endoprosthesis — in 58.3% of cases, after repeat endoprosthesis — in 65.4%. The preventive measures developed in the study made it possible to reduce the incidence of the endoprosthesis site early infection by 15.3% in primary endoprosthesis and by 7.1% in repeat endoprosthesis.

CONCLUSION: The perioperative antibiotic prevention regimen should provide a steady antibiotic concentration during the entire course of surgery and the time associated with the highest risk of endoprosthesis site early infection (extended antibiotic treatment up to 5 days), which allows to reduce the wound microbial contamination to a safe level. The findings suggest that two-stage reendoprosthetic replacement remains the main treatment option for periprosthetic infection.

Keywords: bone tumor; sarcoma; onco-orthopedics; oncological endoprosthesis replacement; complications of endoprosthesis replacement; endoprosthesis infection.

To cite this article:

Sokolovskii AV, Sokolovskii VA, Machak GN, Petukhova IN, Kurilchik AA, Geravin AA. Long-term results of periprosthetic infection prevention and treatment in oncoorthopedics. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):143–159. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto322787>

Received: 10.04.2023

Accepted: 23.05.2023

Published: 11.08.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Мировым стандартом лечения пациентов с первичными высокозлокачественными и большей частью метастатическими опухолями с поражением костей является комбинированный подход, один из этапов которого представляет собой хирургическое лечение. Эндопротезирование после радикальной резекции костей и суставов является методом выбора лечения пациентов со злокачественными опухолями костей, особенно при благоприятном онкологическом прогнозе. Метод значительно улучшает качество жизни пациентов и может быть выполнен у 85–90% больных. Однако, несмотря на совершенствование онкологических систем эндопротезирования и методик операций, частота послеоперационных осложнений при онкологическом эндопротезировании остаётся высокой и, по данным разных источников, составляет от 5 до 50% [1–3].

Инфекция ложа эндопротеза после онкологического эндопротезирования наряду с рецидивом основного заболевания является одним из наиболее значимых и труднокупируемых осложнений, особенно при первичной терапии пациентов, в период проведения послеоперационного консервативного лечения. Развитие перипротезной инфекции не только влечёт за собой утрату и/или неполное восстановление функционального потенциала после окончания терапии этого осложнения, но и критически сказывается на качестве адъювантного консервативного лечения. Последнее выражается в увеличении интервалов химиотерапии или полной её отмене, что в перспективе повышает риск прогрессирования заболевания.

Частота перипротезной инфекции, по данным разных литературных источников, за последние 10 лет варьирует от 2,5 до 22,3% [1–3], что в большинстве случаев требует выполнения двухэтапного реэндопротезирования с установкой блокирующего сустава спейсера, проведения продолжительного антибактериального лечения. В части случаев в связи с наличием значимого дефекта мягких тканей, исключающего возможность использования пластических технологий, или полирезистентности к антибактериальным препаратам проводится калечащая операция.

Длительное отсутствие опороспособности конечности, функциональной активности мышечного аппарата сустава приводит к развитию атрофии мышц, остеопорозу костей, что негативно сказывается как на функциональности сустава после выполнения II этапа реэндопротезирования, так и на стабильности ножек эндопротеза. По данным Jeys et al., примерно у 20% пациентов с инфекцией ложа эндопротеза последующее хирургическое лечение сопряжено со снижением функционального потенциала конечности либо приводит к ампутации [4].

Цель исследования — изучить и улучшить результаты лечения больных с диагностированной перипротезной инфекцией, перенёсших онкологическое эндопротезирование, разработать профилактический комплекс мер, направленных на снижение перипротезной инфекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Материалом для исследования послужил ретроспективный и проспективный клинический анализ 1292 пациентов с первичными саркомами кости, мягких тканей, метастатическими и доброкачественными опухолями кости, которым с января 1992 по январь 2020 г. выполнена 1671 первичная и ревизионная операция по эндопротезированию различных сегментов кости.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- возраст пациентов от 18 лет до 81 года;
- пациенты со злокачественными и доброкачественными опухолями с поражением различных костных отделов;
- проведение первичного или ревизионного онкологического эндопротезирования;
- инфекция ложа эндопротеза.

Критерии невключения:

- проведение ортопедического эндопротезирования;
- неопухолевые заболевания кости.

Условия проведения

Исследование проведено на базе клиники общей онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России в период с 1992 по январь 2020 г.

Методы оценки целевых показателей

- Рентгенография.
- Компьютерная томография.
- Микробиологическое исследование аспирата ложа эндопротеза.
- Общий анализ крови.
- Биохимия крови (С-реактивный белок, СРБ).
- Определение цитоза аспирата ложа эндопротеза.

Одобрение этическим комитетом

Этическую экспертизу не проводили. Все пациенты, участвовавшие в исследовании, дали письменное информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство и публикацию результатов исследования.

Статистический анализ

Разработанная база данных в виде стандартизированного регистра пациентов после первичного и повторного эндопротезирования была сформирована в формате таблиц Microsoft Office Excel для удобства последующего импортирования в статистические программы. Статистическая обработка материала предусматривала группировку данных, вычисление интенсивных и экстенсивных показателей, определение средней ошибки относительных величин, определение статистически значимой разницы

сравниваемых величин (t), критерия соответствия К. Пирсона (хи-квадрат), коэффициента корреляции.

При выполнении статистической обработки данных сравнивались качественные и количественные показатели в интересующих совокупностях пациентов. Для оценки качественных характеристик вычислялись структурные показатели (доли). Значимость различий структурных показателей в совокупностях определяли на основании критерия хи-квадрат. Для оценки количественных параметров вычисляли описательные статистики: средние, медианы, 25-й и 75-й перцентили; определяли доверительный интервал для среднего значения. Выполнялась проверка распределений количественных переменных на нормальность на основании коэффициентов асимметрии и эксцесса распределения. Все распределения статистически значимо отличались от нормального, в связи с чем сравнение распределений проводили на основании непараметрического U -критерия Манна–Уитни.

Статистическая обработка полученных данных производилась с помощью стандартного пакета Statistica 10.0 и профессионального пакета SPSS версии 21 (IBM, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники (объекты) исследования

На базе клиники общей онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России в период с 1992 по январь 2020 г. (в течение 27 лет) накоплен значительный ретроспективный и проспективный клинический материал по выполнению органосохраняющих операций с реконструкцией дефектов кости эндопротезом у пациентов с первичным или метастатическим поражением длинных трубчатых костей.

В исследование включены 1292 пациента с первичными саркомами кости, мягких тканей, метастатическими и доброкачественными опухолями кости, которым с января 1992 по январь 2020 г. была выполнена 1671 первичная и ревизионная операция по эндопротезированию различных сегментов кости.

В общей группе пациентов, перенёвших эндопротезирование, число мужчин и женщин оказалось примерно равным. В исследование включены 677 (52,4%) мужчин и 615 (47,6%) женщин. Возраст пациентов в общей группе варьировал от 10 лет до 81 года. Средний возраст больных составил 34,7 года. Наиболее часто (в 29% случаев) эндопротезирование выполнялось лицам в возрасте от 21 до 30 лет.

Онкологическое эндопротезирование было проведено 886 (68,6%) пациентам с первичными злокачественными опухолями, 144 (11,1%) — с метастатическим поражением длинных трубчатых костей и 262 (20,3%) — с доброкачественными новообразованиями.

Средний период наблюдения после эндопротезирования различных сегментов кости составил 82,8 мес (от 0 до 335,7 мес).

Анализ морфологической структуры заболеваний включённых в исследование лиц, перенёвших эндопротезирование ($n=1292$), выявил превалирование пациентов с первичными злокачественными саркомами с поражением кости. В этой группе наиболее частым диагнозом была остеосаркома, верифицированная у 460 (35,6%) пациентов. Следующим по частоте являлся диагноз «хондросаркома», который был установлен у 170 пациентов (13,2%). Число пациентов, которым было выполнено первичное и/или повторное эндопротезирование, с диагнозами «саркома Юинга» и «недифференцированная плеоморфная саркома» в исследовании было примерно равным и составило 89 (6,9%) и 82 (6,7%) соответственно. Количество пациентов с диагнозом «паростальная остеосаркома» составило 53 (4,1%), с диагнозом «периостальная остеосаркома» — 20 (1,5%). Число пациентов с другими морфологическими типами первичных сарком не превысило 8 человек, доля которых составила менее 1%.

В морфологической структуре метастатических опухолей первичное и/или повторное эндопротезирование наиболее часто выполнялось у пациентов с метастатическим поражением кости при раке почки и раке молочной железы: 93 (7,2%) и 47 (3,6%) соответственно. Количество пациентов с другими метастатическими поражениями костей верхних и нижних конечностей не превысило 4 человек, что составило менее 1%.

В морфологической структуре доброкачественных опухолей с поражением костей верхних и нижних конечностей группа пациентов с диагнозом «гигантоклеточная опухоль» стала единственной статистически значимой для дальнейшего изучения, в неё вошли 253 (19,6%) человека. Количество лиц с другими доброкачественными опухолями кости не превысило 9 человек, что составило менее 1% от общего числа пациентов, включённых в исследование.

Высоко- и умеренно дифференцированные формы сарком кости (G1; 2) отмечались у 22,2% лиц, включённых в исследование, высокоагрессивные формы сарком кости (G3; 4) были верифицированы у большинства пациентов, что составило 77,8%.

Структура осложнений, явившихся причиной повторного онкологического эндопротезирования, в настоящем исследовании была сформирована согласно международной классификации ISOLS 2013.

За 27-летний период инфекция ложа эндопротеза, в том числе бактериальная и грибковая, становилась причиной повторных операций по эндопротезированию в 11,6% случаев (IV тип осложнений по классификации ISOLS 2013). Количество поздних инфекционных осложнений, выявленных через 2 года и более и явившихся причиной повторного эндопротезирования, составило 7,8% (тип IVB), что в 2,1 раза превысило число инфекционно-воспалительных осложнений, выявленных в период до 2 лет и составивших 3,8% (осложнения IVA типа).

Средний период наблюдения после выполнения первичного эндопротезирования составил 82,8 месяца

и варьировал от 0 до 335,7 месяца. Средний период наблюдения после повторного эндопротезирования составил 54,2 месяца и варьировал от 0 до 282,8 месяца.

Наибольшая статистическая репрезентативность выявлена в группе первичного и повторного эндопротезирования после эндопротезирования коленного сустава при резекции бедренной и большеберцовой кости.

Основные результаты исследования

За исследуемый период наблюдения (с 1992 по 2020 г.) общая частота осложнений I–IV типов по ISOLS 2013 оказалась в 1,4 раза выше в группе пациентов после повторного эндопротезирования (38,1%) по сравнению с первичным (26,6%) ($p < 0,05$). Однако регресс этого показателя оказался в 1,3 раза выше в группе пациентов после повторного эндопротезирования по сравнению с первичным.

Частота осложнений IV типа (инфекция эндопротеза) за весь период наблюдения (с 1992 по 2020 г.) при первичном эндопротезировании составила 7,1%, при повторном эндопротезировании — 6,2%. Регресс частоты осложнений IV типа (инфекция эндопротеза) при первичном эндопротезировании за период наблюдения составил 83%, при повторном эндопротезировании — 61,5%.

В связи с отсутствием стандартов проведения антибиотикопрофилактики при выполнении ортопедических операций различного объема в настоящем исследовании определены оптимальные сроки назначения препаратов для снижения риска инфекционных осложнений (тип IV). Сформирована статистически значимая когорта случаев первичного ($n=490$) и повторного ($n=306$) эндопротезирования, не связанного с лечением перипротезной инфекции (I–III типы осложнений), где была прослежена частота ранней инфекции эндопротеза (тип IVA) после операции при различных сроках назначения антибактериальных препаратов.

Сроки назначения антибактериальных препаратов были сгруппированы в зависимости от их статистической информативности для исследования. Частота ранних инфекционных осложнений (тип IVA) в различные сроки приёма препаратов при первичном эндопротезировании составила:

- менее 4 суток — 8,8% (3/34);
- от 4 до 5 суток — 4,0% (11/276);
- от 6 до 9 суток — 6,0% (9/150);
- более 9 суток — 6,7% (2/30).

Частота ранних инфекционных осложнений (тип IVA) в различные сроки приёма препаратов при повторном эндопротезировании составила:

- менее 4 суток — 5,1% (4/78);
- от 5 до 6 суток — 2,6% (4/154);
- от 6 до 9 суток — 3,9% (2/51);
- более 9 суток — 4,3% (1/23).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при проведении первичного и повторного онкологического эндопротезирования различных суставов

профилактическое назначение антибактериальных препаратов в течение 5 суток после операции позволяет обеспечить минимальную частоту ранних инфекционных осложнений (тип IVA), что связано с достижением равномерной концентрации препарата в период времени, наиболее сопряжённый с повышенным риском перипротезной инфекции. Проведение профилактической антибактериальной терапии в сроки менее 4 суток после операции значительно повышает риск развития ранних инфекционных осложнений при онкологическом эндопротезировании (тип IVA). В то же время профилактическая антибактериальная терапия в сроки более 5 суток после операции при отсутствии риска контаминации преимуществ не даёт.

Проведён анализ сегмент-специфичных осложнений IV типа по ISOLS 2013 в статистически значимых группах первичного и повторного эндопротезирования. Выделены сегменты эндопротезирования, в которых осложнения встречаются наиболее часто.

- Ранняя инфекция эндопротеза (тип IVA): первичное эндопротезирование — коленный сустав при резекции проксимального отдела большеберцовой кости — 23,2% случаев; повторное эндопротезирование — коленный сустав при резекции дистального отдела бедренной кости — 17,6% случаев.

Высокая частота ранней перипротезной инфекции при замещении дефекта верхней трети большеберцовой кости с эндопротезированием коленного сустава сопряжена с развитием мягкотканых осложнений, что связано с анатомической особенностью этой области, эндопротезирование которой требует выделения кожных лоскутов, проведения мышечной пластики (икроножной мышцей) для укрытия имплантата, в большинстве случаев — перевязки передней большеберцовой артерии и вены. Транспозиция икроножной мышцы при недостаточности питающих её артерий, в том числе при атеросклерозе, приводит в ряде случаев к её ишемии и реже к некрозу. Сходная проблема может вызывать краевой некроз выделенных кожных или кожно-фасциальных лоскутов. Вышеописанные осложнения повышают риск ранней перипротезной инфекции (тип IVA).

- Поздняя инфекция эндопротеза (тип IVB): первичное эндопротезирование — тазобедренный сустав при резекции проксимального отдела бедренной кости — 8,1% случаев; повторное эндопротезирование — тазобедренный сустав при резекции проксимального отдела бедренной кости — 14,3% случаев.

В настоящем исследовании достоверно доказано, что использование полимерной сетки типа Trevira или LARS при первичном и повторном эндопротезировании значительно снижает риск смещения и вывиха шаровидных типов суставов эндопротезов (тип IA). Реконструкция ложа эндопротеза при первичном эндопротезировании полимерной сеткой позволила снизить

частоту этого осложнения на 83,3% (с 10,8 до 1,8%), при повторном эндопротезировании — на 100% (с 27,3 до 0%). Кроме того, было выявлено снижение частоты инфекционных осложнений после первичного эндопротезирования различных сегментов кости при реконструкции мягкотканых дефектов полимерной сеткой. Регресс частоты ранней инфекции ложа эндопротеза (тип IVA) при использовании полимерной сетки составил 38,6%, поздней инфекции ложа эндопротеза (тип IVB) — 34,2%. Снижение частоты ранней инфекции ложа эндопротеза при использовании полимерной сетки достигается благодаря плотной фиксации мягких тканей к эндопротезу, значимому уменьшению полости вокруг него, что снижает объём накопления послеоперационного экссудата, представленного геморрагическим содержимым, которое является питательной средой при бактериальной колонизации.

В настоящем исследовании после первичного и повторного онкологического эндопротезирования выявлено превалирование доли ранних (тип IVA) инфекционных осложнений, что составило 15 и 11,9% соответственно, над поздними (тип IVB), которые в общей структуре осложнений составили 5 и 4,4% соответственно. Полученная разница результатов ранней и поздней инфекции ложа эндопротеза связана с более высоким риском попадания возбудителей инфекционно-воспалительного процесса во время операции через послеоперационную рану до её эпителизации.

Более высокая частота ранних инфекционных осложнений (тип IVA) после первичного эндопротезирования связана со значительной травматизацией мягких тканей при первичном эндопротезировании, отсутствием сформированного ложа эндопротеза по сравнению с повторным, что повышает риск развития инфекционно-воспалительного процесса. В настоящем исследовании в общей структуре зарегистрированных случаев инфекционно-воспалительного процесса после первичного эндопротезирования наиболее часто был верифицирован *Staphylococcus aureus*, составивший 38,1%, после повторного эндопротезирования — *Staphylococcus epidermidis*, составивший 53%. В когорте первичного эндопротезирования доля инфекций без выявленного возбудителя была высокой и составляла 22,6%, в то время как при повторном эндопротезировании — 5,9%. По данным литературных источников, этот показатель варьирует от 7 до 22% [5–7]. В 85,7% случаев выявить возбудитель перипротезной инфекции не удалось по причине начала антибактериальной терапии по месту жительства до момента выполнения артроцентеза. В остальных случаях диагностика патогена не увенчалась успехом, вероятно, по причине наличия микроорганизма, трудно поддающегося культивированию.

Частота выявления различных бактериальных микроорганизмов после первичного и повторного эндопротезирования представлена на рис. 1.

В настоящем исследовании наилучших результатов лечения инфекции ложа эндопротеза после первичного

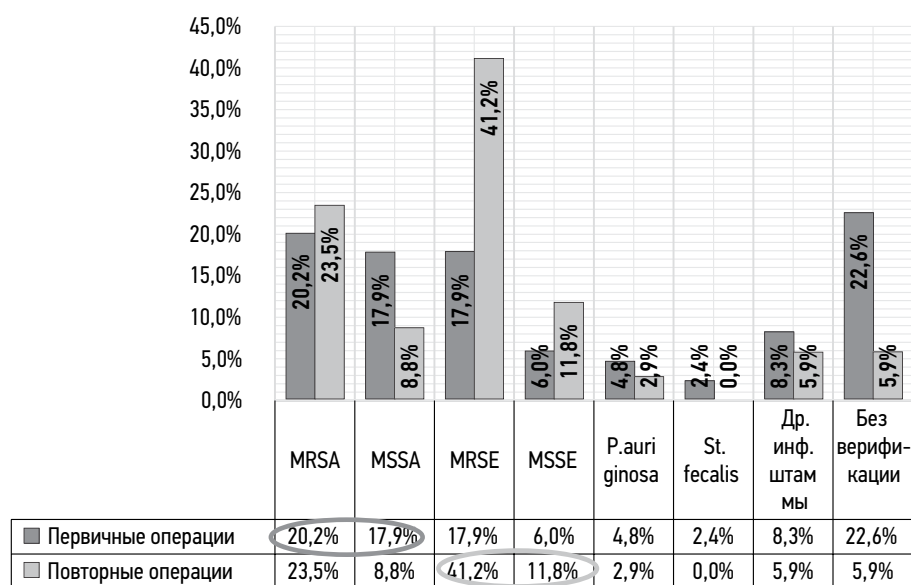


Рис. 1. Структура бактериальных микроорганизмов, выделенных при первичном и повторном эндопротезировании.

Примечание. MRSA — метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus*, MSSA — метициллин-чувствительный *Staphylococcus aureus*, MRSE — метициллин-резистентный *Staphylococcus epidermidis*, MSSE — метициллин-чувствительный *Staphylococcus epidermidis*.

Fig. 1. The structure of bacterial microorganisms isolated during primary and repeated arthroplasty.

Note. MRSA — methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MSSA — methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*, MRSE — methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis*, MSSE — methicillin-susceptible *Staphylococcus epidermidis*.

и повторного эндопротезирования удалось достичь при использовании комбинированной стратегии, где хирургический этап сочетался с предоперационной и длительной этиотропной послеоперационной антибактериальной терапией. Наиболее часто для лечения перипротезной инфекции выбиралась стратегия двухэтапного реэндопротезирования: после первичного эндопротезирования — в 58,3% случаев, после повторного эндопротезирования — в 65,4%. При проведении одноэтапного реэндопротезирования отрицательный клинический опыт в виде возобновления инфекционно-воспалительного процесса был получен в 100% случаев как после первичного, так и после повторного эндопротезирования.

Частота возобновления инфекционно-воспалительного процесса после двухэтапного реэндопротезирования в отличие от одноэтапного в группе пациентов после первичного эндопротезирования при наличии верифицированного возбудителя инфекции составила 11,9%, после повторного эндопротезирования — 15,9%.

Консервативное лечение перипротезной инфекции в группе пациентов после первичного эндопротезирования производилось в 11,9% случаев, после повторного эндопротезирования — в 15,4%. Полное купирование инфекционно-воспалительного процесса в группе лиц после первичного эндопротезирования было достигнуто у 3 из 10 пациентов, после повторного эндопротезирования — у 3 из 4. Необходимость проведения калечащих операций — ампутаций/экзартикуляций при инфекции ложа эндопротеза оказалась выше в группе после повторного эндопротезирования.

В настоящем исследовании было доказано, что на первом этапе лечения перипротезной инфекции при предполагаемом сроке инфицирования не более 5–6 суток целесообразно использование консервативного способа лечения, что связано со сроками формирования гликокаликсной биоплёнки на поверхности имплантата. Возможный успех начатого антибактериального лечения

перипротезной инфекции в вышеуказанные сроки после предполагаемого инфицирования исключает хирургический этап в терапии этого осложнения, что позволяет:

- избежать периода инвалидизации при двухэтапном реэндопротезировании, равного примерно 2–3 мес (при использовании статического спейсера);
- снизить операционные риски, возникающие при двухэтапном реэндопротезировании;
- сохранить удовлетворительный функциональный результат;
- сохранить мышечный потенциал, снизить риск развития остеопении/остеопороза.

Тем не менее основным способом лечения инфекционно-воспалительного процесса ложа эндопротеза остаётся двухэтапное реэндопротезирование. Частота использования различных способов лечения перипротезной инфекции представлена на рис. 2.

Снижению частоты перипротезной инфекции способствовали следующие произошедшие за 27-летний период изменения в стратегии первичного и повторного эндопротезирования:

- укрытие кожи области хирургического доступа антимикробной, дезинфицирующей разрезаемой плёнкой с йодоформом;
- перманентная санация ложа эндопротеза растворами антисептиков в течение операции;
- использование полимерной сетки типа Trevira или LARS для реконструкции ложа эндопротеза при удалении значимого массива мягких тканей и продолжительной резекции кости;
- удаление дренажей не позже 3–5 суток после операции;
- при любом эндопротезировании — обязательное использование периоперационного введения антибиотиков (в день операции — за 30–60 минут до кожного разреза, за исключением ванкомицина и фторхинолонов), соблюдение интервала повтор-

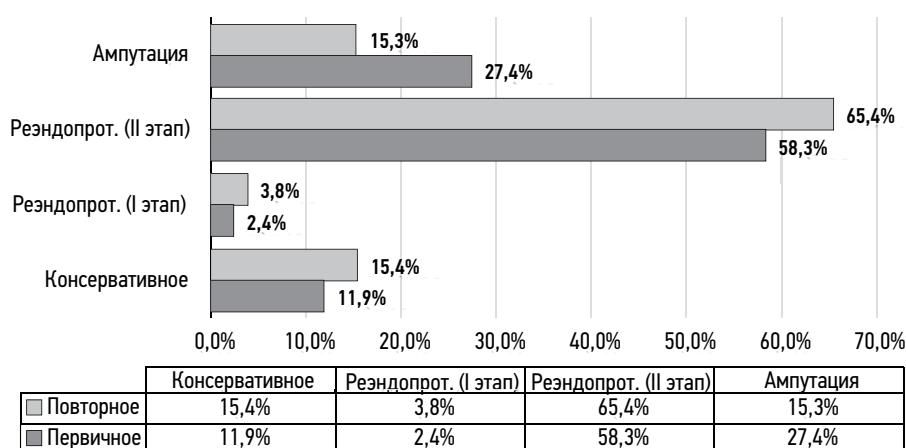


Рис. 2. Использование различных способов лечения перипротезной инфекции.

Fig. 2. Use of various treatment methods of periprosthetic infection.

ного введения антибиотика соответственно периоду его полувыведения;

- при первичном и повторном эндопротезировании, отсутствии очагов инфекции в организме — применение периоперационной антибиотикопрофилактики цефалоспорины I или II поколения (цефазолин, цефуроксим) в качестве препаратов выбора и фторхинолонами в качестве их альтернативы при наличии аллергии на цефалоспорины; при предполагаемой длительности операции более 6 часов целесообразно за 30 минут до вмешательства вводить цефтриаксон (цефалоспорины III поколения с длительным периодом полувыведения), а при наличии высокого риска контаминации раны метициллин-резистентным стафилококком осуществляется антибиотикопрофилактика ванкомицином;
- длительность антибактериальной профилактики может быть пролонгирована до 5 суток для создания достаточной и равномерной фармакологической концентрации препарата в раннем послеоперационном периоде, сопряжённом с наиболее высоким риском развития ранней инфекции ложа эндопротеза;
- при ревэндопротезировании, связанном с перипротезной инфекцией, выбор препарата осуществляется в зависимости от выделенного возбудителя и антибиотикограммы, при его отсутствии — эмпирически с учётом наиболее часто выделяемых возбудителей; введение препаратов может быть начато по лечебной схеме за несколько дней до операции, а в день операции очередное введение препарата должно быть выполнено за 30–60 минут до кожного разреза (кроме препаратов, введение которых начинается за 60–120 минут, — ванкомицин, даптомицин и др.);
- длительность антибактериальной терапии при лечении перипротезной инфекции зависит от выделенного возбудителя, хирургической тактики и составляет при положительном эффекте на используемые препараты не менее 4 недель, в том числе не менее 2 недель парентеральной антибиотикотерапии с последующим переходом на пероральные схемы лечения.

Разработанный в исследовании превентивный комплекс мер, заключающийся в строгом соблюдении стандартизованных профилактических схем антибактериальных препаратов во время и после операции, изменений в хирургической технике, периоперационном ведении пациентов, их информировании о рисках инфекционных осложнений во время адьювантной консервативной терапии и после полного завершения лечения, за 27-летний период позволил снизить частоту ранней инфекции ложа эндопротеза на 15,3% при первичном эндопротезировании и на 7,1% при повторном. За последние 7 лет данный

показатель оказался сходным при первичном и повторном эндопротезировании и составил 2,8 и 2,7% соответственно. Данные представлены на рис. 3.

Частоту поздних инфекционных осложнений за 27-летний период удалось снизить на 3,2% при первичном эндопротезировании и на 8,3% при повторном. Данный показатель за последний семилетний период наблюдения составил 1% после первичного эндопротезирования и 0,8% после повторного. Стоит отметить, что полученные результаты в настоящей работе показывают отсутствие значимого различия средней частоты инфекционных осложнений между первичным и повторным эндопротезированием. Данные представлены на рис. 4.

Ниже приведён клинический пример лечения пациента с перипротезной инфекцией с применением инновационных разработок, полученных в процессе исследования.

Клинический пример

Пациент 3., 32 года, с основным диагнозом «остеосаркома дистального отдела левой бедренной кости (T2G3N0M0, IIB ст.)». Состояние после комбинированного лечения в 2014–2015 г. Состояние после двухэтапного ревэндопротезирования 26.09.2017 г. Инфекция ложа эндопротеза. Состояние после удаления эндопротеза с замещением дефекта артикуляционным спейсером в 2019 г. Сопутствующий диагноз: псориаз.

Со слов пациента, впервые симптомы заболевания появились в августе 2014 г. после занятий спортом, когда он отметил появление боли в области левого коленного сустава. В ноябре 2014 г. пациент отметил ограничение движений в левом коленном суставе, увеличение объёма левого бедра. По данным рентгенографии заподозрена опухоль кости.

19.11.2014 г. выполнена трепанобиопсия опухоли. По данным гистологического исследования верифицирован диагноз: остеосаркома G3.

С 08.12.2014 по 17.02.2015 г. проведено 4 курса неоадьювантной полихимиотерапии (ПХТ) по схеме AP.

12.03.2015 г. выполнена операция — резекция дистального отдела левой бедренной кости с эндопротезированием (рис. 5). Установлен модульный гибридный эндопротез фирмы Stryker (США): бедренная ножка эндопротеза бесцементная, большеберцовая ножка — цементная.

По данным послеоперационного гистологического исследования: остеосаркома бедренной кости, остеобластический вариант, с признаками лечебного патоморфоза IIB степени (80% регрессии опухоли по Huvos).

С 06.04.2015 по 20.08.2015 г. проведено 6 курсов адьювантной ПХТ. Введение препаратов производилось через порт для внутривенных инфузий.

В мае 2015 г. после 2-го адьювантного курса ПХТ отмечены гиперемия кожи и отёк в области порта для внутривенных инфузий. Проведена антибактериальная терапия

Частота поздней (более 2 лет) инфекции ложа эндопротеза после первичного и повторного эндопротезирования за период 27 лет (IVB тип)

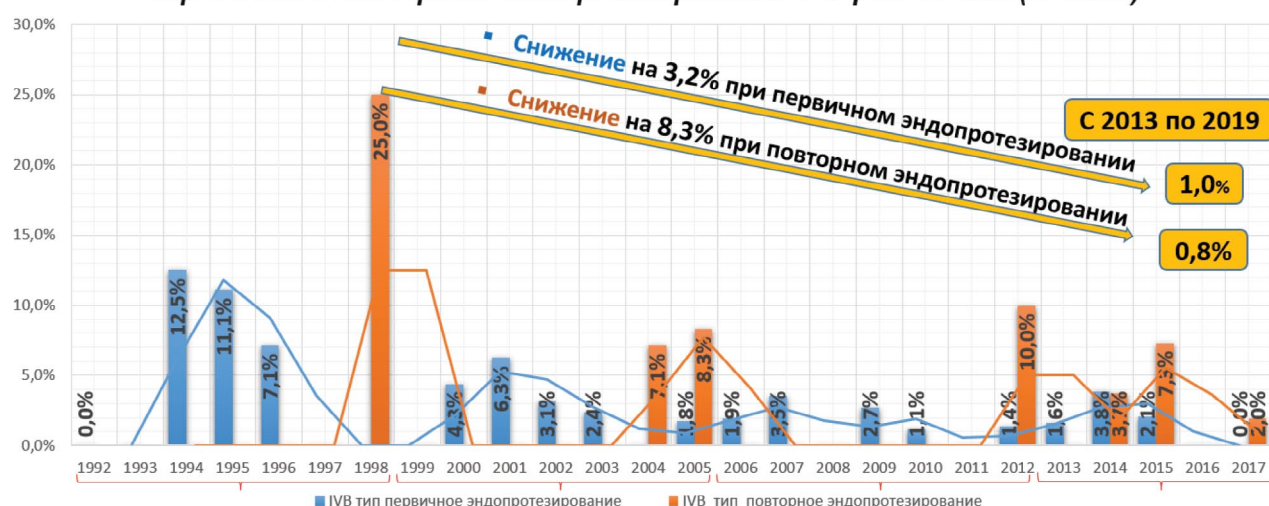


Рис. 4. Частота поздней инфекции (IVB тип) ложа эндопротеза после первичного и повторного эндопротезирования.

Fig. 4. The frequency of late periprosthetic infection (IVB type) after primary and revision endoprosthesis replacement.

по месту жительства с положительным эффектом в виде полного купирования симптомов.

В сентябре 2015 г. пациент отметил появление боли в области левого бедра, периодическое повышение температуры до 38 °С, тугоподвижность коленного сустава. В результате лабораторных исследований выявлено повышение СРБ до 150 мг/л.

По данным двукратного микробиологического исследования, проведенного по месту жительства, выявлен метициллин-резистентный *Staphylococcus epidermidis* (MRSE) (рис. 6).

Проведена этиотропная антибактериальная терапия ванкомицином с положительным эффектом в виде

купирования температуры, снижения СРБ до нормы, отрицательного посева.

17.01.2017 г. пациент обратился повторно с симптомами инфекции ложа эндопротеза. По данным двукратного микробиологического исследования вновь выявлен MRSE.

21.04.2017 г. выполнена операция: удаление эндопротеза левого коленного сустава с замещением дефекта спейсером (1-й этап двухэтапного ревэндопротезирования). Результат микробиологического исследования материала, забранного во время операции (парапротезная жидкость, мягкие ткани ложа эндопротеза, втулка эндопротеза), — MRSE, соответствующий предыдущему эпизоду инфекционно-воспалительного процесса.

Частота ранней (до 2 лет) инфекции ложа эндопротеза после первичного и повторного эндопротезирования за период 27 лет (IVA тип)

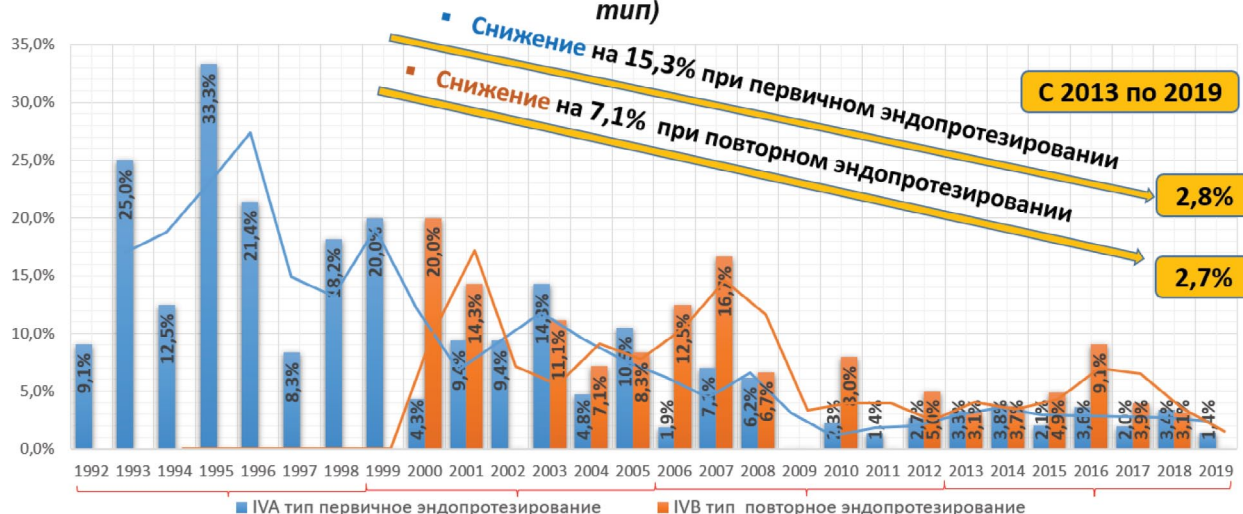


Рис. 3. Частота ранней инфекции (IVA тип) ложа эндопротеза после первичного и повторного эндопротезирования.

Fig. 3. The frequency of early periprosthetic infection (IVA type) after primary and revision endoprosthesis replacement.

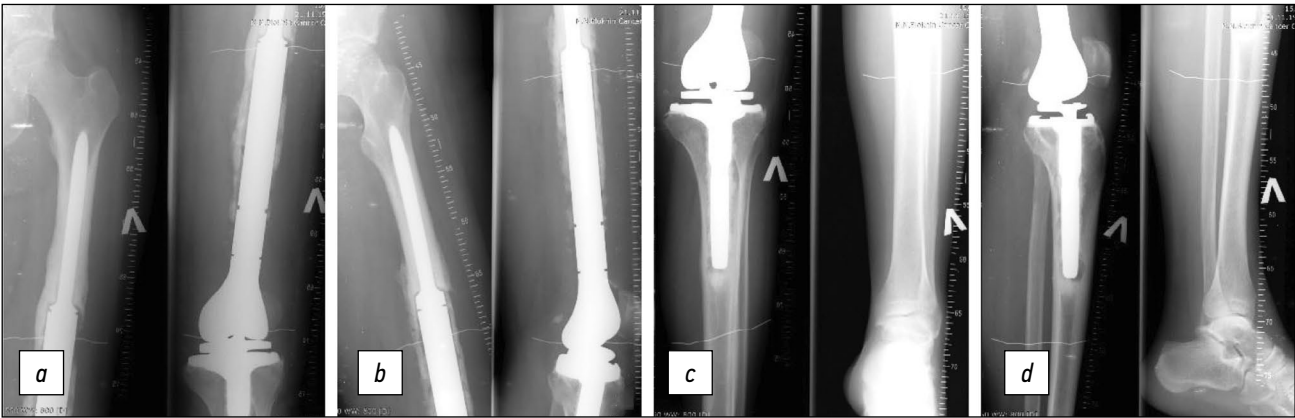


Рис. 5. Рентгенография после первичного эндопротезирования 2015 г.: *a* — бедренная ножка эндопротеза, прямая проекция; *b* — бедренная ножка эндопротеза, боковая проекция; *c* — большеберцовая ножка эндопротеза, прямая проекция; *d* — большеберцовая ножка эндопротеза, боковая проекция.

Fig. 5. Radiography after primary endoprosthetics in 2015: *a* — femoral stem of the endoprosthesis, frontal projection; *b* — femoral stem of the endoprosthesis, lateral projection; *c* — tibial pedicle of the endoprosthesis, frontal projection; *d* — tibial pedicle of the endoprosthesis, lateral projection.

В послеоперационном периоде проводился постоянный приточно-отточный лаваж ложа спейсера антисептиком «Пронтосан» в течение 5 суток. Проводилась этиотропная антибактериальная терапия: 2 недели — парентеральное введение препаратов на стационарном этапе (ванкомицин в дозе 2 г в сутки), 4 недели — приём таблетированных препаратов (фузидиевая кислота 1,0 г № 3 внутрь, клиндамицин 450 мг № 4 внутрь) на амбулаторном этапе.

Через 2 недели после отмены антибиотиков выполнено 3 повторных забора аспирата ложа спейсера с интервалом около недели. Результат микробиологического

исследования полученного материала: роста микрофлоры нет.

26.09.2017 г. выполнена операция: ревэндопротезирование левого коленного сустава (II этап). Установлен модульный эндопротез фирмы Stryker (США).

Антибактериальная терапия проводилась согласно последнему положительному микробиологическому исследованию: 2 недели — парентеральное введение ванкомицина (1 г 2 раза в сутки в/в капельно) на стационарном этапе, 2 недели — приём таблетированных препаратов (линезолид 600 мг № 2 внутрь, рифампицин 450 мг № 2 внутрь) на амбулаторном этапе.

Показатель	Результат
Микроскопия	аморфный детрит

1. Staphylococcus epidermidis MRS 1 · 10⁴ КОЕ/мл

№	Наименование	Ч	№	Наименование	Ч
1	Amox/K Clav	R	10	Levofloxacin	R
2	Amp/Sulbactam	R	11	Linezolid	S
3	Cefazolin	R	12	Moxifloxacin	S
4	Cefoxitin Screen	MRS	13	Oxacillin	R
5	Ciprofloxacin	R	14	Rifampin	S
6	Clindamycin	S	15	Synercid	S
7	Daptomycin	S	16	Tetracycline	R
8	Erythromycin	S	17	Trimeth/Sulfa	S
9	Gentamicin	S	18	Vancomycin	S

Результат микробиологического исследования - Рост есть

Интерпретация результатов

S = чувствительный
I = промежут. чувствит.
R = резистентный
S* = пропозир. чувствительность
IB = Индуцир бета-лактамазу. Появл. в графе "Чувствительный" у видов произв. бета-лактамазу, возможно они могут становиться резистентными ко всем бета-лактамным анибиотикам

N/R = нет данных
--- не тестирован
TFG = Тимидин зависимый штамм
R* = пропозир. резистентный

EBL? = Подозр. на ESBL, необходимы подтверж. тесты.
ESBL = Бета лактамаза расшир. спектра действия
Blac = Бета-лактамаза положит.
MRS = Метициллин-резистентный стафилаккок

Рекомендовано наблюдение за пациентами в течении/после лечения

Рис. 6. Микробиологическое исследование аспирата ложа эндопротеза.

Fig. 6. Microbiological examination of the endoprosthesis bed aspirate.

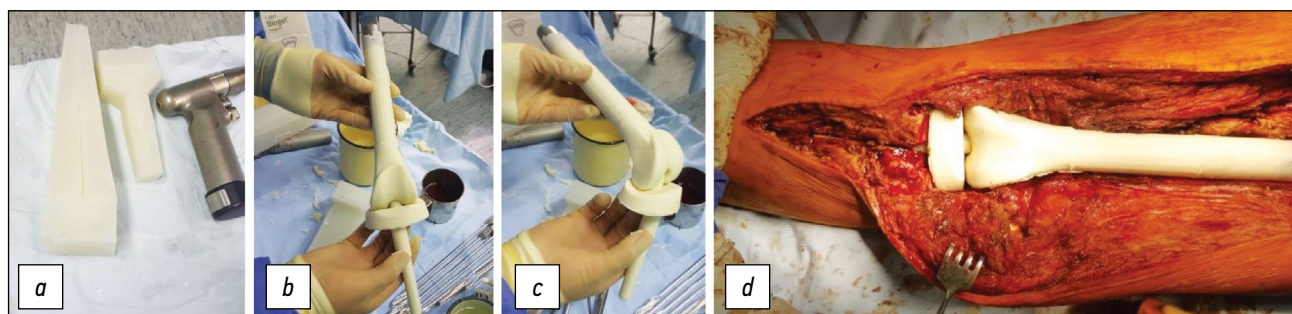


Рис. 7. Этапы изготовления артикуляционного 3D-спейсера: *a* — создание формы для изготовления 3D-спейсера; *b, c* — изготовленный артикуляционный 3D-спейсер коленного сустава; *d* — замещение дефекта после удаления эндопротеза коленного сустава артикуляционным 3D-спейсером.

Fig. 7. Manufacturing stages of articulating 3D spacer: *a* — creating a mold for manufacturing a 3D spacer; *b, c* — fabricated articulatory 3D spacer of the knee joint; *d* — defect replacement after removal of the knee endoprosthesis with an articulatory 3D spacer.

Оценка эффективности лечения проводилась на основании микробиологического исследования аспирата ложа эндопротеза на госпитальном этапе и по данным изменения СРБ на амбулаторном этапе.

В январе 2019 г. пациент отметил появление болей и нарастание отёка в проекции эндопротеза, увеличение СРБ до 134 мг/л. По данным двукратного микробиологического исследования выявлен MRSE.

Исходя из имевшегося ранее положительного эффекта на фоне терапии ванкомицином, в рамках попытки консервативного лечения перипротезной инфекции пациент эмпирически получал ванкомицин 1 г № 2 в/в, цефоперазон/сульбактам 2 г № 2 в/в (для расширения спектра антимикробной терапии). Отмечен положительный эффект на фоне проводимой терапии в виде снижения СРБ до 30 мг/л, однако полного клинического эффекта лекарственного лечения достичь не удалось (лейкоциты в аспирате $2,9 \times 10^9/\text{л}$).

14.02.2019 г. выполнена операция: удаление эндопротеза левого коленного сустава с замещением дефекта артикуляционным спейсером (рис. 7).

В послеоперационном периоде проводились постоянный приточно-отточный лаваж ложа спейсера антисептиком «Пронтосан» в течение 5 суток, этиотропная антибактериальная терапия в течение 6 недель (2 недели — парентеральное введение тех же препаратов на стационарном этапе, 4 недели — приём таблетированных форм линезолида и рифампицина в тех же дозах на амбулаторном этапе).

Учитывая наличие сопутствующего хронического заболевания с поражением кожных покровов (псориаз), повторяющиеся эпизоды инфекции имплантата с идентичным бактериальным возбудителем и сходной бактериограммой, было принято решение увеличить интервал между этапами двухэтапного реэндопротезирования до 1 года. С целью сохранения функционального потенциала и восстановления качества жизни для замещения дефекта после удаления эндопротеза левого коленного сустава был использован индивидуальный

артикуляционный спейсер. Данная конструкция дала возможность сохранить угол сгибания коленного сустава до 80 градусов и обеспечить полную нагрузку на левую нижнюю конечность через 3 месяца после операции, что позволило отказаться от использования костылей и перейти на применение трости (рис. 8).

Учитывая удобоваримый функциональный результат, позволивший обеспечить качество жизни, сходное с установленным постоянным эндопротезом, пациент через 3 года и 4 месяца обратился для проведения II этапа реэндопротезирования.

В июне 2022 г. выполнен двукратный забор аспирата на микробиологическое исследование. В полученном материале признаков роста микрофлоры не выявлено.

15.06.2022 г. выполнено хирургическое лечение в объёме реэндопротезирования левого коленного сустава (II этап). Установлен модульный цементный эндопротез фирмы Stryker (США) (рис. 9).

Учитывая увеличенный срок между этапами реэндопротезирования, ранее полученный эффект от антибактериальной терапии, пациенту вновь проводилось лечение препаратами ванкомицин 1 г № 2 в/в, цефоперазон/сульбактам 2 г № 2 в/в в течение 2 недель. Микробиологическое исследование материала, забранного во время операции (мягкие ткани ложа спейсера, фрагмент спейсера), роста не выявило.

Эффективность проводимого лечения оценивалась на основании цитоза аспирата ложа эндопротеза на госпитальном этапе, составившего $0,2 \times 10^9/\text{л}$, и СРБ 20 мг/л на момент выписки из стационара. Контроль эффективности проведённого лечения на амбулаторном этапе включал оценку СРБ, который составил на момент последнего контроля, через 3 месяца после операции, 3,1 мг/л.

На момент написания статьи (апрель 2023 г.) признаков прогрессирования заболевания и возобновления инфекционно-воспалительного процесса у пациента не выявлено.



Рис. 8. Функциональный результат через 6 месяцев после замещения дефекта артикуляционным 3D-спейсером коленного сустава.

Fig. 8. Functional result 6 months after the defect was replaced with an articulatory 3D spacer of the knee joint.

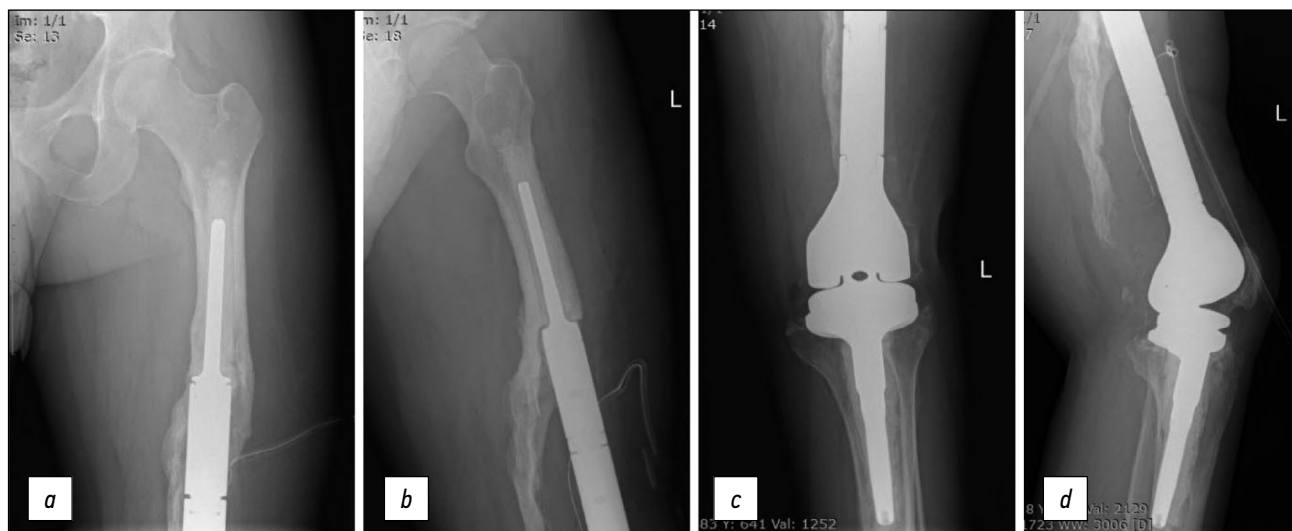


Рис. 9. Рентгенография после II этапа реэндопротезирования коленного сустава (2022 г.): *a* — бедренная ножка эндопротеза, прямая проекция; *b* — бедренная ножка эндопротеза, боковая проекция; *c* — большеберцовая ножка эндопротеза, прямая проекция; *d* — большеберцовая ножка эндопротеза, боковая проекция.

Fig. 9. X-ray after stage II knee revision endoprosthesis (2022): *a* — femoral stem of the endoprosthesis, frontal projection; *b* — femoral stem of the endoprosthesis, lateral projection; *c* — tibial pedicle of the endoprosthesis, frontal projection; *d* — tibial pedicle of the endoprosthesis, lateral projection.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование 40 литературных источников, освещающих различные сегменты эндопротезирования за 49-летний период (1969–2018 г.), показало, что среднее значение частоты осложнений IV типа по ISOLS 2013 составило 10,4% и варьировало от 0% [4, 8] при эндопротезировании диафиза бедренной, плечевой кости и верхней трети плечевой кости до 28,6% ($n=21$) [9] при резекции нижней трети бедренной кости, верхней трети большеберцовой кости.

В 1990–2000-е годы были достигнуты значительные успехи в хирургической технике, разработана периоперационная стратегия снижения инфекционных осложнений,

появились новые группы препаратов, способных скорректировать глубину иммуносупрессии проводимой химиотерапии.

При анализе литературных данных была прослежена динамика средних показателей инфекции ложа эндопротеза в различные временные интервалы.

В интервале с 1972 по 2003 г. средняя частота перипротезной инфекции для всех локализаций составила 16% и варьировала от 1,6% ($n=67$) [10] при эндопротезировании верхней трети бедренной кости до 19,5% ($n=194$) [11] при эндопротезировании верхней трети большеберцовой кости.

При сравнении полученных результатов с результатами более поздних периодов наблюдения — с 2000 по 2014 г. и с 2005 по 2014 г. — выявлено снижение средней частоты осложнений IV типа более чем в 2 раза. Так, за период

наблюдения с 2000 по 2014 г. средняя частота осложнений составила 8,7% и варьировала от 2% в исследовании J. Benevenia et al. ($n=41$) [6] при различных локализациях эндопротезирования до 28,6% в исследовании Holl et al. ($n=21$) [9] при эндопротезировании различных сегментов области коленного сустава. В период наблюдения с 2005 по 2014 г. средняя частота осложнений IV типа составила 6,3% и варьировала от 0% в исследовании Wang et al. ($n=16$) [12] при эндопротезировании верхней трети плечевой кости до 22,1% ($n=69$) в исследовании Kostuj et al. [15] при эндопротезировании различных сегментов верхней и нижней конечностей.

В исследовании Pala et al. ($n=247$) [13], которое охватывало операции по эндопротезированию различных сегментов области коленного сустава, проведённые в течение 7 лет — с 2003 по 2010 г., средняя частота осложнений II типа после первичного эндопротезирования составила 11,4%, после ревизионного эндопротезирования — 4,1%. Средний срок до появления инфекции эндопротеза после повторного эндопротезирования оказался больше, чем после первичного ($p=0,0475$). По данным литературных источников, частота перипротезной инфекции после первичного онкологического эндопротезирования варьировала от 2 до 20%, после повторных операций по поводу осложнений различных типов — от 2 до 43% [13–16].

Учитывая значительный разброс средней частоты перипротезной инфекции в онкоортопедии в различных исследованиях за сходные временные интервалы наблюдения, дополнительно полученные данные были сопоставлены с результатами, отражающими частоту инфекционных осложнений в ортопедии, а также была проведена оценка специфичности частоты осложнения в зависимости от сегмента эндопротезирования. Выявлено, что средняя частота перипротезной инфекции при ортопедическом эндопротезировании различных суставов варьировала от 1 до 7% [17, 18]. Это осложнение занимает первое место в ортопедическом эндопротезировании. Частота возникновения инфекционных осложнений при ортопедическом эндопротезировании коленного сустава, по данным различных исследований, варьировала от 0,9 до 4,0% [18–20], в то время как эндопротезирование тазобедренного сустава было сопряжено с возникновением инфекционных осложнений в 1,1–2,2% случаев [21, 22]. По данным W.Y. Matar et al., от 2,7 до 18% ортопедических эндопротезов подвергаются удалению по причине перипротезной инфекции [23].

Сравнительный анализ частоты возникновения перипротезной инфекции в ортопедии и онкологии в зависимости от сегмента эндопротезирования позволил выявить их прямую корреляцию. Так, средняя частота перипротезной инфекции в исследованных литературных источниках при резекции бедренной кости с эндопротезированием коленного сустава составила 7%, при резекции бедренной кости с эндопротезированием тазобедренного сустава — 5,2%, а при эндопротезировании

коленного сустава после резекции костей голени — 15,7%. Высокая частота инфекции в 1980-е и 1990-е годы была связана с отсутствием и нераспространённостью технологии укрытия эндопротеза с использованием медиальной ножки икроножной мышцы, недостаточной фиксацией разгибательного аппарата коленного сустава [13]. В исследовании Myers et al., проведённом на 194 пациентах, была прослежена тенденция снижения частоты перипротезной инфекции в 2 раза — с 31 до 14% при использовании икроножного лоскута [11]. В исследовании Grimer et al. этот показатель снизился с 36 до 12% [24]. В исследовании L.M. Jeys et al. на базе большой группы пациентов, насчитывавшей 1240 человек, проведён структурный анализ частоты перипротезной инфекции в зависимости от сегмента эндопротезирования за продолжительный период времени — от 2 месяцев до 33 лет. Общая частота осложнений IV типа по ISOLS 2013 составила 11% при среднем периоде наблюдения 5,8 года. В этом исследовании прослеживается пропорциональное распределение инфекции в зависимости от сегмента эндопротезирования, что соответствует общей тенденции в онкоортопедии. Частота перипротезной инфекции после резекции большеберцовой и бедренной кости с эндопротезированием коленного сустава составила 23,1 и 10,3% соответственно, эндопротезирования плечевого сустава после резекции плечевой кости — 1,1%, резекции бедренной кости с эндопротезированием тазобедренного сустава — 6,7%, диафиза бедра — 0% [4].

Выявлено значительное количественное различие между онкологическим и ортопедическим эндопротезированием. Более высокий риск развития перипротезной инфекции у пациентов после онкологического эндопротезирования связан со следующими факторами:

- длительным временем операции;
- размером металлического имплантата;
- объёмом удаляемых мягких тканей (степень травматизации тканей во время операции);
- иммуносупрессией при проведении периодического адъювантного консервативного лечения [18, 25].

В настоящее время наиболее распространёнными возбудителями перипротезной инфекции являются стафилококки, как коагулазонегативные, так и коагулазопозитивные, встречающиеся в основном в монокультуре либо в комбинации с энтеробактериями, неспорообразующими анаэробами и стрептококками, которые выделяются значительно реже. Кроме того, по данным ПЦР-исследований, среди зарегистрированных патогенов встречаются практически все аэробы, анаэробы, грибы, микобактерии и бруцеллы [26, 27].

Клинический исход лечения зависит от возбудителя перипротезной инфекции. Выбор схемы антибиотикотерапии, использование препаратов с доказанным высоким эффектом ограничен данными о чувствительности

возбудителя к антибактериальным средствам. Наличие этих параметров позволяет значительно облегчить выбор стратегии лечения перипротезной инфекции. Так, в исследовании Schmalzried et al. ретроспективный анализ результатов 3051 случая ортопедического эндопротезирования тазобедренного сустава выявил, что причиной перипротезной инфекции в 38% случаев были грамотрицательные бактерии (*E.coli* и *Pseudomonas* spp.), в 33% — *S.aureus*, в 12% — *S.epidermidis*, в 10% — *Enterococcus* spp. [28]. В исследовании Zajonz et al., включавшем 114 случаев установки онкологических эндопротезов, в спектре инфекционных возбудителей преобладали коагулазонегативные стафилококки (КНС) — 73,5%, в том числе *S.epidermidis* (26,3%), *S.capitis* (5,3%), *S.warneri* (5,3%) и КНС, не идентифицированные до вида (36,6%). Существенно реже встречались *S.aureus* — 15,8%, *P.aeruginosa* — 5,3% и др. [29].

Частота и риск повторного инфицирования также определяют выбранную стратегию при проведении реэндопротезирования, которое может быть одноэтапным и двухэтапным. Исходя из результатов статистического обзора литературных данных, можно констатировать, что частота повторного инфицирования после онкологического одноэтапного реэндопротезирования составила 47% за средний период наблюдения 54 месяца, после двухэтапного реэндопротезирования этот показатель оказался гораздо ниже и составил 28% за средний период наблюдения 28 месяцев.

В исследовании Sigmund et al. ($n=81$) анализ совокупной заболеваемости показал, что частота повторной инфекции при одноэтапном реэндопротезировании через 2 года составила 30%, через 5 лет — 39%, при проведении двухэтапного реэндопротезирования через 2 года после операции перипротезная инфекция возникала в 28% случаев, через 5 лет — в 48% случаев [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный в исследовании превентивный комплекс мер, заключающихся в строгом соблюдении стандартизованных профилактических схем антибактериальных препаратов во время и после операции, изменений в хирургической технике, периоперационном ведении пациентов, их информировании о рисках инфекционных осложнений во время адъювантной консервативной терапии и после полного завершения лечения, за 27-летний период позволил снизить частоту ранней инфекции ложа эндопротеза на 15,3% при первичном эндопротезировании и на 7,1% при повторном.

При этом немаловажным моментом являлось использование продлённой до 5 суток антибиотикопрофилактики, которая позволяет снизить возможную микробную контаминацию раны до безопасного уровня и обеспечить равномерную фармакологическую концентрацию антибактериального препарата в течение всего периода времени,

сопряжённого с наиболее высоким риском ранней инфекции ложа эндопротеза. Полученные результаты консервативного лечения перипротезной инфекции позволяют использовать его как первый этап терапии перипротезной инфекции при предполагаемом сроке инфицирования не более 5–6 суток. Тем не менее основным способом лечения инфекционно-воспалительного процесса остаётся двухэтапное реэндопротезирование.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.В. Соколовский — разработка идеи, концепции, дизайна исследования, обзор материала по теме статьи, сбор и обработка материала, написание текста рукописи; В.А. Соколовский — разработка концепции, дизайна исследования, написание текста рукописи, научное редактирование текста рукописи; Г.Н. Мачак — написание текста рукописи, научное редактирование текста рукописи; И.Н. Петухова, А.А. Курильчик — обзор материала по теме статьи, научное редактирование; А.А. Жеравин — научное редактирование.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. A.V. Sokolovsky — idea and concept development, study design, review of material on the topic of the article, collection and processing of material, writing the text of the manuscript; V.A. Sokolovsky — concept development, research design, writing the text of the manuscript, scientific editing of the text of the manuscript; G.N. Machak — writing the manuscript text, scientific editing the manuscript; I.N. Petukhova, A.A. Kurilchik — material review on the topic of the article, scientific editing; A.A. Geravin — scientific editing.

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

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

Consent for publication. The patients gave their written consent for publication of their medical data and images.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pala E., Trovarelli G., Calabro T., Angelini A., Abati C.N., Ruggieri P. Survival of Modern Knee Tumor Megaprotheses: Failures, Functional Results, and a Comparative Statistical Analysis // *Clin Orthop Relat Res*. 2015. Vol. 473, № 3. P. 891–899. doi: 10.1007/s11999-014-3699-2
2. Benevenia J., Kirchner R., Patterson F., et al. Outcomes of a modular intercalary endoprosthesis as treatment for segmental defects of the femur, tibia, and humerus // *Clin Orthop Relat Res*. 2016. Vol. 474, № 2. P. 539–548. doi: 10.1007/s11999-015-4588-z
3. Henderson E.R., O'Connor M.I., Ruggieri P., Windhager R., Funovics P.T., Gibbons C.L., Guo W., Hornicek F.J., Temple H.T., Letson G.D. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours // *Bone Joint J*. 2014. Vol. 96-B, № 11. P. 1436–1440. doi: 10.1302/0301-620X.96B11.34747
4. Jeys L., Grimer R. The long-term risks of infection and amputation with limb salvage surgery using endoprostheses // *Recent Results Cancer Res*. 2009. № 179. P. 75–84. doi: 10.1007/978-3-540-77960-5_7
5. Berbari E.F., Marculescu C., Sia I., Lahr B.D., Hanssen A.D., Steckelberg J.M., Gullerud R., Osmon D.R. Culture-negative prosthetic joint infection // *Clin Infect Dis*. 2007. Vol. 45, № 9. P. 1113–1119. doi: 10.1086/522184
6. Tan T.L., Kheir M.M., Shohat N., Tan D.D., Kheir M., Chen C., Parvizi J. Culture-Negative Periprosthetic Joint Infection // *JBJS Open Access*. 2018. Vol. 3, № 3. P. e0060. doi: 10.2106/JBJS.OA.17.00060
7. Huang R., Hu C.C., Adeli B., Mortazavi J., Parvizi J. Culture-negative periprosthetic joint infection does not preclude infection control // *Clin Orthop Relat Res*. 2012. Vol. 470, № 10. P. 2717–2723. doi: 10.1007/s11999-012-2434-0
8. Pala E., Henderson E.R., Calabro T., Angelini A., Abati C.N., Trovarelli G., et al. Survival of current production tumor endoprostheses: Complications, functional results, and a comparative statistical analysis // *J Surg Oncol*. 2013. Vol. 108, № 6. P. 403–408. doi: 10.1002/jso.23414
9. Holl S., Schlomberg A., Gosheger G., Dieckmann R., Streitbuerger A., Schulz D., Harges J. Distal femur and proximal tibia replacement with megaprosthesis in revision knee arthroplasty: a limb-saving procedure // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012. Vol. 20, № 12. P. 2513–2518. doi: 10.1007/s00167-012-1945-2
10. Finstein J.L., King J.J., Fox E.J., Ogilvie C.M., Lackman R.D. Bipolar Proximal Femoral Replacement Prostheses for Musculoskeletal Neoplasms // *Clinical orthopaedics and related research*. 2007. № 459. P. 66–75. doi: 10.1097/BLO.0b013e31804f5474
11. Myers G.J.C., Abudu A.T., Carter S.R., Tillman R.M., Grimer R.J. The long-term results of endoprosthetic replacement of the proximal tibia for bone tumours // *J Bone Joint Surg [Br]*. 2007. Vol. 89-B, № 12. P. 1632–1637. doi: 10.1302/0301-620X.89B12.19481
12. Wang B., Wu Q., Liu J., Yang S., Shao Z. Endoprosthetic reconstruction of the proximal humerus after tumour resection with polypropylene mesh // *International Orthopaedics (SICOT)*. 2015. Vol. 39, № 3. P. 501–506. doi: 10.1007/s00264-014-2597-2
13. Pala E., Trovarelli G., Calabro T., Angelini A., Abati C.N., Ruggieri P. High Infection Rate Outcomes in Long-bone Tumor Surgery with Endoprosthetic Reconstruction in Adults: A Systematic Review // *Clin Orthop Relat Res*. 2013. Vol. 471, № 6. P. 2017–2027. doi: 10.1007/s11999-013-2842-9
14. Gosheger G., Carsten G., Ahrens H., Streitbuerger A., Winkelmann W., Harges J. Endoprosthetic Reconstruction in 250 Patients with Sarcoma // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2006. № 450. P. 164–171. doi: 10.1097/01.blo.0000223978.36831.39
15. Kostuj T., Baums M.H., Schaper K., Meurer A. Midterm Outcome after Mega-Prosthesis Implanted in Patients with Bony Defects in Cases of Revision Compared to Patients with Malignant Tumors // *The Journal of Arthroplasty*. 2015. Vol. 30, Iss. 9. P. 1592–1596. doi: 10.1016/j.arth.2015.04.002
16. Ahlmann E.R., Menendez L.R., Kermani C., Gotha H. Survivorship and clinical outcome of modular endoprosthetic reconstruction for neoplastic disease of the lower limb // *J Bone Joint Surg Br*. 2006. Vol. 88, № 6. P. 790–795. doi: 10.1302/0301-620X.88B6.17519
17. Illingworth K.D., Mihalko W.M., Parvizi J., Sculco T., McArthur B., el Bitar Y., Saleh K.J. How to minimize infection and thereby maximize patient outcomes in total joint arthroplasty: a multicenter approach: AAOS exhibit selection // *J Bone Joint Surg Am*. 2013. Vol. 95, № 8. P. e50. doi: 10.2106/JBJS.L.00596
18. Allison D.C., Huang E., Ahlmann E.R., Carney S., Wang L., Menendez L.R. Peri-Prosthetic Infection in the Orthopedic Tumor Patient // *JISRF Reconstructive Review*. 2014. Vol. 4, № 3. P. 13–17. doi: 10.15438/rr.4.3.74
19. Adeli B., Parvizi J. Strategies for the prevention of periprosthetic joint infection // *J Bone Joint Surg Br*. 2012. Vol. 94, № 11, Suppl A. P. 42–46. doi: 10.1302/0301-620X.94B11.30833
20. Jämsen E., Huhtala H., Puolakka T., Moilanen T. Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43,149 cases // *J Bone Joint Surg Am*. 2009. Vol. 91, № 1. P. 38–47. doi: 10.2106/JBJS.G.01686
21. Ong K.L., Kurtz S.M., Lau E., Bozic K.J., Berry D.J., Parvizi J. Prosthetic joint infection risk after total hip arthroplasty in the Medicare population // *J Arthroplasty*. 2009. Vol. 24, № 6, Suppl. P. 105–109. doi: 10.1016/j.arth.2009.04.027
22. Urquhart D.M., Hanna F.S., Brennan S.L., Wluka A.E., Leder K., Cameron P.A., Graves S.E., Cicuttini F.M. Incidence and risk factors for deep surgical site infection after primary total hip arthroplasty: a systematic review // *J Arthroplasty*. 2010. Vol. 25, № 8. P. 1216–1222. doi: 10.1016/j.arth.2009.08.011
23. Matar W.Y., Jafari S.M., Restrepo C., Austin M., Purtill J.J., Parvizi J. Preventing infection in total joint arthroplasty // *J Bone Joint Surg Am*. 2010. Vol. 92, Suppl. 2. P. 36–46. doi: 10.2106/JBJS.J.01046
24. Grimer R.J., Aydin B.K., Wafa H., Carter S.R., Jeys L., Abudu A., Parry M. Very long-term outcomes after endoprosthetic replacement for malignant tumours of bone // *Bone Joint J*. 2016. Vol. 98-B, № 6. P. 857–864. doi: 10.1302/0301-620X.98B6.37417
25. Sigmund I.K., Gamper J., Weber C., Holinka J., Panotopoulos J., Funovics P.T., Windhager R. Efficacy of different revision procedures for infected megaprotheses in musculoskeletal tumour surgery of the lower limb // *PLoS One*. 2018. Vol. 13, № 7. P. e0200304. doi: 10.1371/journal.pone.0200304
26. Дмитриева Н.В., Петухова И.Н. Послеоперационные инфекционные осложнения. Москва: Практическая медицина, 2013. С. 113–135.
27. Алиев М.Д., Соколовский В.А., Дмитриева Н.В. Осложнения при эндопротезировании больных с опухолями костей // *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*. 2003. Т. 14, № 2–1. С. 35–39.

28. Schmalzried T.P., Amstutz H.C., Au M.K., Dorey F.J. Etiology of deep sepsis in total hip arthroplasty: the significance of hematogenous and recurrent infections // *Clin. Orthop.* 1992. № 280. P. 200–207.

29. Zajonz D., Prietzel T., Moche M. Periprosthetic joint infections in modular endoprostheses of the lower extremities: a retrospective observational study in 101 patients // *Patient safety in surgery.* 2016. № 10. P. 6. doi: 10.1186/s13037-016-0095-8

REFERENCES

1. Pala E, Trovarelli G, Calabro T, Angelini A, Abati CN, Ruggieri P. Survival of Modern Knee Tumor Megaprotheses: Failures, Functional Results, and a Comparative Statistical Analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(3):891–899. doi: 10.1007/s11999-014-3699-2
2. Benevenia J, Kirchner R, Patterson F, et al. Outcomes of a modular intercalary endoprosthesis as treatment for segmental defects of the femur, tibia, and humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(2):539–548. doi: 10.1007/s11999-015-4588-z
3. Henderson ER, O'Connor MI, Ruggieri P, Windhager R, Funovics PT, Gibbons CL, Guo W, Hornicek FJ, Temple HT, Letson GD. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours. *Bone Joint J.* 2014;96-B(11):1436–1440. doi: 10.1302/0301-620X.96B11.34747
4. Jeys L, Grimer R. The long-term risks of infection and amputation with limb salvage surgery using endoprostheses. *Recent Results Cancer Res.* 2009;(179):75–84. doi: 10.1007/978-3-540-77960-5_7
5. Berbari EF, Marculescu C, Sia I, Lahr BD, Hanssen AD, Steckelberg JM, Gullerud R, Osmon DR. Culture-negative prosthetic joint infection. *Clin Infect Dis.* 2007;45(9):1113–1119. doi: 10.1086/522184
6. Tan TL, Kheir MM, Shohat N, Tan DD, Kheir M, Chen C, Parvizi J. Culture-Negative Periprosthetic Joint Infection. *JBJS Open Access.* 2018;3(3):e0060. doi: 10.2106/JBJS.OA.17.00060
7. Huang R, Hu CC, Adeli B, Mortazavi J, Parvizi J. Culture-negative periprosthetic joint infection does not preclude infection control. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(10):2717–2723. doi: 10.1007/s11999-012-2434-0
8. Pala E, Henderson ER, Calabro T, Angelini A, Abati CN, Trovarelli G, et al. Survival of current production tumor endoprostheses: Complications, functional results, and a comparative statistical analysis. *J Surg Oncol.* 2013;108(6):403–408. doi: 10.1002/jso.23414
9. Holl S, Schlomberg A, Gosheger G, Dieckmann R, Streibuerger A, Schulz D, Harnes J. Distal femur and proximal tibia replacement with megaprosthesis in revision knee arthroplasty: a limb-saving procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(12):2513–2518. doi: 10.1007/s00167-012-1945-2
10. Finstein JL, King JJ, Fox EJ, Ogilvie CM, Lackman RD. Bipolar Proximal Femoral Replacement Prostheses for Musculoskeletal Neoplasms. *Clinical orthopaedics and related research.* 2007;(459):66–75. doi: 10.1097/BLO.0b013e31804f5474
11. Myers GJC, Abudu AT, Carter SR, Tillman RM, Grimer RJ. The long-term results of endoprosthetic replacement of the proximal tibia for bone tumours. *J Bone Joint Surg [Br].* 2007;89-B(12):1632–1637. doi: 10.1302/0301-620X.89B12.19481
12. Wang B, Wu Q, Liu J, Yang S, Shao Z. Endoprosthetic reconstruction of the proximal humerus after tumour resection with polypropylene mesh. *International Orthopaedics (SICOT).* 2015;39(3):501–506. doi: 10.1007/s00264-014-2597-2
13. Pala E, Trovarelli G, Calabro T, Angelini A, Abati CN, Ruggieri P. High Infection Rate Outcomes in Long-bone Tumor Surgery with Endoprosthetic Reconstruction in Adults: A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(6):2017–2027. doi: 10.1007/s11999-013-2842-9
14. Gosheger G, Carsten G, Ahrens H, Streibuerger A, Winkelmann W, Harnes J. Endoprosthetic Reconstruction in 250 Patients with Sarcoma. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2006;(450):164–171. doi: 10.1097/01.blo.0000223978.36831.39
15. Kostuj T, Baums MH, Schaper K, Meurer A. Midterm Outcome after Mega-Prosthesis Implanted in Patients with Bony Defects in Cases of Revision Compared to Patients with Malignant Tumors. *The Journal of Arthroplasty.* 2015;30(9):1592–1596. doi: 10.1016/j.arth.2015.04.002
16. Ahlmann ER, Menendez LR, Kermani C, Gotha H. Survivorship and clinical outcome of modular endoprosthetic reconstruction for neoplastic disease of the lower limb. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(6):790–795. doi: 10.1302/0301-620X.88B6.17519
17. Illingworth KD, Mihalko WM, Parvizi J, Sculco T, McArthur B, el Bitar Y, Saleh KJ. How to minimize infection and thereby maximize patient outcomes in total joint arthroplasty: a multicenter approach: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(8):e50. doi: 10.2106/JBJS.L.00596
18. Allison DC, Huang E, Ahlmann ER, Carney S, Wang L, Menendez LR. Peri-Prosthetic Infection in the Orthopedic Tumor Patient. *JISRF Reconstructive Review.* 2014;4(3):13–17. doi: 10.15438/rr.4.3.74
19. Adeli B, Parvizi J. Strategies for the prevention of periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(11, Suppl A):42–46. doi: 10.1302/0301-620X.94B11.30833
20. Jämsen E, Huhtala H, Puolakka T, Moilanen T. Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43,149 cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(1):38–47. doi: 10.2106/JBJS.G.01686
21. Ong KL, Kurtz SM, Lau E, Bozic KJ, Berry DJ, Parvizi J. Prosthetic joint infection risk after total hip arthroplasty in the Medicare population. *J Arthroplasty.* 2009;24(6, Suppl):105–109. doi: 10.1016/j.arth.2009.04.027
22. Urquhart DM, Hanna FS, Brennan SL, Wluka AE, Leder K, Cameron PA, Graves SE, Cicuttini FM. Incidence and risk factors for deep surgical site infection after primary total hip arthroplasty: a systematic review. *J Arthroplasty.* 2010;25(8):1216–1222. doi: 10.1016/j.arth.2009.08.011
23. Matar WY, Jafari SM, Restrepo C, Austin M, Purtill JJ, Parvizi J. Preventing infection in total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(Suppl 2):36–46. doi: 10.2106/JBJS.J.01046
24. Grimer RJ, Aydin BK, Wafa H, Carter SR, Jeys L, Abudu A, Parry M. Very long-term outcomes after endoprosthetic replacement for malignant tumours of bone. *Bone Joint J.* 2016;98-B(6):857–864. doi: 10.1302/0301-620X.98B6.37417
25. Sigmund IK, Gamper J, Weber C, Holinka J, Panotopoulos J, Funovics PT, Windhager R. Efficacy of different revision procedures for infected megaprotheses in musculoskeletal tumour surgery of the lower limb. *PLoS One.* 2018;13(7):e0200304. doi: 10.1371/journal.pone.0200304

26. Dmitrieva NV, Petukhova IN. Postoperative infectious complications. Moscow: Practical Medicine; 2013. 113–135 p. (In Russ).

27. Aliyev MD, Sokolovsky VA, Dmitrieva NV. Complications in endoprosthetics of patients with bone tumors. *Bulletin of the N.N. Blokhin Russian Research Center of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2003;14(2–1):35–39. (In Russ).

28. Schmalzried TP, Amstutz HC, Au MK, Dorey FJ. Etiology of deep sepsis in total hip arthroplasty: the significance of hematogenous and recurrent infections. *Clin. Orthop.* 1992;(280):200–207.

29. Zajonz D, Prietzel T, Moche M. Periprosthetic joint infections in modular endoprostheses of the lower extremities: a retrospective observational study in 101 patients. *Patient safety in surgery*. 2016;(10):6. doi: 10.1186/s13037-016-0095-8

ОБ АВТОРАХ

* **Соколовский Анатолий Владимирович**, д.м.н.;
адрес: Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, д. 23;
ORCID: 0000-0002-8181-019X;
eLibrary SPIN: 8261-4838;
e-mail: avs2006@mail.ru

Соколовский Владимир Александрович, д.м.н.;
ORCID: 0000-0003-0558-4466;
e-mail: arbat.62@mail.ru

Мачак Геннадий Николаевич, д.м.н.;
ORCID: 0000-0003-1222-5066;
eLibrary SPIN: 4020-1743;
e-mail: machak.gennady@mail.ru

Петухова Ирина Николаевна, д.м.н.;
ORCID: 0000-0003-3077-0447;
eLibrary SPIN: 1265-2875;
e-mail: irinapet@list.ru

Курильчик Александр Александрович, к.м.н.;
ORCID: 0000-0003-2615-078X;
eLibrary SPIN: 1751-0982;
e-mail: aleksandrkurilchik@yandex.ru

Жеравин Александр Александрович, к.м.н.;
ORCID: 0000-0003-3047-4613;
e-mail: avs2006@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Anatolii A. Sokolovskii**, MD, Dr. Sci. (Med.);
address: 23 Kashirskoe Shosse, 115478, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-8181-019X;
eLibrary SPIN: 8261-4838;
e-mail: avs2006@mail.ru

Vladimir A. Sokolovskii, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-0558-4466;
e-mail: arbat.62@mail.ru

Gennady N. Machak, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-1222-5066;
eLibrary SPIN: 4020-1743;
e-mail: machak.gennady@mail.ru

Irina N. Petukhova, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-3077-0447;
eLibrary SPIN: 1265-2875;
e-mail: irinapet@list.ru

Alexander A. Kurilchik, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-2615-078X;
eLibrary SPIN: 1751-0982;
e-mail: aleksandrkurilchik@yandex.ru

Alexander A. Zheravin, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-3047-4613;
e-mail: avs2006@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114726>

Шкалы оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза

И.Ж. Осмоналиев¹, М.Г. Бильгильдеев², Х.Х. Эргашев³, Р.В. Абдурахманов⁴, Р.Ф. Байкеев⁵¹ Казанский государственный медицинский университет, Казань, Российская Федерация;² Клиника медицинского университета, Казань, Российская Федерация;³ Городская клиническая больница № 7, Казань, Российская Федерация;⁴ Городская клиническая больница № 16, Казань, Российская Федерация;⁵ Казанский государственный медицинский университет, Казань, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. На сегодня отсутствуют количественные критерии готовности культы верхней и/или нижней конечности после ампутации или экзартикуляции к протезированию, хотя это является ключевым моментом начала этапа медицинской реабилитации и социальной адаптации пациента. Также отсутствует шкала оценки технического состояния уже эксплуатируемого протеза конечности.

Цель. Разработать шкалы оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза.

Материалы и методы. Произведён анализ действующих стандартов и ГОСТ, касающихся вопросов протезирования после ампутации конечности в Российской Федерации и в мире, а также медицинской документации, содержащей информацию, регистрируемую при ампутации конечности или экзартикуляции.

Результаты. Разработанные шкалы оценки состояния культы и технического состояния эксплуатируемого протеза позволяют определить конечные критерии готовности культы к протезированию и своевременно устранить технические дефекты протеза или заменить его, тем самым поддерживая социальную активность пациента без вынужденных перерывов.

Заключение. В проведённом исследовании в отношении шкал оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза существенно расширен список позиций, детализирующих состояние культы конечности и эксплуатируемого протеза по сравнению с существующими ГОСТ; введены количественные критерии, позволяющие врачу-травматологу иметь четкий алгоритм действий как при курации профильных пациентов непосредственно после ампутации (экзартикуляции) конечности, так и в плане оценки состояния уже эксплуатируемого протеза; разработаны шкалы, пригодные для внедрения в медицинский электронный документооборот.

Ключевые слова: ампутация; культя; протез.

Как цитировать:

Осмоналиев И.Ж., Бильгильдеев М.Г., Эргашев Х.Х., Абдурахманов Р.В., Байкеев Р.Ф. Шкалы оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2023. Т. 30, № 2. С. 161–173. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114726>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114726>

Morphometric scale of readiness of the limb stump for prosthetics and assessment of the technical condition of the operated prosthesis

Ikar Zh. Osmonaliyev¹, Murat G. Bilgildeev², Khalim Kh. Ergashev³,
Rakhmonzhon V. Abdurakhmanov⁴, Rustem F. Baikeev⁵

¹ Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation;

² Clinic of the Medical University, Kazan, Russian Federation;

³ City Clinical Hospital № 7, Kazan, Russian Federation;

⁴ City Clinical Hospital № 16, Kazan, Russian Federation;

⁵ Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: There are currently no quantitative criteria for the completion of the upper and/or lower limb stump after amputation or disarticulation for prosthetics, even though this is a key moment at the start of a patient's stage of medical rehabilitation and social adaptation. Also, there is no scale for assessing the technical condition of a prosthetic limb that is already in use.

OBJECTIVE: To develop evaluation scales to assess the morphometric stump readiness for prosthetics and the technical condition of the prosthesis in use.

MATERIALS AND METHODS: The current standards and Interstate Standard concerning the issues of prosthetics after limb amputation in the Russian Federation and in the world, as well as medical documentation containing information recorded during limb amputation or disarticulation were analyzed.

RESULTS: The developed scales for stump condition assessment and technical condition of a prosthesis in use will allow to determine the final criteria of stump readiness for prosthetics and timely eliminate technical prosthesis defects or replace it, thus maintaining the patient's social activity without forced interruptions.

CONCLUSION: In this study we significantly expanded the assessment scale of the limb stump morphometric readiness and detailing for prosthetics and the technical condition of the prosthesis in use in comparison with the existing Interstate Standard; quantitative criteria were introduced, allowing the traumatologist to have a clear algorithm of actions both when treating patients immediately after limb amputation (disarticulation) and in terms of assessing the condition of the prosthesis in use; scales suitable for implementation in medical electronic document management have been developed.

Keywords: amputation; stump; prosthesis.

To cite this article:

Osmonaliyev IZh, Bilgildeev MG, Ergashev KhKh, Abdurakhmanov RV, Baikeev RF. Morphometric scale of readiness of the limb stump for prosthetics and assessment of the technical condition of the operated prosthesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):161–173. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto114726>

ВВЕДЕНИЕ

Верхние и нижние конечности являются частями тела человека, и утрата малейшей из их составляющих приводит к ограничению широкого спектра его физиологических и социальных возможностей.

Ампутация (лат. *amputatio*) — это усечение дистально расположенной части органа в результате травмы или хирургической операции. Наиболее часто термин употребляется в значении «ампутация конечности» (усечение конечности на протяжении кости или нескольких костей) в отличие от «экзартикуляции» (вычленения на уровне сустава).

Культи конечности — это часть конечности, остающаяся после ампутации (экзартикуляции), травмы или обусловленная врождённым пороком развития. Главным образом культю рассматривают именно с позиции её пригодности к протезированию (длина и форма культи, подвижность в прилежащем суставе, сила мышц, состояние кожного покрова, безболезненность). Для создания полноценной культи и правильного её формирования первостепенное значение имеют техника ампутации и правильное ведение послеоперационного периода. Исходя из степени функциональных поражений, различают функциональные, малофункциональные и нефункциональные культя.

Современные технологии изготовления технических средств реабилитации (ТСР) — протезов и их моделей — помогают в некоторой мере компенсировать утрату физических функций пациентами с ампутацией верхних (МКБ-10: S48, S58) и/или нижних (МКБ-10: S78, S88, S98) конечностей.

Протез конечности — это техническое средство реабилитации, заменяющее частично или полностью отсутствующую либо имеющую врождённые дефекты верхнюю или нижнюю конечность и служащее для восполнения косметического и/или функционального дефекта [1].

Вопрос протезирования в Российской Федерации курируется на государственном уровне и регулируется такими стандартами, как ГОСТ Р 51819-2022 [1], ГОСТ Р 51191-2019 [2], ГОСТ Р ИСО 9999 [3] и др., а также приказами № 86н [4], № 107н [5] и № 106н [6] Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (МТ и СЗ РФ).

Информация об изменениях в упомянутых стандартах публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомления и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru).

При описании состояния культи после ампутации конечности используется множество составляющих, которые детально воссоздают состояние культи согласно ГОСТ [1], отчасти приказам МТ и СЗ РФ [4–6] и представлениям

хирурга [7, 8]. Установление показаний и противопоказаний к назначению ТСР, обеспечение ими за счёт средств федерального бюджета осуществляются исходя из вышеупомянутых приказов МТ и СЗ РФ.

Однако на сегодня отсутствуют количественные критерии готовности культи верхней и/или нижней конечности после ампутации к протезированию, хотя это ключевой момент начала этапа медицинской реабилитации и социальной адаптации пациента [9]. Также отсутствует шкала оценки технического состояния уже эксплуатируемого протеза конечности [10].

Цель исследования — разработать шкалы оценки морфометрической готовности культи конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза.

Применение шкалы оценки состояния культи позволит определить конечные критерии готовности культи к протезированию и избежать несвоевременного направления лиц с ограниченными возможностями на первичное протезирование, что сократит сроки их нетрудоспособности. Шкала оценки технического состояния эксплуатируемого протеза позволит своевременно устранить технические дефекты протеза или заменить его, тем самым поддерживая социальную активность пациента без вынужденных перерывов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Произведён анализ действующих стандартов — ГОСТ [1–3, 11] и приказов МТ и СЗ РФ [4–6, 12, 13], касающихся вопросов протезирования после ампутации конечности, а также медицинской документации, содержащей информацию, регистрируемую при ампутации конечности. При разработке морфометрической шкалы оценки состояния культи конечности были использованы как термины из ГОСТ Р 51819-2022 [1], так и иные общепринятые медицинские наименования. Параметр, исключаящий протезирование, обозначали как «/состояние параметра (–1)».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Шкала оценки морфометрической готовности культи конечности к протезированию

Шкала оценки морфометрической готовности культи конечности к протезированию (ШОМГККП) в плане описания состояния культи состоит из нескольких разделов:

1. Остаточные анатомические составляющие культи верхней конечности (с указанием уровня ампутации, наличия конкретной анатомической составляющей и состояния параметра (отсутствует/сохранён)): 1.1. Культи межлопаточно-грудной ампутации (остаток лопатки, остаток ключицы); 1.2. Культи при вычленении плеча (верхний остаток плечевой кости); 1.3. Ампутация плеча (выше локтевого сустава), треть: верхняя, средняя, нижняя; 1.4. Ампутация предплечья (ниже локтевого сустава),

треть: верхняя, средняя, нижняя; 1.5. Ампутация в лучезапястном суставе: нижний остаток костей предплечья (отсутствует, сохранён); 1.6. Частичная ампутации кисти (пальца): нижний остаток костей кисти.

2. Остаточные анатомические составляющие культи нижней конечности (с указанием уровня ампутации, наличия конкретной анатомической составляющей и состояния параметра (отсутствует/сохранён)): 2.1. Ампутация на уровне таза: остаток кости таза; 2.2. Культи при вычленении в тазобедренном суставе; 2.3. Ампутация бедра, треть: верхняя, средняя, нижняя; 2.3. Культи при вычленении в коленном суставе; 2.4. Ампутация на уровне голени, треть: верхняя, средняя, нижняя; 2.5. Культи при вычленении в голеностопном суставе; 2.6. Частичная ампутация стопы, отдел: передний, средний, задний; 2.6.1. Остаток кости.

3. Функциональное состояние сустава (сустав, параметр, состояние параметра (оценка параметра)): 3.1. Целевой сустав¹: плечевой, локтевой, лучезапястный, тазобедренный, коленный, голеностопный; 3.2. Наличие бурсита (–1); 3.3. Наличие фиксированных контрактур (в градусах) (–1): сгибание, разгибание, приведение, отведение, пронация, супинация, ротация, анкилоз сустава; 3.4. Сила мышц²: норма, снижение, существенное снижение; 3.5. Стабильность³: нормальная, разболтанность, нестабильность.

4. Описание состояния культи (параметр, состояние параметра (оценка параметра)): 4.1. Форма культи (колобообразная (булавовидная), цилиндрическая, цилиндрическо-коническая, нормально-коническая/патологически-коническая (–1)); 4.2. Длина (короткая культи (<6 см верхняя конечность, <10 см нижняя конечность (культи бедра и голени)), оптимальная культи, длинная культи)⁴; 4.3. Кожные покровы: 4.3.1. Цвет (розовый/красный, фиолетовый, темно-фиолетовый, синюшный (–1)); 4.3.2. Кожные проявления (гиперкератоз/мацерация кожи, пиодермия, лихенизация, экзема, аллергические проявления (–1)); 4.3.3. Влажность (обычная, сухая/гипергидроз (–1)); 4.3.4. Тurgor (сохранён, снижен, дряблость/

отёчность (–1)); 4.3.5. Чувствительность (сохранена/повышена, снижена, отсутствует (–1)): 4.3.5.1. Поверхностная (экстероцептивная): 4.3.5.1.1. Болевая, 4.3.5.1.2. Тактильная, 4.3.5.1.3. Температурная, 4.3.5.1.4. Глубокая (проприоцептивная); 4.3.5.2: 4.3.5.2.1. Мышечно-суставная, 4.3.5.2.2. Вибрационная, 4.3.5.2.3. Кинестезия, 4.3.5.2.4. Чувство массы тела; 4.3.5.3. Сложные формы чувствительности: 4.3.5.3.1. Интероцептивная, 4.3.5.3.2. Двумерно-пространственное чувство, 4.3.6. Дискриминационная чувствительность; 4.3.7. Стереогноз; 4.3.8. Место расположения рубца (лежит вне опорной поверхности культи/в плоскости опорной поверхности культи (–1)); 4.3.9. Подвижность рубца (подвижный, плотно прилегающий, спаян с костью, мышцей, мягкими тканями, частично с подлежащими тканями); 4.4. Состояние рубца (заживший/не заживший (–1)): 4.4.1. Состояние кожи рубца (неповреждённая структура/повреждённая структура, участки гиперемии, потёртость, наличие трещин, язвы, свищи (–1)); 4.4.2. Характер рубца (линейный, келоидный, обширный/препятствующий нормальному прилеганию к гильзе протеза (–1)); 4.4.3. Общее состояние рубца (нет дополнительного рубцевания, дополнительное рубцевание, истончение, грубость, гиперкератоз); 4.4.4. Мягкие ткани культи: 4.4.5. Степень трофики (нормотрофия, гипотрофия, атрофия); 4.4.6. Объём мягких тканей на торце культи (нормальный, дефицит/избыток (–1)); 4.4.7. Инородное тело в тканях (нет/да (–1)); 4.5. Кровообращение культи: 4.5.1. Температура на ощупь (нормальная, теплая/холодная (–1)/горячая (–1)); 4.6. Состояние кости культи: 4.6.1. Опил (пальпируемый (нет/да), ровный, гладкий, фестончатый (наличие единичных, множественных, каудальных остеофитов/остеофитов в сочетании с болевыми ощущениями (–1)); 4.6.2. Выстояние кости (подкожное/из раны (–1)); 4.7. Осложнения на поздних сроках после ампутации: 4.7.1. Болезненность при пальпации (нет/да (–1)); 4.7.2. Болезненная неврома (нет/да (–1)); 4.7.3. Фантомная боль (нет/да); 4.7.4. Ноцицептивная боль⁵ (нет/да (–1)); 4.7.5. Спонтанная боль (нет/да (–1)); 4.7.6. Слабая

¹ В случае наличия двух или более целевых суставов описание каждого сустава производится отдельно.

² Фиксируют любое снижение силы мышц, приводящее к значительному снижению их функций. Сила мышцы может быть измерена достаточно точно, но это требует дорогостоящей и громоздкой аппаратуры. Измерение силы мышцы таким способом при вялых глубоких парезах и параличах (последствиях полиомиелита, травм и других заболеваний) невозможно. Субъективное суждение о степени сохранения силы мышцы может быть основано на оценке достаточности имеющейся силы мышцы для стабилизации ближайшего сустава с культей в хорошо подогнанной приёмной гильзе протеза.

³ Признано, что стабильность сустава является функцией целостности скелета, связок и нейромышечных элементов. В стандарте, устанавливающем методы описания ампутационной культи нижней конечности и требования по оформлению регистрационных данных ГОСТ Р ИСО 8548-2-2021, неустойчивость сустава относится исключительно к костным и/или связочным дефектам и их последствиям [11].

⁴ Оптимальной для последующего протезирования является ампутация на уровне средней трети конечности.

⁵ При ноцицепции стимуляция сенсорных нейронов, называемых ноцицепторами, вызывает сигнал, который проходит по цепи нервных окончаний волокна через спинной мозг в головной мозг [12]. Большинство видов боли — это ноцицептивная боль, возникающая в результате стимуляции болевых рецепторов вследствие травмы тканей (ноцицепторов), которые расположены главным образом в коже или внутренних органах. Травма может быть порезом, гематомой, переломом кости, результатом аварии, ожогом или другим видом повреждения ткани. Наиболее часто боль, возникающая после хирургической операции, является ноцицептивной. Она может быть постоянной или периодической, провоцироваться при движении, кашле, смехе, глубоком вдохе, при смене повязки на хирургической ране.

Таблица 1. Шкала оценки морфометрической готовности культи конечности к протезированию**Table 1.** Scale of assessment of morphometric readiness of the limb stump for prosthetics

Номер раздела	Название раздела	Параметр	Состояние параметра, исключающее протезирование	Заключение	Тактическое решение врача в случае неготовности культи к протезированию		
				Культи готова к протезированию	Возможна терапевтическая коррекция дефекта параметра культи	Ревизия ампутации (без изменения уровня ампутации) необходима	Реампутация (изменение уровня ампутации) необходима
(Код)	(Код)	(Код)	□ (-1)	Да (код 1)	Да (код 1)	Да (код 1)	Да (код 1)
				Нет (код 0)	Нет (код 0)	Нет (код 0)	Нет (код 0)

(ощущение боли при нажатии) (нет/да (-1)); распространённая (нет/да), ограниченная (нет/да); 4.7.7. Асептические и септические осложнения: остеонекроз, остеомиелит, лигатурный свищ, нагноение (площадь 10^{-3} м²) (-1).

5. Значение электрической активности мышц, управляющих протезом: в норме/ниже нормы (-1)⁶.

Предлагается форма шкалы оценки морфометрической готовности культи конечности к протезированию (табл. 1). Ключевым является выявление параметра(-ов), исключающего протезирование. Данный параметр признака обозначается кодом «-1». В случае выявления такого параметра заключение является отрицательным.

Шкала оценки технического состояния эксплуатируемого протеза

Ввиду совершенства естественного двигательного аппарата организма человека компенсация выпадения физиологической функции утраченной конечности требует привлечения самых современных научных инженерно-технических знаний, а инженерные варианты решения доводят число конструкций эксплуатируемых протезов до нескольких сотен [13, 14].

Известно несколько классификаций протезно-ортопедических изделий. Исходя из функционального значения изделия, протезы конечностей делятся на протезы верхних и нижних конечностей [4].

В свою очередь, протезы верхних конечностей подразделяются на косметические (протез пальца косметический, протез кисти косметический, в том числе при вычленении и частичном вычленении кисти, протез предплечья косметический, протез плеча косметический), рабочие (протез кисти рабочий, в том числе при вычленении и частичном вычленении кисти, протез предплечья рабочий, протез плеча рабочий), активные (протез кисти активный (тяговый), в том числе при вычленении и частичном вычленении кисти, протез предплечья активный (тяговый), протез плеча активный (тяговый)), протезы с микропроцессорным управлением (протез

кисти с микропроцессорным управлением, в том числе при вычленении и частичном вычленении кисти, протез предплечья с микропроцессорным управлением, протез плеча с микропроцессорным управлением), протезы после вычленения плеча (протез после вычленения плеча с электромеханическим приводом и контактной системой управления, протез после вычленения плеча функционально-косметический).

Протезы нижних конечностей подразделяются на протез стопы, протез голени лечебно-тренировочный, протез бедра лечебно-тренировочный, протез голени для купания, протез бедра для купания, протез голени немодульный, в том числе при врождённом недоразвитии, протез бедра немодульный, в том числе при врождённом недоразвитии, протез при вычленении бедра немодульный, протез голени модульный, в том числе при недоразвитии, протез бедра модульный, в том числе при врождённом недоразвитии, протез при вычленении бедра модульный, протез бедра модульный с микропроцессорным управлением, протез при вычленении бедра модульный с микропроцессорным управлением, протез голени модульный, в том числе при недоразвитии, с модулем стопы с микропроцессорным управлением.

Виды устройств условно делятся на узлы суставов (верхней или нижней конечности), узлы ротации, тяги, формообразующие и косметические оболочки.

Предлагаемая Шкала оценки технического состояния эксплуатируемого протеза (ШОТСЭП) (табл. 2) состоит из следующих разделов: 1. Тип протеза (код); 2. Вид управления протезом (код); 3. Маркировка изделия — протеза или его элемента (номер); 4. Состояние изделия — протеза или его элемента (код): 4.1. Элемент, несущий механическую нагрузку (внешний или соединительный модуль, винт соединения, шарнир, адаптер, толкатель и т.п.), 4.2. Элемент остеоинтеграции: имобилизован (да (код)/нет (код)), 4.3. Электронное устройство или интерфейс «человек — машина» и роботизированная конечность — специализированный мотор,

⁶ При использовании протеза с микропроцессорным управлением.

Таблица 2. Шкала оценки технического состояния эксплуатируемого протеза

Table 2. Scale of assessment of the technical condition of the operated prosthesis

Тип протеза*#	Вид управления протезом	Маркировка изделия	Элемент протеза	Протез функционален, клинических ограничений нет	Угроза травмы	Негативное ощущение пациента	Заключение
(Код)	(Код)	(Номер)	(Код)	Да (код 1)	Да (код 1)	Да (код 1)	Ремонт протеза (код 1)
				Нет (код 0)	Нет (код 0)	Нет (код 0)	Замена протеза (код 2)

Примечание. *согласно приказам Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации; #номера приказов не указаны, так как они могут меняться.

Note. *according to the orders of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation; #numbers of orders are not given, as they may change.

микропроцессор, нейропортальная система, инвазивные электроды для управления, сенсорное устройство (вибрация, давление, нажатие, сжатие и др.); 5. Негативные ощущения пациента от эксплуатации протеза (нет (код)/да (код) (–1)); 6. Функциональность протеза (да/нет (–1)), угроза травмы (нет/да (–1)). Заключение: ремонт/замена.

Ключевым является выявление дефектного элемента протеза, исключающего его дальнейшую эксплуатацию, а также субъективное ощущение пациента. В случае выявления дефектного элемента или критического клинического признака вводится код «–1», а само заключение сводится к рекомендации «ремонт элемента протеза или частичная замена протеза» либо «полная замена протеза».

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время не существует принятой в международной практике терминологии, описывающей полный диапазон хирургических уровней ампутации конечностей, процедуру ампутации и состояние лиц, перенесших ампутацию. Члены клинических команд в разных странах разработали собственную терминологию для удовлетворения своих потребностей [1, 9]. Существует потребность клинической медицины и медико-социальной экспертизы в стандартной международной системе терминов, которая позволит практикующим врачам и специалистам протезирования и служб социальной защиты выполнить следующие задачи:

- точно описать хирургическую историю лиц, перенесших ампутацию конечности;
- однозначно описать состояние культи;
- облегчить сравнение с опытом других практикующих врачей;
- описать состояние эксплуатируемого протеза.

Настоящее исследование посвящено решению 2–4 проблем из приведённого перечня.

Протезирование после ампутации конечности является многоаспектным предметом медицины. В своём

фундаментальном труде Н.Н. Приоров указывал, что целью каждой ампутации необходимо считать получение хорошей, работоспособной культи, которая могла бы оказать больному помощь, а не быть для него помехой или источником непрерывных страданий. Неудачная культя — основное препятствие для удачного протезирования. Каждый пациент, перенесший ампутацию, в случае необходимости должен получить протез [15].

В ряде случаев формирование культи сопровождается осложнениями, которые могут быть как ятрогенными, так и следствием индивидуальной реакции организма на хирургическое вмешательство, результатом неверно подобранной программы реабилитации в ходе её основных этапов. Часть из них поддаются терапевтическому лечению, однако неизбежны результаты, при которых требуется ревизионная операция на конечности, её реампутация при необходимости смены уровня ампутации.

Шкала оценки морфометрической готовности культи конечности к протезированию. До недавнего времени остаточные анатомические составляющие культи конечности, особенно её размер, являлись определяющими в плане протезирования. На сегодня данной проблемы не существует благодаря созданию бионических протезов [16]. В частности, такой результат технического решения протезирования верхней конечности, как Luke Arm, или «Рука Люка» (названная в честь Люка Скайуокера — одного из главных персонажей вселенной киноэпопеи «Звёздные войны»), высокотехнологичный протез, который позволяет владельцу осязать, впечатляет [16]. В связи с этим в разделах 1 и 2 ШОМГККП отсутствуют какие-либо ограничения к протезированию.

Ключевым является клиническое состояние культи. Использование современных 3D-технологий позволяет по результатам моделирования методом компьютерной томографии не только осуществлять планирование объёма операции при ампутации, но и изготавливать высокотехнологичные протезы с помощью 3D-печати для замещения анатомического дефекта с планированием достаточной опороспособности и функциональности

[17]. В разделе шкалы 3 («Функциональное состояние сустава») главными факторами ограничения к протезированию являются наличие контрактуры, анкилоза в целевом суставе, нестабильность сустава и боль при движении в культе. Перечень факторов, ограничивающих протезирование культы, также приведён в разделе 4 ШОМГККП.

Очевидно, что грамотное оформление первичной медицинской документации является важнейшей составляющей организации и контроля качества медицинской помощи, с одной стороны, а с другой — элементом юридической протекции врача. Основными документами, отражающими состояние пациента, являются медицинские карты форм № 003/у «Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в стационарных условиях, в условиях дневного стационара» [18], № 025/у-04 «Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях» [19], № 112/у-80 [20], которые служат документальным доказательством проведённого лечебно-диагностического и реабилитационного процесса, отражают взаимодействие лечащего врача с другими специалистами, службами и исход заболевания. Эти документы отражают десятки общих для всех специалистов пунктов: паспортные данные пациента, диагностические и терапевтические назначения и т.д. К хирургической истории болезни предъявляются те же требования, что и к терапевтической, и дополнительно должна быть отражена хирургическая специфика. При этом перечень часто встречающихся дефектов оформления первичной медицинской документации в медицинской организации год от года нарастает и достигает десятков пунктов [21]. Во многом причиной этого является необходимость заполнения форм в рукописном варианте. В условиях нарастающего объёма информации при описании пациента с ампутацией конечности возникает необходимость разработки ШОМГККП, которая легко кодируется и заполняется, может быть встроена в профильные электронные формы историй болезни и легко поддаётся цифровизации.

Шкала оценки технического состояния эксплуатируемого протеза. Инженерно-технические требования к протезам верхних и нижних конечностей регламентируются ГОСТ Р 52114-2021 [22, 23] и приказами МТ и СЗ РФ [4–6]. ГОСТ распространяется на узлы механических протезов верхних конечностей, устанавливаемые в заданное положение усилиями мышц человека и/или с помощью внешней силы и относящиеся к подклассу 06 18 по ГОСТ Р ИСО 9999 [3], и отчасти на бионические протезы (ГОСТ Р 59226-2020 (пункты 4.1, 4.2) [24], ГОСТ Р 58447-2019 (пункты 3, 4) [25] и приказ 86н МТ и СЗ РФ, раздел 8 «Протезы и ортезы», например, 8-04-01 — «Протез кисти с микропроцессорным управлением»). Данными документами охвачены общие конструктивные требования к протезу, требования стойкости к внешним воздействиям, к кистям, к узлам суставов, узлам ротации, тягам, формообразующим и косметическим оболочкам, материалам, комплектности, маркировке, упаковке. Изложенные в ГОСТ методы

испытания на прочность, осевое нагружение концевых устройств и фиксатора пальцев, испытания механизмов раскрытия (закрытия) и функционирования гарантируют номинальный срок эксплуатации протеза.

Сроки эксплуатации протеза регламентируются приказом 107н МТ и СЗ РФ [5]. К примеру, из пункта 8 («Протезы и ортезы») следует, что минимальный срок использования рабочего протеза плеча (код 8-02-03) составляет не менее 2 лет.

Изначально получение того или иного протезного изделия за счёт льготных средств происходит путём проведения освидетельствования в учреждениях медико-социальной экспертизы с формированием при его прохождении индивидуальной программы реабилитации или абилитации, направлением в одно из определённых Социальным фондом России и приказом МТ и СЗ РФ учреждение, оказывающее протезно-ортопедическую помощь [26, 27].

Обеспечение протезом может осуществляться как в рамках государственных контрактов, заключённых по результатам тендерных процедур с уполномоченными органами (филиалами Социального фонда России, Департаментом социальной защиты населения населённого пункта), так и за собственные средства с последующей компенсацией [26]. Оно включает следующие этапы:

- оформление медико-технического заключения, в котором устанавливается тип протеза;
- постановка на учёт;
- добавление в списки обратившихся за протезно-ортопедической помощью Департамента труда и социальной защиты населения, Социального фонда России;
- проведение уполномоченным органом (государственным заказчиком) конкурсных процедур, заключение контракта;
- выставление счёта;
- заказ комплектующих (по факту оплаты) [27].

Ежегодно гражданам предоставляются меры государственной поддержки в натуральной форме либо в виде компенсации понесённых расходов на самостоятельное приобретение тех или иных товаров, работ или услуг.

С конца 2021 года появилась возможность покупать ТСР с помощью электронного сертификата. Электронный сертификат дополняет имеющиеся способы и внедрён для упрощения и ускорения процессов оказания поддержки пациентам [28]. Данный сертификат предоставляет возможность самостоятельно приобретать отдельные виды товаров, работ и услуг за счёт бюджетных средств при наличии оснований для получения мер государственной поддержки в натуральной форме. Заявление на получение электронного сертификата подаётся:

- в региональном органе Социального фонда России;
- в многофункциональном центре;
- через портал госуслуг;
- по почте.

Для оформления сертификата согласно первым трём пунктам требуются следующие документы:

- заявление;
- документ, удостоверяющий личность;
- индивидуальная программа реабилитации и абилитации пострадавшего в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- номер карты «Мир».

Сертификат оформляется на карту «Мир» любого банка, а оплата осуществляется так же, как и по любой карте, но исключительно целевым образом — только тех товаров, работ или услуг, на которые распространяется действие такого сертификата. Использовать его можно в магазинах и для покупок онлайн, но только согласно каталогу технических средств реабилитации на сайте Социального фонда России (<https://ktsr.sfr.gov.ru/>). Если стоимость ТСР превышает стоимость электронного сертификата, получатель услуги может доплатить из собственных средств. Перечень ТСР, приобретаемых с помощью электронного сертификата, утверждается МТ и СЗ РФ. Имеется карта точек продаж ТСР по электронному сертификату в субъектах Российской Федерации [29].

В ходе эксплуатации протеза возникают технические дефекты, которые требуют 2 типа действий: ремонт или замену протеза. Производство протезов осуществляют фирмы, которые и дают гарантийный срок на его обслуживание. Соответственно, при необходимости ремонта или досрочной замены протеза возникает юридическая коллизия, суть которой сводится к финансированию ремонта или замены протеза. Формально, согласно ГОСТ Р 51191-2019, установленный срок службы протезов должен соответствовать срокам пользования протезно-ортопедическими изделиями, установленным в приказе 107н [5], а их составляющих узлов (узлы стопы, несущие узлы, коленные узлы и др.) — ГОСТ Р 51191-2019 [7]. Протезы должны быть пригодными к ремонту в течение срока службы. Число и номенклатура запасных деталей и/или узлов должны быть указаны в технических условиях на протез конкретного типа (пункт 6.2). Узлы, входящие в состав протеза, срок службы которых менее срока службы протеза в целом, следует заменять запасными из комплекта поставки. Порядок замены должен быть установлен в технических условиях на протез конкретного типа по ГОСТ Р 2.601-2019 (пункт 6.3) [30]. Профилактический уход за протезом и, при необходимости, его ремонт следует проводить только на основании указаний по эксплуатации, изложенных в памятке по обращению с изделием (по ГОСТ Р 2.601-2019, пункты 5.2.6, 6.4) [30].

Однако юридическая практика показывает: в данной схеме не учтён нюанс, что фирма-изготовитель протеза не несёт ответственности за его дефекты, ссылаясь на то, что элементы протеза поступили уже в готовом виде от производителя его элементов, ответчик осуществлял только их сборку [31]. Причиной одного из публичных

судебных процессов [31] стало не только наличие дефекта протеза, но и падение пациента с последующей его травмой.

Предлагаемая шкала оценки изначально включает маркировку не только всего изделия (протеза), что имеет место сегодня, но и его конструктивных технических элементов в виде кодов, связанных с фирмой-производителем, что, с одной стороны, существенно повышает ответственность фирм-производителей протезов и их комплектующих, а с другой — облегчает действия пациентов при подаче исков в суд, привлекая как соотечественников всех производителей, причастных к изготовлению дефектного протеза.

Терминология по ГОСТ Р 51819-2022 и терминология, используемая при реабилитации и протезировании, согласно действующим нормативно-правовым документам, различается в плане приказов 86н [4], 106н [6], 107н [5], 486н [32]. Поскольку подавляющее количество специалистов, социально защищающих граждан в Российской Федерации, обязаны использовать терминологию нормативно-правовых актов МТ и СЗ РФ, в форме ШОТСЭП предусмотрено использование терминологии согласно приказам МТ и СЗ РФ. При этом коды вводятся как унифицированный набор цифр. Представляется целесообразным унифицирование терминов ГОСТ и приказов МТ и СЗ РФ.

В целом предлагаемая шкала оценки состояния эксплуатируемого протеза является количественной, её форма проста для заполнения и поддаётся легкой интеграции в электронную историю болезни при её цифровизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Требования к культе перед протезированием качественно изложены практически во всех исследованиях, которые касаются данной темы [33, 34]. Глубина понимания проблемы специалистами очевидна: 1) культя должна быть как можно длиннее; 2) культя не должна иметь коническую форму; 3) язвы на коже должны отсутствовать; 4) ампуционный рубец должен быть подвижным, гладким, лежать вне опорной поверхности культи; 5) культя должна быть обязательно покрыта кожей (мышцами не обязательно, так как они всё равно в последующем атрофируются); 6) место распила кости должно быть горизонтальным и гладким, суставы — обладать хорошей подвижностью; 7) мышцы конечности должны быть развиты; 8) не должно быть сращений ампуционной невротомы с кожей. Этим полностью исчерпываются все требования, предъявляемые к хорошей ампуционной культе. При этом нет количественных шкал оценки состояния как культи, так и эксплуатируемого протеза после ампутации конечности.

В то же время имеет место отчётливая конвергенция различных составляющих техники ампутации конечности, изготовления протезов и адаптации культи к протезу.

В проведённом исследовании в плане Шкалы оценки морфометрической готовности культи конечности

к протезированию и Шкалы оценки технического состояния эксплуатируемого протеза решены следующие задачи:

- существенно расширен список позиций, детализирующих состояние культы конечности и эксплуатируемого протеза, по сравнению с существующими ГОСТ и приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации;
- введены количественные критерии, позволяющие врачу-травматологу иметь четкий алгоритм действий как при курации профильных пациентов непосредственно после ампутации (экзартикуляции) конечности, так и в плане оценки состояния уже эксплуатируемого протеза;
- разработаны шкалы, пригодные для внедрения в медицинский электронный документооборот; учтено, что основным недостатком является дополнительное время врача на работу не только с известными бумажными формами документов, но и с электронной медицинской картой больного: включение компьютера и программы, время перехода из одного окна в другое и прочие операции в некоторых случаях занимают значительное время, но главное, что основные данные о состоянии здоровья больного отражаются в форме неструктурированных текстов.

Предложен эффективный подход к дальнейшему развитию электронной медицинской карты больного, каковым являются разработанные Шкала оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и Шкала оценки технического состояния эксплуатируемого протеза в форме структурированных интерактивных позиций. Благодаря своей внутренней организации — включению кодов — они позволяют полностью избежать их рукописного заполнения и пригодны для работы с электронными базами данных в таких программах, как Visual FoxPro, Corel Paradox, SQL Server, My SQL, Perl и др.

В совокупности данные шкалы существенно упрощают ведение документации врачами и облегчают жизнь пациента, перенесшего ампутацию конечности и пользующегося протезом.

Шкала оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию предназначена как для клинических специалистов (хирургов, травматологов-ортопедов, реабилитологов), так и для работников Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, поэтому в ней приводится детальное описание состояния культы. В Шкалу оценки технического состояния эксплуатируемого протеза введены разделы кодирования элемента изделия с целью повышения ответственности специалистов по протезированию и предприятий-изготовителей элементов протеза. Предусмотрено введение терминов, необходимых при проведении медико-технической экспертизы и используемых работниками социальной защиты. При этом приводится обозначение типа протеза согласно приказам Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.Ж. Осмоналиев — хирургическое лечение пациента, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; М.Г. Бильгильдеев — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Х.Х. Эргашев — курация, хирургическое лечение пациента, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Р.В. Абдурахманов — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; Р.Ф. Байкеев — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи.

Источник финансирования. Не указан.

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. I.Zh. Osmonaliev — surgical treatment of the patient, literature review, collection and analysis of literary sources, writing and editing of the article; M.G. Bilgildeev — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; Kh.Kh. Ergashev — curation, surgical treatment of the patient, collection and analysis of literary sources, preparation and writing the text of the article; R.V. Abdurakhmanov — literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; R.F. Baikееv — literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article. Thereby, all authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Funding source. Not specified.

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

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы пользуются возможностью выразить слова благодарности за консультации при проведении исследования данной работы Петрову Владимиру Валерьевичу, Государственное автономное учреждение здравоохранения «Городская детская больница № 1», г. Казань, Российская Федерация.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors take the opportunity to express their gratitude for the consultations during the study of this work by Vladimir V. Petrov, State autonomous healthcare institution «City Children's Hospital № 1», Kazan, Russian Federation.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51819-2022. Протезирование и ортезирование верхних и нижних конечностей. Москва: Российский институт стандартизации, 2022. С. 1.
2. ГОСТ Р 51191-2019. Узлы протезов нижних конечностей. Технические требования и методы испытаний. Москва: Стандартинформ, 2019. С. 1–8.
3. ГОСТ Р 9999-2019. Вспомогательные средства для людей с ограничениями жизнедеятельности. Классификация и терминология. Москва: Стандартинформ, 2019. С. 1–167.
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13 февраля 2018 г. № 86н «Об утверждении классификации технических средств реабилитации (изделий) в рамках федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2005 г. № 2347-р» (с изменениями на 22 июня 2022 года). Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71797812/>. Дата обращения: 20.03.2023.
5. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 марта 2021 г. № 107н «Об утверждении сроков пользования техническими средствами реабилитации, протезами и протезно-ортопедическими изделиями (с изменениями на 6 мая 2022 года)». Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=436317>. Дата обращения: 20.03.2023.
6. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 марта 2021 г. № 106н «Об утверждении перечня показаний и противопоказаний для обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации (с изменениями на 22 июня 2022 года)». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/603321691>. Дата обращения: 20.03.2023.
7. Mühldorfer-Fodor M., Dimitrova P., Prommersberger K.J. Amputations of fingers and the hand // *Unfallchirurg*. 2022. Vol. 125, № 4. P. 275–281. doi: 10.1007/s00113-022-01154-3
8. Liston J.M., Forster G.L., Samuel A., et al. Estimating the impact of postamputation pain // *Annals of plastic surgery*. 2022. Vol. 5, № 5. P. 533–537. doi: 10.1097/SAP.00000000000003009
9. Boer-Wilzing V.G., Bolt A., Geertzen J.H., et al. Variation in results of volume measurements of stumps of lower-limb amputees: A Compari-Son of 4 Methods // *Arch phys med Rehabil*. 2011. Vol. 92, № 6. P. 941. doi: 10.1016/j.apmr.2011.01.007
10. Chillale T.P., Kim N.H., Smith L.N. Mechanical and finite element analysis of an innovative orthopedic implant designed to increase the weight carrying ability of the femur and reduce frictional forces on an amputee's stump // *Military Medicine*. 2019. Vol. 184, S. 1. P. 627–636. doi: 10.1093/milmed/usy382
11. ГОСТ Р ИСО 8548-2-2021. Протезирование и ортезирование. Дефекты конечностей. Часть 2. Метод описания ампутационной культы нижней конечности. Москва: Стандартинформ, 2021. С. 3.
12. Portenoy R., Asbury G., McKhann W., et al. Management of chronic pain. In: *Diseases of the Nervous System: Clinical Neuroscience and Therapeutic Principles*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. P. 906–919. doi: 10.1017/CBO9781316134993.061
13. Бильгильдеев М.Г., Осмоналиев И.Ж., Байкеев Р.Ф. Протезирование конечности // *Практическая медицина*. 2021. Т. 19, № 4. С. 146–152. doi: 10.32000/2072-1757-2021-4-146-152
14. Осмоналиев И.Ж., Бильгильдеев М.Г., Байкеев Р.Ф. Оптимизация статистического учёта контингента лиц с ампутацией конечностей в Республике Татарстан (с учётом данных отечественных и зарубежных исследований) // *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2019. Т. 64, № 4. С. 37–48.
15. Приоров Н.Н. Ампутации конечностей и протезы. Москва–Ленинград: Медгиз, 1941. 108 с.
16. George J.A., Kluger D.T., Davis T.S., et al. Biomimetic sensory feedback through peripheral nerve stimulation improves dexterous use of a bionic hand. *Sci Robot*. 2019. Vol. 4, № 32. P. eaax2352. doi: 10.1126/scirobotics.aax2352
17. Снетков А.А., Хаспеков Д.В., Снетков А.И., и др. Эндопротезирование рукоятки грудины при хондросаркоме G1: клинический случай // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2022. Т. 29, № 2. С. 151. doi: 10.17816/vto109447
18. Приложение № 3 к приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 5 августа 2022 г. № 530н, учётная форма N 003/у «Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в стационарных условиях, в условиях дневного стационара». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/351746576>. Дата обращения: 20.03.2023.
19. Приложение № 1 к приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 декабря 2014 г. № 834н «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению», учётная форма № 025/у «Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях». Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377407>. Дата обращения: 20.03.2023.
20. Приказ Министерства здравоохранения СССР «Об утверждении форм первичной медицинской документации учреждений здравоохранения» от 4 октября 1980 года № 1030. Форма 112/у «История развития ребёнка» (с изменениями на 31 декабря 2002 года). Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9042149>. Дата обращения: 20.03.2023.
21. Старченко А.А., Тарасова О.В., Салдуева О.В., и др. Карта дефектов медицинской помощи: Пособие для медицинских работников и экспертов по дефектам оказания медицинской помощи. 3-е изд., доп. Москва: Национальное агентство по безопасности пациентов и независимой медицинской экспертизе, 2016. С. 472–476.
22. ГОСТ Р 52114-2021. Узлы механических протезов верхних конечностей. Технические требования и методы испытаний. Москва: Стандартинформ, 2021. С. 1–16.
23. ГОСТ Р 53869-2021. Протезы нижних конечностей. Технические требования. Москва: Стандартинформ, 2021. С. 1–7.
24. ГОСТ Р 59226-2020. Протезы верхних конечностей с внешним источником энергии. Общие технические требования. Москва: Стандартинформ, 2021. С. 2–3.
25. ГОСТ Р 58447-2019. Протезы нижних конечностей с внешним источником энергии. Общие технические требования. Москва: Стандартинформ, 2019. С. 2–3.
26. Федеральный закон № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24.11.1995 г. (принят Государственной Думой 20 июля 1995 года; одобрен Советом

Федерации 15 ноября 1995 года). Статья 11 «Индивидуальная программа реабилитации или абилитации инвалида (в ред. Федерального закона от 01.12.2014 № 419-ФЗ (в ред. от 29.12.2015)). Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/. Дата обращения: 16.05.2023.

27. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 31.01.2011 № 57н «Об утверждении порядка выплаты компенсации за самостоятельно приобретенное инвалидом техническое средство реабилитации и (или) оказанную услугу, включая порядок определения ее размера и порядок информирования граждан о размере указанной компенсации (с изменениями на 8 октября 2021 года)». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902260638>. Дата обращения: 20.03.2023.

28. Об электронных сертификатах [интернет]. ГИС Электронные сертификаты. Режим доступа: <http://ecert.gov.ru>. Дата обращения: 20.03.2023.

29. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.04.2021 № 678 «Об утверждении правил определения предельной стоимости единицы отдельного вида товара, работы, услуги, приобретаемых с использованием электронного сертификата за счет средств федерального бюджета и бюджета Фонда социального страхования Российской Федерации» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 06.05.2022 № 819). Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105040022>. Дата обращения: 20.03.2023.

30. ГОСТ Р 2.601-2019. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. Москва: Стандартинформ, 2021. С. 8.

31. Решение Центрального районного суда г. Калининграда № 2-4221/2014 2-7/2015 2-7/2015(2-4221/2014;)-М-3373/2014 М-3373/2014 от 21 января 2015 г. по делу № 2-4221/2014. Режим доступа: <https://sudact.ru/regular/doc/Q3gmAw4BTf5l/>. Дата обращения: 20.03.2023.

32. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13 июня 2017 г. № 486н «Об утверждении порядка разработки и реализации индивидуальной программы реабилитации или абилитации инвалида, индивидуальной программы реабилитации или абилитации ребенка-инвалида, выдаваемых федеральными государственными учреждениями медико-социальной экспертизы, и их форм. Взамен Приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2015 г. № 528н (с изменениями на 15 декабря 2020 года)». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708010058?index=33&rangeSize=1>. Дата обращения: 20.03.2023.

33. Недер М., Недер Г.Г., Бломке Ф. Протезы нижних конечностей. Москва: Шиель и Шон, 2000. 132 с.

34. Ракитин А.В. Руководство по протезированию. Москва: Медицина, 1993. 136 с.

REFERENCES

1. GOST R 51819-2022. Protezirovaniye i ortezirovaniye verhnih i nizhnih konechnostej. Moscow: Rossijskij institut standartizacii; 2022. P. 1. (In Russ).

2. GOST R 51191-2019. Uzly protezov nizhnih konechnostej. Tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy. Moscow: Standartinform; 2019. P. 1–8. (In Russ).

3. GOST R 9999-2019. Vspomogatel'nye sredstva dlya lyudej s ograniчениями zhiznedeyatel'nosti. Klassifikaciya i terminologiya. Moscow: Standartinform; 2019. P. 1–167 (In Russ).

4. Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 13 fevralya 2018 g. № 86n «Ob utverzhdenii klassifikacii tekhnicheskikh sredstv reabilitacii (izdelij) v ramkah federal'nogo perechnya reabilitacionnyh meropriyatij, tekhnicheskikh sredstv reabilitacii i uslug, predostavlyaemyh invalidu, utverzhdenogo rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 30 dekabrya 2005 g. № 2347-r (s izmeneniyami na 22 iyunya 2022 goda)». Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71797812/>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).

5. Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 5 marta 2021 goda № 107n «Ob utverzhdenii srokov pol'zovaniya tekhnicheskimi sredstvami reabilitacii, protezami i protezno-ortopedicheskimi izdeliyami (s izmeneniyami na 6 maya 2022 goda)». Available from: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=436317>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).

6. Prikaz Ministerstva truda, i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 5 marta 2021 g. № 106n «Ob utverzhdenii perechnya pokazanij i protivopokazanij dlya obespecheniya invalidov tekhnicheskimi sredstvami reabilitacii (s izmeneniyami na 22 iyunya 2022 goda)». Available from: <https://docs.cntd.ru/document/603321691>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).

7. Mühldorfer-Fodor M, Dimitrova P, Prommersberger KJ. Amputations of fingers and the hand. *Unfallchirurg*. 2022;125(4):275–281. doi: 10.1007/s00113-022-01154-3

8. Liston JM, Forster GL, Samuel A, et al. Estimating the impact of postamputation pain. *Annals of plastic surgery*. 2022;5(5):533–537. doi: 10.1097/SAP.00000000000003009

9. Boer-Wilzing VG, Bolt A, Geertzen JH, et al. Variation in results of volume measurements of stumps of lower-limb amputees: A Compari-Son of 4 Methods. *Arch phys med Rehabil*. 2011;92(6):941. doi: 10.1016/j.apmr.2011.01.007

10. Chillale TP, Kim NH, Smith LN. Mechanical and finite element analysis of an innovative orthopedic implant designed to increase the weight carrying ability of the femur and reduce frictional forces on an amputee's stump. *Military Medicine*. 2019;184(1):627–636. doi: 10.1093/milmed/usy382

11. GOST R ISO 8548-2-2021. Protezirovaniye i ortezirovaniye. Defekty konechnostej. Chast' 2. Metod opisaniya amputacionnoj kul'ti nizhnej konechnosti. Moscow: Standartinform; 2021. P. 3. (In Russ).

12. Portenoy R, Asbury G, McKhann W, et al. Management of chronic pain. In: Diseases of the Nervous System: Clinical Neuroscience and Therapeutic Principles. Cambridge: Cambridge University Press; 2002. P. 906–919. doi: 10.1017/CBO9781316134993.061

13. Bil'gil'deev MG, Osmonaliev IZH, Baikееv RF. Protezirovaniye konechnosti. *Prakticheskaya medicina*. 2021;19(4):146–152. (In Russ). doi: 10.32000/2072-1757-2021-4-146-152

14. Osmonaliev IZH, Bil'gil'deev MG, Baikееv RF. Optimizaciya statisticheskogo ucheta kontingenta lic s amputaciej konechnostej v Respublike Tatarstan (s uchetom dannyh otechestvennyh i zarubezhnyh issledovanij). *Obshchestvennoe zdorov'e i zdavoohranenie*. 2019;64(4):37–48. (In Russ).

15. Priorov NN. Amputacii konechnostej i protezy. Moscow–Leningrad: Medgiz; 1941. 108 p. (In Russ).
16. George JA, Kluger DT, Davis TS, et al. Biomimetic sensory feedback through peripheral nerve stimulation improves dexterous use of a bionic hand. *Sci Robot.* 2019;32(4):eaax2352. doi: 10.1126/scirobotics.aax2352
17. Snetkov AA, Haspekov DV, Snetkov AI, et al. Endoprotezirovanie rukoyatki grudiny pri hondrosarkome G1: klinicheskij sluchaj. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2022;29(2):151. (In Russ). doi: 10.17816/vto109447
18. Prilozhenie № 3 k prikazu Ministerstva zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii ot 5 avgusta 2022 g. № 530n, uchelnaya forma № 003/u «Medicinskaya karta pacienta, poluchayushchego medicinskuyu pomoshch' v stacionarnyh usloviyah, v usloviyah dnevnogo stacionara». Available from: <https://docs.cntd.ru/document/351746576>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
19. Prilozhenie № 1 k prikazu Ministerstva zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii ot 15 dekabrya 2014 g. № 834n «Ob utverzhdenii unificirovannyh form medicinskoj dokumentacii, ispol'zuemyh v medicinskih organizacijah, okazyvayushchih medicinskuyu pomoshch' v ambulatornyh usloviyah, i poryadkov po ih zapolneniyu», uchelnaya forma № 025/u «Medicinskaya karta pacienta, poluchayushchego medicinskuyu pomoshch' v ambulatornyh usloviyah». Available from: <https://docs.cntd.ru/document/603321691>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
20. Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya SSSR «Ob utverzhdenii form pervichnoj medicinskoj dokumentacii uchrezhdenij zdravoohraneniya» ot 4 oktyabrya 1980 goda № 1030, forma 112/u «Istoriya razvitiya rebenka» (s izmeneniyami na 31 dekabrya 2002 goda). Available from: <https://docs.cntd.ru/document/9042149>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
21. Starchenko AA, Tarasova OV, Saldueva OV, et al. Karta defektov medicinskoj pomoshchi: Posobie dlya medicinskih rabotnikov i ekspertov po defektam okazaniya medicinskoj pomoshchi. 3-e izdanie dopolnennoe. Moscow: Nacional'noe Agentstvo po bezopasnosti pacientov i nezavisimoy medicinskoj ekspertize; 2016. P. 472–476.
22. GOST R 52114–2021. Uzly mekhanicheskikh protezov verhnih konechnostej. Tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy. Moscow: Standartinform; 2021. P. 1–16. (In Russ).
23. GOST R 53869–2021. Protezy nizhnih konechnostej. Tekhnicheskie trebovaniya. Moscow: Standartinform; 2021. P. 1–7. (In Russ).
24. GOST R 59226–2020. Protezy verhnih konechnostej s vneshnim istochnikom energii. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Moscow: Standartinform; 2021. P. 2–3. (In Russ).
25. GOST R 58447–2019. Protezy nizhnih konechnostej s vneshnim istochnikom energii. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Moscow: Standartinform; 2019. P. 2–3. (In Russ).
26. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii № 181-FZ «O social'noj zashchite invalidov v Rossijskoj Federacii» ot 24.11.1995 g. [prinjat Gosudarstvennoj Dumoj 20 iyulya 1995 goda: odobren Sovetom Federacii 15 noyabrya 1995 goda]. Stat'ya 11 «Individual'naya programma reabilitacii ili abilitacii invalida (v red. Federal'nogo zakona ot 01.12.2014 N 419-FZ (v red. Ot 29.12.2015)). Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/. Accessed: 16.05.2023. (In Russ).
27. Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya i social'nogo razvitiya Rossijskoj Federacii ot 31.01.2011 № 57n «Ob utverzhdenii poryadka vyplaty kompensacii za samostoyatel'no priobretennoe invalidom tekhnicheskoe sredstvo reabilitacii i (ili) okazannuyu uslugu, vkluchaya poryadok opredeleniya ee razmera i poryadok informirovaniya grazhdan o razmere ukazannoj kompensacii (s izmeneniyami na 8 oktyabrya 2021 goda)». Available from: <https://docs.cntd.ru/document/902260638>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
28. Ob elektronnyh sertifikatakh [Internet]. GIS Elektronnye sertifikaty. Available from: <http://ecert.gov.ru>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
29. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 29.04.2021 № 678 «Ob utverzhdenii pravil opredeleniya predel'noj stoimosti edinicy otdel'nogo vida tovara, raboty, uslugi, priobretaemyh s ispol'zovaniem elektronnoho sertifikata za schet sredstv federal'nogo byudzhet a i byudzhet a Fonda social'nogo strahovaniya Rossijskoj Federacii» (v redakcii postanovleniya Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 06.05.2022 № 819). Available from: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105040022>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
30. GOST R 2.601–2019. Edinaya sistema konstruktorskoy dokumentacii. Ekspluacionnye dokumenty. Moscow: Standartinform; 2021. (In Russ).
31. Resheniye Tsentralnogo rayonnogo suda g. Kaliningrada № 2-4221/2014 2-7/2015 2-7/2015(2-4221/2014;)-M-3373/2014 M-3373/2014 ot 21 yanvary 2015 g. po delu № 2-4221/2014. Available from: <https://sudact.ru/regular/doc/Q3gmAw4BTf5l/>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
32. Prikaz Ministerstva truda, i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 13 iyunya 2017 goda № 486n «Ob utverzhdenii poryadka razrabotki i realizacii individual'noj programmy reabilitacii ili abilitacii invalida, individual'noj programmy reabilitacii ili abilitacii rebenka-invalida, vydavaemyh federal'nymi gosudarstvennymi uchrezhdeniyami mediko-social'noj ekspertizy, i ih form. Vzamen Prikaza Ministerstva truda i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 31 iyulya 2015 g. № 528n (s izmeneniyami na 15 dekabrya 2020 goda)». Available from: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708010058?index=33&rangeSize=1/>. Accessed: 20.03.2023. (In Russ).
33. Neder M, Neder GG, Blomke F. Protezy nizhnih konechnostej. Moscow: SHiel' i SHon, 2000; 132 p. (In Russ).
34. Rakitin AV. Rukovodstvo po protezirovaniyu. Moscow: Medicina; 1993. 136 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

Осмоналиев Икар Жетигенович, к.м.н., ассистент;
ORCID: 0000-0003-1432-6135;
eLibrary SPIN: 5604-8153;
e-mail: ikarkg-kaz@mail.ru

AUTHORS' INFO

Ikar Zh. Osmonaliev, MD, Cand. Sci. (Med.), assistant;
ORCID: 0000-0003-1432-6135;
eLibrary SPIN: 5604-8153;
e-mail: ikarkg-kaz@mail.ru

*** Бильгильдеев Мурат Гусманович,**

врач травматолог-ортопед, заведующий отделением;
адрес: Россия, 420015, Республика Татарстан, Казань,
ул. Толстого, д. 4;

ORCID: 0000-0002-6563-5192;

eLibrary SPIN: 1982-4006;

e-mail: listik99@list.ru

Байкеев Рустем Фрунзевич, д.м.н., профессор;

ORCID: 0000-0003-4306-3805;

eLibrary SPIN: 1158-6738;

e-mail: baykeev@mail.ru

Абдурахманов Рахмонжон Вахобжонович,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0000-0002-8484-1127;

e-mail: rohman_borz00@mail.ru

Эргашев Халимджон Хасанович,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0000-0002-3251-5063;

e-mail: Ergashev0107@mail.ru

*** Murat G. Bilgildeev, MD,**

traumatologist-orthopedist, Head of the Department;
address: 4 Tolstogo str., Kazan, Republic of Tatarstan,
420015, Russia;

ORCID: 0000-0002-6563-5192;

eLibrary SPIN: 1982-4006;

e-mail: listik99@list.ru

Rustem F. Baikeev, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;

ORCID: 0000-0003-4306-3805;

eLibrary SPIN: 1158-6738;

e-mail: baykeev@mail.ru

Rakhmonzhon V. Abdurakhmanov, MD,

orthopedic traumatologist;

ORCID: 0000-0002-8484-1127;

e-mail: rohman_borz00@mail.ru

Khalimjon Kh. Ergashev, MD,

traumatologist-orthopedist;

ORCID: 0000-0002-3251-5063;

e-mail: Ergashev0107@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto352509>

Метод интегральной оценки эффективности работы нейрохирургической клиники на основе оценки степени достижения ключевых показателей деятельности

Д.Ю. Усачёв¹, А.Г. Назаренко², Н.А. Коновалов¹, А.А. Докукин³, О.И. Шарипов¹,
П.Л. Калинин¹, М.А. Шульц¹, А.А. Сычёв¹, А.И. Баранич¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко, Москва, Российская Федерация;

² Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

³ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Эффективность работы современной клиники, в том числе нейрохирургической, традиционно оценивается через призму комплекса показателей. Однако общепринятого подхода к оценке эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений и соответствующего набора универсальных частных индикаторов, позволяющих сравнивать их между собой, нет.

Цель. Оценка эффективности работы нейрохирургической клиники через призму индикаторов качества с помощью шкалы достижения целей.

Материалы и методы. Для интегральной оценки результатов работы нейрохирургической клиники было выбрано 11 ключевых показателей (категорий целей). Степень достижения целевых показателей оценивалась с помощью специальной шкалы — шкалы достижения целей, разработанной Киресюком и Шерманом.

Результаты. На основании непрерывного анализа ключевых показателей работы в Центре нейрохирургии в период с 2014 по 2021 г. произведено «взвешивание» целевых показателей, сформированы показатели («0»), относительно которых в последующем оценивалась степень достижения цели (от «+2» до «-2»). Расчёт уровня достижения целей производился в веб-приложении. Результаты работы клиники в 2021 г. по некоторым показателям значительно улучшились (количество проведённых операций, послеоперационная летальность, инфекции дыхательной, мочевой системы, инфекции операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложнённым течением), отмечено ухудшение показателей хирургической активности, инфекций кровотока и количества ревизий.

Заключение. Систематический анализ качественных и количественных показателей современной клиники позволяет оценить эффективность её работы с использованием шкалы достижения целей. Интеграция данной шкалы в веб-приложение позволяет легко и быстро получать информацию о степени достижения поставленных целей в режиме реального времени и делает возможным проведение внешнего бенчмаркинга.

Ключевые слова: шкала достижения целей; целеполагание; целевые показатели; бенчмаркинг.

Как цитировать:

Усачёв Д.Ю., Назаренко А.Г., Коновалов Н.А., Докукин А.А., Шарипов О.И., Калинин П.Л., Шульц М.А., Сычёв А.А., Баранич А.И. Метод интегральной оценки эффективности работы нейрохирургической клиники на основе оценки степени достижения ключевых показателей деятельности // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 175–185. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto352509>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto352509>

The method of integral evaluation of the efficiency of the neurosurgical clinic based on the assessment of the degree of achievement of key performance indicators

Dmitry Yu. Usachev¹, Anton G. Nazarenko², Nikolai A. Konovalov¹,
Alexander A. Dokukin³, Oleg I. Sharipov¹, Pavel L. Kalinin¹, Maria A. Shults¹,
Alexander A. Sychev¹, Anastasia I. Baranich¹

¹ Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery, Moscow, Russian Federation;

² Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation;

³ Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The efficiency of a modern clinic, including neurosurgery, is traditionally assessed through the prism over a set of indicators. However, a common approach to assessing the effectiveness of medical and preventive institutions and a corresponding set of universal private indicators that allow comparing them with each other are not available.

OBJECTIVE: To evaluate the efficacy of a neurosurgical clinic through a quality indicator perspective using the goal attainment scale.

MATERIALS AND METHODS: Eleven key indicators (target categories) were selected for the integral results assessment of the neurosurgical clinic. Calculated indicators were evaluated using a special scale — the goal achievement scale developed by Kiresyuk and Sherman.

RESULTS. Based on continuous analysis conducted on the key work parameters in the Neurosurgery Center from 2014 to 2021, the target indicators were “weighed” and indicators (“0”) were formed, relative to which the degree of goal achievement was subsequently assessed (from “+2” to “–2”). The level required to achieve the targets was calculated in the web application. The results of the clinic's work in 2021 have significantly improved by some indicators (number of performed operations, postoperative mortality, respiratory and urinary system infections, surgical wound infections (meningitis) per 100 ICU patients with severe complications), while the indicators of surgical activity, bloodstream infections and the number of revisions have deteriorated.

CONCLUSION. Qualitative and quantitative indicators of a modern clinic can be systematically analyzed to assess the effectiveness of its work using a scale for goal achievement. This scale integration into a web application makes it possible to easily and quickly obtain information about the degree of goal achievement in a real-time mode and makes it possible to conduct external benchmarking.

Keywords: goal achievement scale; goal setting; target indicators; benchmarking.

To cite this article:

Usachev DY, Nazarenko AG, Konovalov NA, Dokukin AA, Sharipov OI, Kalinin PL, Shults MA, Sychev AA, Baranich AI. The method of integral evaluation of the efficiency of the neurosurgical clinic based on the assessment of the degree of achievement of key performance indicators. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):175–185. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto352509>

ВВЕДЕНИЕ

Комплексная оценка ключевых показателей качества работы современной клиники основывается на мониторинге количественных и качественных показателей, включающих структуру послеоперационных осложнений и анализ триггеров неблагоприятных событий. Применение такого подхода к изучению объективных данных для повышения уровня качества и безопасности медицинской деятельности ставит перед нами новую задачу — проведение интегральной оценки результатов работы клиники на основе анализа степени достижения поставленных целей.

В данной статье мы обсудим вопросы оценки эффективности работы нейрохирургической клиники через призм индикаторов качества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для интегральной оценки результатов работы нейрохирургической клиники было выбрано 11 ключевых показателей (категории целей):

- 1) количество проведённых операций;
- 2) оборот койки;
- 3) средняя длительность пребывания пациента на койке до операции;
- 4) повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %;
- 5) хирургическая активность, %;
- 6) послеоперационная летальность, %;
- 7) инфекции дыхательной системы на 1000 дней вентиляции;
- 8) инфекции мочевой системы на 1000 дней применения мочевого катетера;
- 9) инфекции операционной раны (менингиты) на 100 пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) с осложнённым течением;
- 10) инфекции кровотока на 100 пациентов;
- 11) частота послеоперационных осложнений (на 100 операций).

Степень достижения целей оценивалась с помощью специальной шкалы — шкалы достижения целей (ШДЦ), которая была разработана Киресюком и Шерманом в 1968 г. (Миннесота) [1].

После определения ключевых показателей проведено их субъективное «взвешивание» (ранжирование), где 1 — это менее важная цель, а 10 — самая важная цель. Были сформированы ожидаемые результаты, где за 0 приняты лучшие показатели клиники за прошлый год либо данные ведущих клиник мира (бенчмаркинг); «-2» — это показатель работы на 20% ниже ожидаемого результата; «-1» — на 10% ниже ожидаемого результата; «+1» — на 10% выше ожидаемого результата; «+2» — на 20% выше ожидаемого результата. Интервалом времени, в котором проводилась оценка достижения целей, был выбран один год.

Вычисление данных проводилось с использованием веб-приложения согласно формулам, представленным ниже.

Вычисление значения выборочных статистик проводилось с помощью формулы (1) для расчёта уровня достижения цели.

Рассчитанный числовой показатель далее преобразуется в вывод согласно следующим правилам: <50 — поставленные цели не достигнуты, 50–55 — поставленные цели достигнуты и >55 — поставленные цели перевыполнены.

$$T = 50 + \frac{10 \sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 E(x_i^2) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j E(x_i, x_j)}}, \quad (1)$$

где $E(x_i^2)$ — выборочное среднее квадрата цели, $E(x_i, x_j)$ — выборочная корреляция.

$$E(x_i^2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2. \quad (2)$$

$$E(x_i, x_j) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - E(x_i)) (y_i - E(y_i))}{\sum_{i=1}^n (x_i - E(x_i))^2 \sum_{j=1}^n (y_j - E(y_j))^2}. \quad (3)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании непрерывного анализа ключевых показателей работы в Центре нейрохирургии в период с 2014 по 2021 г. произведено «взвешивание» целевых показателей (табл. 1).

Самыми важными целями с весом 8 и 9 были выбраны послеоперационная летальность, инфекции дыхательной, мочевой, центральной нервной систем, кровотока, которые являются одними из основных маркеров, характеризующих качество работы нейрохирургической клиники.

На основании лучших данных работы клиники сформированы показатели («0»), относительно которых в последующем оценивалась степень достижения цели (от «+2» до «-2»).

В течение 2014–2021 гг. собирались и анализировались данные по 11 ранее выбранным параметрам. Полученные результаты были распределены относительно базовых лучших параметров, принятых за 0. Распределение полученных результатов работы клиники по степени достижения целевых показателей представлены в табл. 2.

Большинство показателей в полной мере не соответствовали выбранным целевым значениям от «+2» до «-2», что затрудняет оценку степени достижения целей.

С помощью формулы (2) были рассчитаны выборочные статистики ключевых показателей, что позволило

Таблица 1. Ранжирование («взвешивание») целевых показателей**Table 1.** Ranking («weighing») target indicators

Целевые показатели	Вес
Количество проведённых операций	6
Оборот койки	6
Средняя длительность пребывания пациента на койке	6
Повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %	6
Хирургическая активность, %	6
Послеоперационная летальность, %	9
Инфекции дыхательной системы на 1000 дней вентиляции	8
Инфекции мочевой системы на 1000 дней применения МК	8
Инфекции операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложнённым течением	9
Инфекции кровотока на 100 пациентов	8
Количество ревизий (на 100 операций)	9

Примечание. МК — мочевой катетер, ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.

Note. МК — urinary catheter, ОРИТ — intensive care unit.

Таблица 2. Распределение целевых показателей работы нейрохирургической клиники относительно значения «0»**Table 2.** Distribution of target indicators of the work of the neurosurgical clinic relative to the value «0»

Целевой показатель	Степень достижения				
	2	1	0	–1	–2
Количество проведённых операций	11 447	10 493	9539	8585	7631
Оборот койки	39	34,8	30,6	27,05	23,5
Средняя длительность пребывания пациента на койке	7,6	8,3	9	11,45	13,9
Повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %	1,9	2,6	3,3	3,65	4
Хирургическая активность, %	96,4	94,1	91,8	90,8	89,8
Послеоперационная летальность, %	0	0,225	0,45	1,075	1,7
Инфекции дыхательной системы на 1000 дней вентиляции	11	15	20	26,3	30
Инфекции мочевой системы на 1000 дней применения МК	11	15	20	23,6	27
Инфекции операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложнённым течением	≤3	4	5	6,75	8,5
Инфекции кровотока на 100 пациентов	1,5	2,7	3	6	10
Количество ревизий (на 100 операций)	2,3	2,61	2,9	3,2	3,5

Примечание. «2» — намного больше, чем планировалось (+120%), «1» — больше, чем планировалось (+110%), «0» — то, что планировалось (100%), «–1» — меньше, чем планировалось (–110%), «–2» — намного меньше, чем планировалось (–120%), МК — мочевой катетер, ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии.

Note. «2» — much more than planned (+120%), «1» — more than planned (+110%), «0» — what was planned (100%), «–1» — less than planned (–110%), «–2» — much less than planned (–120%), МК — urinary catheter, ОРИТ — intensive care unit.

провести их попарное сравнение, определить их влияние на исход (табл. 3). Вычисленные значения выборочных статистик далее с помощью формулы (1) используются для расчёта уровня достижения цели.

Для упрощения работы расчёта уровня достижения целей было разработано специальное веб-приложение, в котором после внесения интересующих нас целевых показателей на основе формулы (1) результаты рассчитывались и автоматически преобразовывались в вывод,

какие цели достигнуты, ухудшились, остались на месте или перевыполнены.

Ранее выбранный вес и полученные результаты ключевых показателей за установленный временной интервал (в нашем случае — год) были внесены в соответствующий раздел приложения (рис. 1).

После нажатия кнопки «рассчитать» (указано внизу на рис. 1) формируется отчёт, демонстрирующий, какие показатели ухудшились, остались на месте либо улучшились.

Таблица 3. Определение коэффициента корреляции после расчёта выборочных статистик**Table 3.** Determining the correlation coefficient after calculating sample statistics

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00	0,39	-0,53	-0,89	-0,82	-0,14	-0,55	-0,19	-0,10	-0,86	-0,27
2	0,39	1,00	0,51	-0,20	0,33	0,44	-0,50	-0,09	0,17	0,05	0,30
3	-0,53	0,51	1,00	0,77	0,87	0,84	-0,29	0,03	0,08	0,85	0,19
4	-0,89	-0,20	0,77	1,00	0,94	0,45	0,77	0,89	0,32	0,95	0,51
5	-0,82	0,33	0,87	0,94	1,00	0,64	-0,07	0,36	0,33	0,87	0,18
6	-0,14	0,44	0,84	0,45	0,64	1,00	-0,55	0,00	-0,23	0,76	0,36
7	-0,55	-0,50	-0,29	0,77	-0,07	-0,55	1,00	0,08	0,21	0,80	-0,02
8	-0,19	-0,09	0,03	0,89	0,36	0,00	0,08	1,00	0,81	-0,07	-0,42
9	-0,10	0,17	0,08	0,32	0,33	-0,23	0,21	0,81	1,00	-0,29	-0,56
10	-0,86	0,05	0,85	0,95	0,87	0,76	0,80	-0,07	-0,29	1,00	0,76
11	-0,27	0,30	0,19	0,51	0,18	0,36	-0,02	-0,42	-0,56	0,76	1,00

Веса:

1. Количество проведенных операций:
2. Оборот койки:
3. Средняя длительность пребывания пациента на койке:
4. Повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %:
5. Хирургическая активность, %:
6. Послеоперационная летальность, %:
7. Целевой Показатель инфекций дыхательной системы на 1000 дней вентиляции:
8. Целевой Показатель инфекций мочевой системы на 1000 дней МК:
9. Целевой Показатель инфекций операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложненным течением:
10. Целевой показатель Инфекции:
11. Количество ревизий (на 100 операций):

Значения показателей:

1. Количество проведенных операций:
2. Оборот койки:
3. Средняя длительность пребывания пациента на койке:
4. Повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %:
5. Хирургическая активность, %:
6. Послеоперационная летальность, %:
7. Целевой Показатель инфекций дыхательной системы на 1000 дней вентиляции:
8. Целевой Показатель инфекций мочевой системы на 1000 дней МК:
9. Целевой Показатель инфекций операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложненным течением:
10. Целевой показатель Инфекции:
11. Количество ревизий (на 100 операций):

Рис. 1. Интерфейс веб-приложения. Ранжирование («взвешивание») целевых показателей и внесение результатов оценки ключевых показателей.

Fig. 1. Web application interface. Ranking («weighing») target indicators and entering the results of the assessment of key indicators.

На данном примере видно, что результаты работы клиники в 2021 году по некоторым показателям значительно улучшились (количество проведенных операций, послеоперационная летальность, инфекции дыхательной, мочевой систем, инфекции операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложнённым течением), отмечено ухудшение показателей хирургической активности, инфекций кровотока и количества ревизий (рис. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность работы современной клиники, в том числе нейрохирургической, традиционно оценивается через призму комплекса показателей. По мнению

Zidarov et al. (2014 г.), разработка систем оценки эффективности клиник способствует не только повышению качества медицинской помощи, но и определению направлений к осуществлению организационных изменений в системах здравоохранения во всём мире [2]. Важным является тот факт, что общепринятого подхода к оценке эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений и соответствующего набора универсальных частных индикаторов, позволяющих сравнивать их между собой, нет [3]. Являясь одними из ключевых характеристик организации, эффективность и её оценка представляют собой одно из наиболее подкреплённых публикациями направлений в научных исследованиях и практических разработках [4]. По этой причине, как указывают Дж. Марч

Значения показателей:

1. Количество проведенных операций: 9539
2. Оборот койки: 30,6
3. Средняя длительность пребывания пациента на койке: 9
4. Повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %: 3,3
5. Хирургическая активность, %: 91,8
6. Послеоперационная летальность, %: 0,45
7. Целевой Показатель инфекций дыхательной системы на 1000 дней вентиляции: 20
8. Целевой Показатель инфекций мочевой системы на 1000 дней МК: 20
9. Целевой Показатель инфекций операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложненным течением: 5
10. Целевой показатель Инфекции: 3
11. Количество ревизий (на 100 операций): 2,9

Результаты:

177.02706123585554

Поставленные цели перевыполнены

Ухудшились

5. Хирургическая активность, %
10. Целевой показатель Инфекции
11. Количество ревизий (на 100 операций)

Остались на месте

2. Оборот койки
3. Средняя длительность пребывания пациента на койке
4. Повторная госпитализация по одному заболеванию в течение 30 дней после выписки, %

Сильно улучшились

1. Количество проведенных операций
6. Послеоперационная летальность, %
7. Целевой Показатель инфекций дыхательной системы на 1000 дней вентиляции
8. Целевой Показатель инфекций мочевой системы на 1000 дней МК
9. Целевой Показатель инфекций операционной раны (менингиты) на 100 пациентов ОРИТ с осложненным течением

Рис. 2. Интерфейс веб-приложения. Результат, отражающий степень достижения целей.

Fig. 2. Web application interface. The result, reflecting the degree of achievement of the goals.

и Р. Саттон, любая связанная с оценкой эффективности публикация даёт своё рабочее определение. В исследованиях, посвящённых оценке эффективности в сфере здравоохранения, преобладает экономическая трактовка понятия «эффективность», что в таком узком понимании затруднительно применять в управленческих целях [5]. Кроме того, зачастую исследователи не оценивают эффективность лечебной деятельности, а, подменяя результат лечебной деятельности клиники количественными показателями, характеризуют эффективность использования её ресурсов [6, 7].

Для оценки работы хирургической клиники, как правило, применяются такие показатели, как количество выполняемых операций, койкооборот, средний койко-день до и после операции, доля высокотехнологичных операций, хирургическая активность, послеоперационная летальность и др. В большей степени это количественные показатели, которые дают предварительное представление о работе стационара или отделения.

На наш взгляд, большую информативность может обеспечить комплексный анализ не только количественных, но и качественных показателей [8–10]. Следует отметить, что анализ структуры некоторых количественных показателей способен трансформировать их в качественные. Например, информация о выполненных операциях, структуре осложнений и исходах лечения позволяет объективно оценить сложность и качество хирургической деятельности отделения.

Работа по повышению уровня качества оказания медицинской помощи, в частности, направлена на сокращение числа неблагоприятных событий (НС), прежде всего предотвратимых. Для выявления НС хорошо зарекомендовал себя метод регистрации триггеров НС [9, 10], среди которых наиболее информативными для нейрохирургии являются следующие:

- незапланированный перевод пациента в ОПИТ в течение 48 часов после операции;
- тромбоэмболия лёгочной артерии;
- тромбозы глубоких вен нижних конечностей;
- появление/прогрессирование пролежней;
- внутрибольничный инсульт;
- снижение гемоглобина или гематокрита на $\geq 25\%$ по сравнению с исходным уровнем в течение 72 часов;
- незапланированные реанимационные мероприятия в течение 24 часов после операции;
- искусственная вентиляция лёгких в течение более 24 часов после операции;
- незапланированные повторные хирургические вмешательства в одну госпитализацию;
- гемотрансфузия свыше запланированных объёмов в течение 24 часов после операции;
- определение нейтрофильного плеоцитоза ликвора;
- высев патогенов из крови и ликвора.

Важной составляющей оценки работы медицинской

организации является анализ осложнений хирургических вмешательств, что также способствует улучшению качества лечения и повышению безопасности пациентов [9, 10].

Наш опыт работы показал, что объективный анализ работы на основании оценки измерений её результата положительно влияет на принятие клинических и управленческих решений.

Анализ результатов работы больницы на основе изучения большого количества параметров лежит в основе мер, направленных на повышение эффективности. В свою очередь, эффективность является элементом системы управления организацией.

В научной и практической литературе различными авторами были неоднократно предложены описания общих схем оценки эффективности [11, 12].

Эти схемы включают несколько функциональных этапов, суть которых можно свести к трём:

- сбор информации о деятельности организации (клиники);
- обработка информации;
- использование полученных данных для принятия решения (в управленческих целях).

Описанная обобщённая схема оценки эффективности деятельности организации предполагает использование полученной информации в определённых управленческих целях. Следует отметить, что в практику менеджмента концепцию управленческой деятельности, основанную на понятии «управление по целям», ввёл в 1934 году немецкий экономист П. Друкер. В дальнейшем благодаря работам Р. Каплана и Д. Нортон [8] в западной практике широкое распространение получили концепция управления реализацией стратегии и методика измерения эффективности деятельности предприятия Balanced Scorecard BSC, или система сбалансированных показателей, основанная на расчёте ключевых показателей эффективности (англ. Key Performance Indicators, KPI). Ключевые показатели эффективности — показатели функционирования организации, которые устанавливаются для достижения определённых стратегических целей. С помощью KPI можно планировать и контролировать эффективность деятельности на различных уровнях управления.

Нами была выбрана шкала достижения целей, опыт работы с которой у нас уже имелся в ходе исследования исходов лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника [8, 13–15].

ШДЦ была разработана Киресюком и Шерманом в 1968 г. (Миннесота). Порядок её применения хорошо описан в литературе [16].

Основное отличие ШДЦ от других имеющихся индивидуализированных методов оценки эффективности работы медицинской организации заключается в том, что пункты и баллы этой шкалы определяются самими медицинскими работниками. ШДЦ предназначена для множественных индивидуальных целей и, что самое главное, содержит

формулу для вычисления общего стандартного балла. Как и любой инструмент, шкала имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам шкалы достижения целей относятся:

- возможность самостоятельно определить цели;
- возможность как оценивать степень достижения последовательно по каждой из целей, так и получать интегральный результат;
- установление реальных и видимых планов;
- понимание целей специалистами;
- расширение участия коллектива в стратегическом планировании.

К недостаткам шкалы можно отнести то, что при постановке может возникнуть желание занижить или, наоборот, завысить целевые значения, чтобы процесс достижения был проще.

ШДЦ предназначена для множественных индивидуальных целей и, что самое главное, содержит формулу для вычисления общего стандартного балла. Она позволяет проводить индивидуальные инструментальные сравнения, заполняется в виде формы, на которой по горизонтальной оси отмечаются индивидуальные цели [8, 13]. Процесс заполнения контрольной таблицы ШДЦ состоит из шести этапов.

- 1-й этап — выбор категории целей. Помимо того, что этот этап представляет собой отправную точку в процессе заполнения ШДЦ, на наш взгляд, он является ключевым, так как объективность дальнейших подсчётов будет находиться в прямой зависимости от поставленных целей лечения. При возникновении новых целей их можно добавить.
- 2-й этап — ранжирование («взвешивание») целей. Сразу нужно подчеркнуть, что этот этап необязательный. Суть его заключается в возможности присвоения категориям целей субъективного веса, который отражает их важность.
- 3-й этап — выбор временного интервала для последующего контроля. На данном этапе необходимо определить интервал времени, на котором оценивается достижение целей. Он может быть разным, но, как правило, для всех целей он одинаков.
- 4-й этап — формулировка ожидаемых результатов. Наиболее вероятный результат обозначается как «0» и располагается в центре контрольной таблицы. Степень достижения должна быть наглядной, описательной и объективной.
- 5-й этап — заполнение других уровней шкалы. Оставшиеся уровни целей заполняются в графах соответствующих целей. Там указываются возможные результаты: «гораздо хуже, чем ожидалось» (–2), «несколько хуже, чем ожидалось» (–1), «несколько лучше, чем ожидалось» (+1) и «гораздо лучше, чем ожидалось» (+2). Как и самый вероятный результат, критерии достижения данных целей должны

быть объективными и наглядными. Цели разных уровней не должны пересекаться и должны легко оцениваться в баллах. Если сложно представить результат лучше, чем на уровне «0», то уровни «+1» и «+2» могут быть шкалированы как достижение того же уровня, но с меньшим временем или меньшими затратами. Описание уровней можно почерпнуть из стандартных шкал.

- 6-й этап — контроль. На этом этапе производится оценка по степени достижения целей. Достигнутый статус обычно отмечается звёздочкой, а начальный оценочный уровень — галочкой.

К недостаткам ШДЦ можно также отнести исходное предположение о корреляции целей на уровне 0,3. С одной стороны, это ограничение, которого трудно добиться в реальной ситуации, для целей, выбираемых из каких-то прикладных соображений, — некоторые из них могут быть очень высоко коррелированы, а другие, наоборот, независимы. Вместе с тем это требование представляется излишним при наличии дополнительных данных. Предположим, что показатели клиники наблюдались на протяжении какого-то длительного времени (в нашем случае — 8 лет). Это позволяет получить выборочные оценки всех необходимых статистик, в том числе попарных корреляций целей, с достаточной точностью (табл. 3). В таком случае предлагается использовать полученные выборочные статистики в исходной формуле [1] без искусственного введения взвешенной средней корреляции r (формула (1)).

Оценка работы современной клиники проводится на основе множества показателей, как качественных, так и количественных. При таком многофакторном анализе определение степени достижения целей, заполнение и интерпретация полученных данных в табл. 2 являются достаточно затруднительными. Использование предложенного нами приложения упрощает данную задачу. Для определения того, каких целей удалось достичь, а по каким показателям желаемого результата добиться не удалось, достаточно лишь внести результаты деятельности клиники в соответствующие заранее определённые разделы. После введения данных программа сама выдаёт наглядную информацию о степени достижения/недостижения поставленных целей. Применение данного веб-приложения интересно также тем, что вносить данные могут любые медицинские организации, которые оценивают свою работу через призму индикаторов качества, что, в свою очередь, позволит проводить сравнение (бенчмаркинг) среди клиник.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематический анализ качественных и количественных показателей современной клиники позволяет оценить эффективность её работы с использованием шкалы достижения целей. Интеграция данной шкалы

в веб-приложение помогает легко и быстро получать информацию о степени достижения поставленных целей в режиме реального времени и делает возможным проведение внешнего бенчмаркинга.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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

Источник финансирования. Не указан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kiresuk T.J., Sherman R.E. Goal attainment scaling: A general method for evaluating comprehensive community mental health programs // *Community Ment Health J.* 1968. Vol. 4, № 6. P. 443–453. doi: 10.1007/BF01530764
2. Zidarov D., Poissant L., Sicotte C. Healthcare executives' readiness for a performance measurement system: A rehabilitation hospital case study // *Journal of Hospital Administration.* 2014. Vol. 3, № 4. P. 157–172. doi: 10.5430/jha.v3n4p157
3. Ahluwalia S.C., Damberg C.L., Silverman M., Motala A., Shekelle P.G. What Defines a High-Performing Health Care Delivery System: A Systematic Review // *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety.* 2017. Vol. 43, Issue 9. P. 450–459. doi: 10.1016/j.jcjq.2017.03.010
4. Тараскина Ю.В. Показатели бизнес-процессов как основа оценки эффективности деятельности организации // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика.* 2015. № 4. С. 15–22.
5. Туренко Т.А. Методические подходы к оценке результативности и эффективности здравоохранения на основе данных официальной статистики // *Известия Иркутской государственной экономической академии.* 2013. № 4. С. 120–125.
6. Cantor V.J., Poh K.L. Integrated Analysis of Healthcare Efficiency: A Systematic Review // *J Med Syst.* 2018. Vol. 42, № 1. P. 1–23. doi: 10.1007/s10916-017-0848-7
7. Hadji B., Meyer R., Melikeche S., Escalon S., Degoulet P. Assessing the relationships between hospital resources and activities: a systematic review // *Journal of Medical Systems.* 2014. Vol. 38, Issue 10. P. 127. doi: 10.1007/s10916-014-0127-9
8. Назаренко А.Г. Выбор оптимальной хирургической тактики при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника с использованием информационно-аналитической системы и компьютерного моделирования: дис. ...

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

ADDITIONAL INFO

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

Funding source. Not specified.

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

д-ра мед. наук. Москва, 2012. Режим доступа: https://new-dissert.ru/_avtoreferats/01005093867.pdf?ysclid=lkw177r8dt931864027

9. Назаренко А.Г., Иванов И.В., Щесюль А.Г., Шиманский В.Н., Савин И.А., Гаджиева О.А., Ершова О.Н., Матуева Н.М., Коновалов Н.А., Шульц М.А., Данилов Г.В., Соснин А.Д., Баранич А.И., Шарипов О.И. Мониторинг триггеров неблагоприятных событий как инструмент управления качеством медицинской помощи в нейрохирургической клинике. Приглашение к дискуссии // *Вопросы нейрохирургии.* 2019. Т. 83, № 6. С. 35–43. doi: 10.17116/neiro20198306135/
10. Назаренко А.Г., Усачёв Д.Ю., Коновалов Н.А., Тяняшин С.В., Шарипов О.И., Шульц М.А., Калинин П.Л. Анализ ключевых показателей качества работы нейрохирургической клиники // *Менеджмент качества в медицине.* 2021. № 1. С. 97–103.
11. Lichiello P., Turnock B.J. Guidebook for Performance Measurement. 1999. Режим доступа: <https://www.phf.org/resourcestools/Documents/pmcguidebook.pdf>
12. Wolk A., Dholakia A., Kreitz K. Building a Performance Measurement System. Cambridge: Root Cause, 2009.
13. Назаренко Г.И. Целеполагание в клинической практике // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2008. Т. 15, № 4. С. 3–10.
14. Петленко В.П., Барановский А.Ю. Методологические основы прогнозирования в медицине // *Клиническая медицина.* 1992. Т. 70, № 1. С. 3–8.
15. Рязанов В.В. Логические закономерности в задачах распознавания (параметрический подход) // *Журн. вычислит. математики и математ. физики.* 2007. Т. 47, № 10. С. 173–1808. doi: 10.1134/S0965542507100120
16. March J.G., Sutton R.I. Organizational performance as a dependent variable // *Organization Science.* 1997. Vol. 8, Issue 6. P. 697–706. doi: 10.1287/orsc.8.6.698

REFERENCES

1. Kiresuk T.J., Sherman R.E. Goal attainment scaling: A general method for evaluating comprehensive community mental health programs. *Community Ment Health J.* 1968;4(6):443–453. doi: 10.1007/BF01530764
2. Zidarov D, Poissant L, Sicotte C. Healthcare executives' readiness for a performance measurement system: A rehabilitation hospital

case study. *Journal of Hospital Administration.* 2014;3(4):157–172. doi: 10.5430/jha.v3n4p157

- 3. Ahluwalia SC, Damberg CL, Silverman M, Motala A, Shekelle PG. What Defines a High-Performing Health Care Delivery System: A Systematic Review. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety.* 2017;43(9):450–459. doi: 10.1016/j.jcjq.2017.03.010

4. Taraskina YuV. Indicators of business processes as a basis for evaluating the effectiveness of an organization. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics*. 2015;(4):15–22. (In Russ).
5. Turenko TA. Methodological approaches to assessing the effectiveness and efficiency of healthcare based on official statistics. *Izvestiya Irkutsk State Academy of Economics*. 2013;(4):120–125. (In Russ).
6. Cantor VJ, Poh KL. Integrated Analysis of Healthcare Efficiency: A Systematic Review. *J Med Syst*. 2018;42(1):1–23. doi: 10.1007/s10916-017-0848-7
7. Hadji B, Meyer R, Melikeche S, Escalon S, Degoulet P. Assessing the relationships between hospital resources and activities: a systematic review. *Journal of Medical Systems*. 2014;38(10):127. doi: 10.1007/s10916-014-0127-9
8. Nazarenko AG. *The choice of optimal surgical tactics for degenerative diseases of the lumbosacral spine using an information and analytical system and computer modeling* [dissertation]. Moscow; 2012. Available from: https://new-dissert.ru/_avtoreferats/01005093867.pdf?ysclid=lkwl77r8dt931864027 (In Russ).
9. Nazarenko AG, Ivanov IV, Shchesnyul AG, Shimansky VN, Savin IA, Gadzhieva OA, Ershova ON, Matueva NM, Konovalov NA, Shultz MA, Danilov GV, Sosnin AD, Baranich AI, Sharipov OI. Monitoring of triggers of adverse events as a tool for quality management of medical care in a neurosurgical clinic. *Invitation to a discussion. Questions of neurosurgery*. 2019;83(6):35–43. (In Russ). doi: 10.17116/neiro20198306135/
10. Nazarenko AG, Usachev DYU, Konovalov NA, Tanyashin SV, Sharipov OI, Shultz MA, Kalinin PL. Analysis of key indicators of the quality of the neurosurgical clinic. *Quality management in medicine*. 2021;(1):97–103. (In Russ).
11. Lichiello P, Turnock BJ. *Guidebook for Performance Measurement*. 1999. Available from: <https://www.phf.org/resourcestools/Documents/pmcguidebook.pdf>
12. Wolk A, Dholakia A, Kreitz K. *Building a Performance Measurement System*. Cambridge: Root Cause; 2009.
13. Nazarenko GI. Goal-setting in clinical practice. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2008;15(4):3–10. (In Russ).
14. Petlenko VP, Baranovsky AYU. Methodological foundations of forecasting in medicine. *Clinical medicine*. 1992;70(1):3–8. (In Russ).
15. Ryazanov VV. Logical patterns in recognition problems (parametric approach). *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. 2007;47(10):173–1808. (In Russ). doi: 10.1134/S0965542507100120
16. March JG, Sutton RI. Organizational performance as a dependent variable. *Organization Science*. 1997;8(6):697–706. doi: 10.1287/orsc.8.6.698

ОБ АВТОРАХ

Усачёв Дмитрий Юрьевич, д.м.н., профессор, академик РАН, врач-нейрохирург,
ORCID: 0000-0002-9811-9442;
eLibrary SPIN: 6618-0420;
e-mail: DOusachev@nsi.ru

Назаренко Антон Герасимович, д.м.н., профессор РАН, врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: nazarenkoag@cito-priorov.ru

Коновалов Николай Александрович, д.м.н., член-корреспондент РАН, врач-нейрохирург;
ORCID: 0000-0003-0824-1848;
eLibrary SPIN: 9436-3719;
e-mail: NAKonovalov@nsi.ru

Докукин Александр Александрович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник;
e-mail: dalex@ccas.ru

* **Шарипов Олег Ильдарович**, к.м.н., врач-нейрохирург;
адрес: Россия, 125047, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16;
ORCID: 0000-0003-3777-5662;
eLibrary SPIN: 3279-0844;
e-mail: osharipov@nsi.ru

Калинин Павел Львович, д.м.н.;
ORCID: 0000-0001-9333-9473;
eLibrary SPIN: 1775-7421;
e-mail: PKalinin@nsi.ru

AUTHORS' INFO

Dmitriy Yu. Usachev, MD, Dr. Sci. (Med.), Academician of RAS, neurosurgeon,
ORCID: 0000-0002-9811-9442;
eLibrary SPIN: 6618-0420;
e-mail: DOusachev@nsi.ru

Anton G. Nazarenko, MD, Dr. Sci. (Med.), professor of RAS, traumatologist-orthopedist;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: nazarenkoag@cito-priorov.ru

Nikolay A. Konovalov, MD, Dr. Sci. (Med.), corresponding member of RAS, neurosurgeon;
ORCID: 0000-0003-0824-1848;
eLibrary SPIN: 9436-3719;
e-mail: NAKonovalov@nsi.ru

Alexander A. Dokukin, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher;
e-mail: dalex@ccas.ru

* **Oleg I. Sharipov**, MD, Cand. Sci. (Med.), neurosurgeon;
address: 16 Tverskaya-Yamskaya Str., 125047, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-3777-5662;
eLibrary SPIN: 3279-0844;
e-mail: osharipov@nsi.ru

Pavel L. Kalinin, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0001-9333-9473;
eLibrary SPIN: 1775-7421;
e-mail: PKalinin@nsi.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Шульц Мария Андреевна, к.м.н.,
врач-нейрохирург;
ORCID: 0000-0002-1727-5102;
eLibrary SPIN: 4250-6871;
e-mail: MShults@nsi.ru

Сычёв Александр Анатольевич, д.м.н.;
ORCID: 0000-0002-0038-1005;
eLibrary SPIN: 1171-7690;
e-mail: ASichev@nsi.ru

Баранич Анастасия Ивановна, к.м.н.;
ORCID: 0000-0002-1167-0742;
e-mail: abaranich@nsi.ru

Maria A. Shults, MD, Cand. Sci. (Med.),
neurosurgeon;
ORCID: 0000-0002-1727-5102;
eLibrary SPIN: 4250-6871;
e-mail: MShults@nsi.ru

Alexander A. Sychev, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-0038-1005;
eLibrary SPIN: 1171-7690;
e-mail: ASichev@nsi.ru

Anastasia I. Baranich, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-1167-0742;
e-mail: abaranich@nsi.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462800>

Изменение нейромышечных, скелетных и связанных с движением функций у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации

С.В. Андреев¹, М.Б. Цыкунов^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Чтобы понять эпидемиологию боли и то, что предрасполагает к наличию боли во взрослой жизни, важно изучить её состояние у детей, определить факторы, ответственные за возникновение начальных эпизодов. Методологическая неоднородность исследований на современном этапе не позволяет провести сравнение полученных результатов. Важным показателем является составляющая здоровья «Функции организма», раздел «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции», которая оценивается в соответствии с Международной классификацией функционирования МКФ.

Цель. Определить значимость составляющих домена «Функции организма», изучить и систематизировать их изменение в разделе «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции» у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации.

Материалы и методы. Под нашим наблюдением находились 309 детей с болями в спине: 150 мальчиков (48,5%) и 159 девочек (51,5%). Средний возраст пациентов составил $11,9 \pm 5,1$ года, минимальный — 4 года, максимальный — до 20 лет у девочек, до 21 года у мальчиков в соответствии с возрастной периодизацией, принятой в нашей стране.

Результаты. При обследовании функции мышц (b7303, b7305 (a), b7305 (b), b7306 (a), b7306 (b), b7401 (a), b7401 (b), b7401 (c), b7401 (d), b7401 (e), b7401 (h), b7402) были выявлены значимые нарушения во всех группах. В процессе медицинской реабилитации в основных группах непрерывно наблюдали стойкую положительную динамику изменений этих показателей, которая через год достигла определителя МКФ «отсутствие нарушений».

Заключение. Показатели составляющей здоровья «Функции организма» в разделе «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции» у детей с дорсалгиями являются важным клиническим инструментом для выбора программ реабилитации и оценки их эффективности.

Ключевые слова: функции организма; нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции; Международная классификация функционирования; дорсалгии у детей.

Как цитировать:

Андреев С.В., Цыкунов М.Б. Изменение нейромышечных, скелетных и связанных с движением функций у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 187–198. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462800>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462800>

Changes in neuromuscular, skeletal and movement-related functions in children with dorsalgia during medical rehabilitation

Sergei V. Andreev¹, Mikhail B. Tsykunov^{1,2}

¹ Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation;

² Pirogov Russian national research medical University, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Understanding the epidemiology of pain and what predisposes the pain in adulthood, it is important to study it in children, to determine the factors responsible for the initial episodes occurrence of initial episodes. At the present time, heterogeneity in the research methodology makes it impossible to compare the findings. A significant indicator is the health component of Body functions, Neuromuscular, skeletal and movement-related functions, which is assessed in accordance with the International Classification of Functioning of the ICF.

AIMS: To determine the significance of the Body functions components, to study and systematise their change in Neuromuscular, skeletal and movement-related functions in children with dorsalgia during medical rehabilitation.

MATERIALS AND METHODS: We observed 309 children with back pain: 150 boys (48.5%) and 159 girls (51.5%). Patients' mean age was 11.9 ± 5.1 years, the minimum age — 4 years, the maximum age — up to 20 years in girls, 21 years in boys, in accordance with the age periodization accepted in our country.

RESULTS: Muscle function examination (b7303, b7305 (a), b7305 (b), b7306 (a), b7306 (b), b7401 (a), b7401 (b), b7401 (c), b7401 (d), b7401 (e), b7401 (h), b7402) revealed significant impairments in all groups. During the medical rehabilitation process in the main groups, a steady positive change in these indicators was continuously observed, which in a year reached the ICF determinant — absence of violations.

CONCLUSIONS: The health components of Body function scores in Neuromuscular, skeletal and movement related functions in children with dorsalgia are an important clinical tool for selecting rehabilitation programs and evaluating their effectiveness.

Keywords: body functions; neuromuscular, skeletal and movement related functions; International classification of functioning; children with dorsalgia.

To cite this article:

Andreev SV, Tsykunov MB. Changes in neuromuscular, skeletal and movement-related functions in children with dorsalgia during medical rehabilitation. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):187–198. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462800>

ОБОСНОВАНИЕ

Вопросы диагностики болей в спине у детей при статических деформациях позвоночника, обоснование эффективности программ реабилитации продолжают привлекать внимание специалистов — ортопедов и реабилитологов [1–5]. Заболеваемость деформирующими дорсопатиями у детей в 2020 г. составила 1511,3 на 100 000 детского населения [6]. Для обеспечения сопоставимости результатов лечения Всемирная организация здравоохранения рекомендует использовать стандартизированный язык, позволяющий описывать проблемы, связанные со здоровьем [2, 7, 8]. При диагностике дорсалгий большинство авторов предлагают учитывать физические, психосоциальные и культурные аспекты жизни ребёнка [1, 3]. Все они могут быть представлены на основе Международной классификации функционирования (МКФ) [9, 10]. МКФ позволяет выявить и охарактеризовать эти изменения, сделать полученную информацию сопоставимой [11, 12]. Однако развитие и формирование детского организма накладывают свой отпечаток на показатели отдельных критериев и тестов и затрудняют их оценку в процессе лечения. В связи с этим предпринята попытка провести адекватную оценку изменений нейромышечных, скелетных и связанных с движением функций у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации.

Цель исследования — определить значимость составляющих домена «Функции организма», изучить и систематизировать их изменения в разделе «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции»

у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Под нашим наблюдением находились 309 детей с болями в спине: 150 мальчиков (48,5%) и 159 девочек (51,5%). Средний возраст пациентов составил $11,9 \pm 5,1$ года, минимальный — 4 года, максимальный — до 20 лет у девочек, до 21 года у мальчиков. Распределение по характеру патологии представлено в табл. 1.

Критерии соответствия

Все пациенты были обследованы с применением клинических, инструментальных, физиологических (электромиография, тонусометрия, динамометрия) и лучевых (рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) методов исследования.

Критерии включения детей в исследование были следующими:

- заболевания, входящие по МКБ-10 в класс M00–M99 «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани», в рубрику M40–M54 «Дорсопатии», рубрику M40–M43 «Деформирующие дорсопатии», включающую M40 «Кифоз и лордоз», M41 «Сколиоз», M42 «Остеохондроз позвоночника», M43 «Другие деформирующие дорсопатии» (подрубрики: M43.0 «Спондилолиз», M43.1 «Спондилолистез», M43.2 «Другие сращения позвоночного столба»);

Таблица 1. Распределение детей по характеру патологии

Table 1. Distribution of children by the nature of pathology

Тип деформации позвоночника	Пол				Всего (n=309)	
	Мальчики		Девочки			
	Основная группа, n	Контрольная группа, n	Основная группа, n	Контрольная группа, n	Основная группа, n (%)	Контрольная группа, n (%)
Функциональные нарушения					45 (14,6)	40 (12,9)
Асимметричная осанка	9	13	22	17	31 (10,0)	30 (9,7)
Вялая осанка	4	5	6	3	10 (3,2)	8 (2,6)
Кругло-вогнутая спина	4	1	–	1	4 (1,3)	2 (0,6)
Структурные деформации					114 (36,9)	110 (35,6)
Сколиоз	9	11	21	23	30 (9,7)	34 (11,0)
Спондилолиз	12	10	6	5	18 (5,8)	15 (4,8)
Спондилолистез	4	4	4	2	8 (2,6)	6 (1,9)
Остеохондроз позвоночника	10	11	14	8	24 (7,8)	19 (6,1)
Спондилоартроз	16	13	6	5	22 (7,1)	18 (5,8)
Врождённые аномалии тропизма (Spina bifida, сакрализация, люмбализация и т.п.)	8	6	4	12	12 (3,9)	18 (5,8)
Итого	76	74	83	76	159 (51,5)	150 (48,5)

- отсутствие показаний для оперативного вмешательства на позвоночнике, травм позвоночника, нарушения функции спинного мозга, онкологических заболеваний, наследственных системных заболеваний скелета, соматической патологии в стадии декомпенсации, психических заболеваний;
- возраст девочек младше 20 лет, мальчиков — 21 года [13].

Условия проведения

Все пациенты были обследованы с применением клинических, инструментальных, физиологических (электромиография, тонусометрия, динамометрия) и лучевых (рентгенография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) методов исследования.

Продолжительность исследования

Оценку показателей составляющей здоровья «Функции организма», раздел «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции», проводили в начале лечения, после трёхнедельного курса лечения и через год после первичного осмотра.

Описание медицинского вмешательства

На основании существующих анкет, опросников, используемых при исследовании опорно-двигательного аппарата в связи с дорсалгиями, в МКФ выявили вопросы, характеризующие домен «Функции организма», раздел «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции». Составили перечень показателей возможных нарушений, сформировали задания, определяющие показатели составляющей здоровья «Функции организма», раздел «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции», провели пробные исследования (тесты) для проверки понимания и выполнимости анкетирования детьми разного возраста. В окончательном варианте обследования были отобраны 27 критериев, которые градуировали в соответствии с определителями МКФ для получения равновзвешенных шкал. Использовали следующие градации:

- 0 — нет нарушений (никаких, отсутствуют, ничтожные) — 0–4%;
- 1 — лёгкие нарушения (незначительные, слабые) — 5–24%;
- 2 — умеренные нарушения (средние, значимые) — 25–49%;
- 3 — тяжёлые нарушения (высокие, интенсивные) — 50–95%;
- 4 — абсолютные нарушения (полные) — 96–100%.

Оценку показателей составляющей здоровья «Функции организма», раздел «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции», проводили в начале лечения, после трёхнедельного курса лечения и через год после первичного осмотра. Программа реабилитации включала основные средства лечебной физкультуры:

физические упражнения и рациональный двигательный режим на протяжении суток. Использовали рабочую систематизацию физических упражнений по В.Н. Мошкову [14, 15] и методики лечебного применения физических упражнений при ортопедических заболеваниях по А.Ф. Каптелину [16]. В программе основной группы средства лечебной физкультуры применяли в соответствии с реабилитационным диагнозом, включающим показатели составляющей здоровья «Функции организма», раздел «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции». Исходные положения и методические особенности выполнения физических упражнений, в свою очередь, подбирали в соответствии с изменениями в зависимости от балльной оценки определителя. В программе реабилитации контрольной группы использовали те же средства лечебной физкультуры, но без индивидуального подбора, учитывающего градации отдельных критериев по МКФ.

Программу реабилитационных мероприятий составляли в соответствии с периодами, описанными М.Б. Цыкуновым [17], а именно: 1-й период — купирование болевого синдрома, 2-й период — укрепление мышц-стабилизаторов позвоночника, 3-й период — повышение выносливости мышц к продолжительным статическим и динамическим нагрузкам, а также формирование рационального стереотипа позы.

В табл. 2 представлены показатели, соответствующие доменам МКФ в разделе составляющей здоровья «Функции организма» «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции», и изменение их в процессе медицинской реабилитации.

«Функции суставов и костей» (b710–b729), «Функции подвижности сустава» (b710), «Подвижность нескольких суставов» (b7101)

1. Наклон туловища вперёд (коленные суставы в положении разгибания), b7101 (a):
 - 0 — ладони или пальцы касаются пола;
 - 1 — пальцы на уровне голеностопного сустава;
 - 2 — пальцы на уровне середины голени;
 - 3 — пальцы на уровне коленного сустава;
 - 4 — невозможен.
2. Подвижность позвоночника при наклоне в сторону определяется как разница расстояний между средним пальцем выпрямленной руки и полом в положении привычной осанки и при максимальном наклоне в сторону этой руки (коленные суставы в положении разгибания), b7101 (b):
 - 0 — на уровне верхней трети голени;
 - 1 — на уровне коленного сустава;
 - 2 — на уровне нижней трети бедра;
 - 3 — на уровне средней трети бедра;
 - 4 — наклон в сторону невозможен.
3. Симметричность боковых наклонов, b7101 (c):
 - 0 — симметричны;

Таблица 2. Изменение показателей исследуемого профиля составляющей здоровья «Функции организма» в разделе «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции» у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации ($n=120$)

Table 2. Changes in the indicators of the studied profile of the health component of the body function in the section Neuromuscular, skeletal and movement-related functions in children with dorsalgia during medical rehabilitation ($n=120$)

МКФ, код	Нарушения МКФ, определитель (балл) ($M\pm m$)									
	Функциональные нарушения					Структурные деформации				
	Основная группа			Контрольная группа		Основная группа			Контрольная группа	
	До лечения	После лечения	Через год	До лечения	После лечения	Через год	До лечения	После лечения	Через год	Через год
Функции организма										
Функции суставов и костей										
b7101 (a)	0,73±0,73	0,73±0,73	0,53±0,56	0,7±0,59	0,7±0,59	0,7±0,59	0,33±0,47	0,33±0,47	0,33±0,47	0,3±0,46
b7101 (b)	0,5±0,56	0,5±0,56	0,47±0,56	0,47±0,56	0,47±0,56	0,43±0,5	0,37±0,48	0,37±0,48	0,3±0,46	0,33±0,47
b7101 (c)	0,3±0,53	0,3±0,53	0,2±0,4	0,27±0,44	0,27±0,44	0,27±0,44	0,27±0,51	0,27±0,51	0,17±0,37	0,23±0,42
b7101 (d)	0,33±0,47	0,33±0,47	0,13±0,34	0,27±0,44	0,27±0,44	0,3±0,46	0,27±0,44	0,27±0,44	0,2±0,4	0,3±0,53
b7101 (e)	0,9±0,3	0,9±0,3	0,83±0,37	0,9±0,3	0,9±0,3	0,83±0,37	0,93±0,25	0,93±0,25	0,87±0,34	0,9±0,3
b7101 (f)	2,5±1,12	2,5±1,12	2,3±1,27	2,4±1,2	2,4±1,2	2,3±1,27	2,8±0,75	2,8±0,75	2,7±0,9	2,8±0,75
b7101 (g)	0,47±0,5	0,37±0,48	0,3±0,46	0,43±0,5	0,4±0,49	0,37±0,48	0,37±0,48	0,37±0,48	0,33±0,47	0,33±0,47
Функции мышц										
b7303	1,23±0,42	1±0,37	0,5±0,5	1,2±0,4	1,13±0,34	1±0,37	1,2±0,4	1,03±0,18	0,63±0,48	1,17±0,37
b7300										
b7305 (a)	1,37±0,48	1,07±0,25	0,57±0,5	1,43±0,5	1,37±0,48	1,1±0,6	1,47±0,5	1,13±0,34	0,67±0,47	1,4±0,49
b7305 (b)	1,6±0,84	1,1±0,65	0,6±0,55	1,6±0,66	1,4±0,55	1,27±0,57	1,67±0,65	1,4±0,55	0,9±0,4	1,5±0,56
b7306 (a)	2,4±0,55	1,47±0,62	0,7±0,59	2,43±0,56	2±0,58	1,53±0,56	2,57±0,5	1,5±0,5	0,73±0,51	1,97±0,48

Таблица 2. Окончание
Table 2. Ending

МКФ, код	Нарушения МКФ, определитель (балл) ($M\pm m$)											
	Функциональные нарушения						Структурные деформации					
	Основная группа			Контрольная группа			Основная группа			Контрольная группа		
	До лечения	После лечения	Через год	До лечения	После лечения	Через год	До лечения	После лечения	Через год	До лечения	После лечения	Через год
b7306 (b)	1,7±0,46	1,3±0,64	0,67±0,6	1,67±0,47	1,57±0,5	1,5±0,62	1,8±0,4	1,5±0,5	0,7±0,53	1,83±0,37	1,7±0,46	1,63±0,55
b7401 (a)	2,5±0,67	1,7±0,59	0,73±0,57	2,53±0,67	1,83±0,52	1,67±0,54	2,53±0,62	1,7±0,53	0,7±0,53	2,5±0,56	1,87±0,34	1,73±0,51
b7401 (b)	2,5±0,67	1,7±0,59	0,77±0,56	2,43±0,62	1,87±0,5	1,7±0,53	2,5±0,56	1,73±0,51	0,73±0,51	2,57±0,56	1,87±0,34	1,73±0,51
b7401 (c)	2,53±0,67	1,9±0,54	0,9±0,47	2,53±0,62	2±0,37	1,83±0,37	2,6±0,55	1,8±0,48	0,77±0,5	2,6±0,61	1,97±0,31	1,77±0,5
b7401 (d)	2,8±0,6	2,07±0,57	1±0,52	2,7±0,59	2,47±0,5	2,03±0,48	2,77±0,5	2,07±0,36	0,97±0,48	2,77±0,56	2,5±0,56	2,1±0,65
b7401 (e)	2,3±0,59	1,57±0,62	0,57±0,62	2,3±0,59	1,87±0,5	1,7±0,53	2,27±0,63	1,5±0,56	0,53±0,56	2,23±0,56	1,8±0,4	1,67±0,54
b7401 (f)	2,4±0,66	1,6±0,61	0,6±0,61	2,5±0,67	2±0,45	1,83±0,37	2,4±0,55	1,7±0,53	0,7±0,53	2,47±0,5	2±0	1,83±0,45
b7401 (g)	2,47±0,67	1,67±0,6	0,63±0,6	2,43±0,72	2,03±0,48	1,9±0,4	2,47±0,56	1,73±0,51	0,73±0,51	2,5±0,5	2,1±0,4	1,9±0,6
b7401 (h)	2,67±0,65	1,87±0,56	0,83±0,58	2,6±0,61	2,27±0,44	2,1±0,47	2,57±0,56	1,9±0,4	0,83±0,45	2,57±0,5	2,2±0,4	2±0,52
b7402	2,07±0,51	1,53±0,67	0,6±0,61	2±0,63	1,8±0,54	1,7±0,46	2±0,52	1,73±0,57	0,73±0,51	2,17±0,37	1,83±0,58	1,67±0,6
Двигательные функции												
b755 (a)	0,43±0,5	0,27±0,44	0,17±0,37	0,4±0,49	0,33±0,47	0,3±0,46	1,33±0,65	0,8±0,48	0,4±0,49	1,37±0,71	1,2±0,6	1±0,82
b755 (b)												
b770												
b7801 (a)	0,17±0,37	0,1±0,3	0,03±0,18	0,13±0,34	0,1±0,3	0,1±0,3	0,13±0,34	0,07±0,25	0,03±0,18	0,1±0,3	0,1±0,3	0,13±0,34
b7801 (b)	0,77±1,09	0,2±0,4	0,07±0,25	0,73±0,89	0,5±0,67	0,3±0,78	0,47±0,67	0,27±0,44	0,1±0,3	0,4±0,49	0,33±0,47	0,37±0,66

Примечание. МКФ — Международная классификация функционирования.
Note. МКФ — International classification of functioning.

- 1 — слегка асимметричны;
 - 2 — асимметричны;
 - 3 — резко асимметричны;
 - 4 — невозможны.
4. Для выявления ограничения ротации измерялось расстояние от мечевидного отростка грудины до лонного сочленения (положение пациента сидя со свободно свешенными ногами). Результаты, полученные при ротации вправо и влево, сравнивались, b7101 (d):
- 0 — симметрична;
 - 1 — слегка асимметрична;
 - 2 — асимметрична;
 - 3 — резко асимметрична;
 - 4 — отсутствие ротационных движений.
5. Разгибание (разница расстояний от 7-го шейного позвонка до 5-го крестцового (см) при переходе из вертикального положения в положение прогнувшись), b7101 (e):
- 0 — 9–10 см;
 - 1 — больше 10 см;
 - 2 — равно 6–4 см;
 - 3 — меньше 6–4 см;
 - 4 — невозможно.
6. Проба Шобера: измерение подвижности позвоночника по разнице расстояний между Th12–L5 стоя (привычная осанка) и при максимальном сгибании позвоночника (коленные суставы в положении разгибания), b7101 (f):
- 0 — 6–8 см (нет ограничений);
 - 1 — 5–7 см (небольшое ограничение);
 - 2 — 4–5 см (умеренное ограничение);
 - 3 — 2 см (значительное ограничение подвижности) или более 10 см (гипермобильность);
 - 4 — тест выполнить невозможно.
7. Проба Отта: измерение подвижности позвоночника по разнице расстояний между Th1–Th12 в положении стоя (привычная осанка) и максимального сгибания позвоночника (коленные суставы разогнуты), b7101 (g):
- 0 — 4–6 см (нет ограничений);
 - 1 — 3–4 см (небольшое ограничение);
 - 2 — 2–3 см (умеренное ограничение);
 - 3 — 1 см (значительное ограничение подвижности) или более 10 см (гипермобильность);
 - 4 — тест выполнить невозможно.
- «Функции мышц» (b730–b749); «Функции мышечной силы» (b730): «Сила изолированных мышц и мышечных групп» (b7300), «Сила мышц нижней половины тела» (b7303), «Сила мышц туловища» (b7305), «Сила всех мышц тела» (b7306); «Функции мышечной выносливости» (b740): «Выносливость мышечных групп» (b7401), «Выносливость всех мышц тела» (b7402)**
8. Характеристика мышц нижних конечностей (мануально-мышечное тестирование), сила изолированных мышц и мышечных групп, b7303:
- 0 — движение в полном объеме при действии силы тяжести с максимальным внешним противодействием;
 - 1 — движение в полном объеме при действии силы тяжести и при небольшом внешнем противодействии;
 - 2 — движение в полном объеме при действии силы тяжести;
 - 3 — движение в полном объеме в условиях разгрузки;
 - 4 — ощущение напряжения при попытке произвольного движения или отсутствие признаков напряжения при попытке произвольного движения.
9. Оценка выраженности корешковых неврологических расстройств, сила изолированных мышц и мышечных групп, b7300:
- 0 — нет или эпизод корешкового неврологического расстройства в анамнезе;
 - 1 — двигательные нарушения, 4 балла;
 - 2 — двигательные нарушения, 3 балла;
 - 3 — двигательные нарушения, 2 балла;
 - 4 — двигательные нарушения, 0–1 балл.
10. Характеристика силы мышц-разгибателей позвоночника, b7305 (a):
- 0 — движение в полном объеме при действии силы тяжести с максимальным внешним противодействием;
 - 1 — движение в полном объеме при действии силы тяжести и при небольшом внешнем противодействии;
 - 2 — движение в полном объеме при действии силы тяжести;
 - 3 — движение в полном объеме в условиях разгрузки;
 - 4 — ощущение напряжения при попытке произвольного движения, отсутствие признаков напряжения при попытке произвольного движения.
11. Возможность активной самокоррекции деформации, b7305 (b):
- 0 — деформация полностью корригируется;
 - 1 — деформация уменьшается значительно;
 - 2 — деформация уменьшается частично;
 - 3 — деформация уменьшается незначительно;
 - 4 — деформация не корригируется.
12. Визуальная оценка мышечного развития и тонуса мышц, сила всех мышц тела, b7306 (a):
- 0 — отличное мышечное развитие и тонус мышц;
 - 1 — хорошее мышечное развитие и тонус мышц;
 - 2 — ослабленное мышечное развитие и умеренная гипотония мышц;
 - 3 — вялая осанка;
 - 4 — значительное снижение мышечного тонуса.
13. Оценка привычной осанки, сила всех мышц тела, b7306 (b):
- 0 — без дефектов;

- 1 — с небольшими дефектами, поддающимися волевой коррекции;
 - 2 — с умеренными дефектами, частично поддающимися волевой коррекции;
 - 3 — с большими дефектами, не поддающимися волевой коррекции;
 - 4 — вынужденная.
14. Удержание туловища в горизонтальном положении лёжа на животе. Ноги фиксированы. Руки на поясе. Верхняя часть туловища от передней верхней ости тазовой кости находится вне опоры. Выносливость мышечных групп, b7401 (a):
- 0 — больше 1,5 мин для детей 11 лет и младше и больше 2,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 1 — 1–1,5 мин для детей 11 лет и младше и 1,5–2,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 30–60 с для детей 11 лет и младше и 1–1,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 15–30 с для детей 11 лет и младше и 30–60 с для детей 12 лет и старше;
 - 4 — несколько секунд или невозможно для детей 11 лет и младше и <15 с для детей 12 лет и старше.
15. Удержание туловища в горизонтальном положении лёжа на левом боку. Ноги фиксированы. Руки на поясе. Верхняя часть туловища до гребня подвздошной кости находится вне опоры. Тест проводится для мышц правой стороны туловища. Выносливость мышечных групп, b7401 (b):
- 0 — больше 1,5 мин для детей 11 лет и младше и больше 2,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 1 — 1–1,5 мин для детей 11 лет и младше и 1,5–2,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 30–60 с для детей 11 лет и младше и 1–1,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 15–30 с для детей 11 лет и младше и 15–60 с для детей 12 лет и старше;
 - 4 — несколько секунд или невозможно для детей 11 лет и младше и <15 с для детей 12 лет и старше.
16. Удержание туловища в горизонтальном положении лёжа на правом боку. Ноги фиксированы. Руки на поясе. Верхняя часть туловища до гребня подвздошной кости находится вне опоры. Тест проводится для мышц левой стороны туловища. Выносливость мышечных групп, b7401 (c):
- 0 — больше 1,5 мин для детей 11 лет и младше и больше 2,5 мин для детей 12–16 лет;
 - 1 — 1–1,5 мин для детей 11 лет и младше и 1,5–2,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 30–60 с для детей 11 лет и младше и 1–1,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 15–30 с для детей 11 лет и младше и 15–60 с для детей 12 лет и старше;
 - 4 — несколько секунд или невозможно для детей 11 лет и младше и <15 с для детей 12 лет и старше.
17. Для мышц передней стенки живота (способность к статической работе или к длительному силовому напряжению). Подъём на 45° и удержание туловища. Руки на поясе. Ноги согнуты, стопы стоят на опоре и фиксированы. Выносливость мышечных групп, b7401 (d):
- 0 — 45–60 с для детей 11 лет и младше и 1–1,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 1 — 30–45 с для детей 11 лет и младше и 45 с–1,5 мин для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 15–30 с для детей 11 лет и младше и 30–45 с для детей 12 лет и старше;
 - 3 — попытка удержания менее 15 с;
 - 4 — невозможно.
18. Для мышц спины (способность к динамической работе). Из положения лицом вниз, туловище до гребней подвздошных костей — вне опоры, непрерывное разгибание до горизонтального уровня. Ноги фиксированы. Темп медленный. Функции мышечной выносливости, другие уточнённые или неуточнённые, b7401 (e):
- 0 — 20–25 раз для детей 11 лет и младше и 30–40 раз для детей 12 лет и старше;
 - 1 — 15–20 раз для детей 11 лет и младше и 20–30 раз для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 10–15 раз для детей 11 лет и младше и 10–20 раз для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 5–10 раз для детей 11 лет и младше и 5–10 раз для детей 12 лет и старше;
 - 4 — невозможно.
19. Для мышц правой половины туловища (способность к динамической работе). Из положения на левом боку, туловище до гребня подвздошной кости — вне опоры, непрерывные переходы до горизонтального уровня. Ноги фиксированы. Темп медленный. Функции мышечной выносливости, другие уточнённые или неуточнённые, b7401 (f):
- 0 — 20–25 раз для детей 11 лет и младше и 30–40 раз для детей 12 лет и старше;
 - 1 — 15–20 раз для детей 11 лет и младше и 20–30 раз для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 10–15 раз для детей 11 лет и младше и 10–20 раз для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 5–10 раз для детей 11 лет и младше и 5–10 раз для детей 12 лет и старше;
 - 4 — невозможно.
20. Для мышц левой половины туловища (способность к динамической работе). Из положения на правом боку, туловище до гребня подвздошной кости — вне опоры, непрерывные переходы до горизонтального уровня. Ноги фиксированы. Темп медленный. Функции мышечной выносливости, другие уточнённые или неуточнённые, b7401 (g):
- 0 — 20–25 раз для детей 11 лет и младше и 30–40 раз для детей 12 лет и старше;

- 1 — 15–20 раз для детей 11 лет и младше и 20–30 раз для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 10–15 раз для детей 11 лет и младше и 10–20 раз для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 5–10 раз для детей 11 лет и младше и 5–10 раз для детей 12 лет и старше;
 - 4 — невозможно.
21. Для мышц передней стенки живота (способность к динамической работе). Непрерывное повторение перехода из положения лёжа на спине в положение сидя и обратно. Стопы фиксированы. Темп медленный. Функции мышечной выносливости, другие уточнённые или не уточнённые, b7401 (h):
- 0 — 15–20 раз для детей 11 лет и младше и 20–30 раз для детей 12 лет и старше;
 - 1 — 10–15 раз для детей 11 лет и младше и 15–20 раз для детей 12 лет и старше;
 - 2 — 5–10 раз для детей 11 лет и младше и 15–20 раз для детей 12 лет и старше;
 - 3 — 5–10 раз для детей 11 лет и младше и 10–15 раз для детей 12 лет и старше;
 - 4 — невозможно.
22. Удержание корригированной осанки с поднятыми до горизонтали руками. Выносливость всех мышц тела, b7402:
- 0 — больше 1 мин;
 - 1 — 45–60 с;
 - 2 — 30–45 с;
 - 3 — 15–30 с;
 - 4 — невозможно или менее 15 с.

«Двигательные функции» (b750–b789): «Функции произвольной двигательной реакции» (b755), «Функции стереотипа походки» (b770), «Ощущения, связанные с мышцами и двигательными функциями» (b780) («Ощущение мышечной скованности» (b7800), «Ощущение мышечного спазма» (b7801))

23. Оценка отклонения фронтальной оси тела от средней линии. Функции произвольной двигательной реакции, b755 (a):
- 0 — по средней линии;
 - 1 — отклонение отвеса до 1 см от средней линии;
 - 2 — отклонение отвеса на 1–2 см от средней линии;
 - 3 — отклонение отвеса на 2–3 см от средней линии;
 - 4 — отклонение отвеса более 3 см от средней линии.
24. Оценка наличия анталгической позы. Функции произвольной двигательной реакции, b755 (b):
- 0 — отсутствие анталгической позы и асимметрии;
 - 1 — наличие безболезненной асимметрии;
 - 2 — наличие слегка болезненной асимметрии;
 - 3 — наличие умеренно болезненной асимметрии;
 - 4 — наличие анталгической позы.

25. Хромота. Функции стереотипа походки, b770:

- 0 — отсутствует;
- 1 — слабая;
- 2 — умеренная;
- 3 — выраженная;
- 4 — самостоятельная ходьба невозможна.

26. Наличие чувства онемения, «одеревенения», скованности, судорог в ногах/ноге. Ощущение мышечной скованности, b7800, мышечного спазма, b7801 (a):

- 0 — нет;
- 1 — иногда;
- 2 — часто;
- 3 — почти всегда;
- 4 — постоянно.

27. Оценка наличия болезненных спазмированных участков мышц. Ощущение мышечного спазма, b7801 (b):

- 0 — отсутствуют;
- 1 — единичные безболезненные уплотнения;
- 2 — множественные безболезненные уплотнения;
- 3 — единичные болезненные уплотнения;
- 4 — множественные болезненные уплотнения.

Этическая экспертиза

Выписка из протокола заседания локального этического комитета РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России № 204 от 1 февраля 2021 г. Заключение: принять к сведению документы планируемого диссертационного исследования.

Статистический анализ

Принципы расчёта размера выборки: размер выборки предварительно не рассчитывался.

Методы статистического анализа данных: все показатели распределены по закону, отличному от нормального, что характерно для политомических показателей. Проверка нормальности распределения проводилась по критерию Колмогорова–Смирнова на уровне значимости $p \leq 0,05$. Для этих целей использовался статистический пакет Statgraphics.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Результаты исследования представлены в табл. 2 «Изменение показателей исследуемого профиля составляющей здоровья «Функции организма» в разделе «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции» у детей с дорсалгиями в процессе медицинской реабилитации».

Основные результаты исследования

При обследовании функции костей и суставов у детей с дорсалгиями (b7101 (a), b7101 (b), b7101 (c), b7101 (d), b7101 (e), b7101 (g)) и двигательных функций (b755 (a), b755 (b), b770, b7800, b7801 (a)) не было выявлено

никаких нарушений (или нарушения были ничтожны), кроме пробы Шобера (b7101 (f)), при выполнении которой обнаружены значимые нарушения подвижности поясничного отдела позвоночника. В процессе медицинской реабилитации значимых изменений этих показателей не выявлено.

Двигательных нарушений вследствие корешковых неврологических расстройств (b7300) в основных и контрольных группах в процессе исследования обнаружено не было.

При обследовании функции мышц (b7303, b7305 (a), b7305 (b), b7306 (a), b7306 (b), b7401 (a), b7401 (b), b7401 (c), b7401 (d), b7401 (e), b7401 (h), b7402) выявили значимые нарушения во всех группах. В процессе медицинской реабилитации в основных группах непрерывно наблюдали стойкую положительную динамику изменений показателей функции мышц, которая через год достигла уровня определителя МКФ «отсутствие нарушений». В контрольной группе улучшение этих же показателей было слабее, и/или через год они вернулись к исходному уровню.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

При составлении индивидуальной программы реабилитации следует учитывать лишь те показатели, которые отклоняются от нормы и динамика которых в процессе реабилитации является значимой.

Обсуждение основного результата исследования

Отсутствие стандартизированных методов исследования и систем оценок является серьёзной проблемой для изучения боли в спине у детей [2–5]. Применение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья позволяет поставить реабилитационный диагноз, объективно оценить уровень реабилитационного потенциала у детей с патологией позвоночника. Оценка профиля составляющей здоровья «Функции организма» в разделе «Нейромышечные, скелетные и связанные с движением функции» у детей с дорсалгиями на основе МКФ даёт возможность оценивать эффективность программ реабилитации. Так, у детей с дорсалгиями наиболее значимые изменения выявлены в показателях функции мышц: определитель МКФ от $1,2 \pm 0,4$ ($p < 0,001$) — сила мышц нижней половины тела

до $2,8 \pm 0,6$ ($p < 0,001$) — сила мышц передней стенки живота (способность к выполнению длительной статической работы). В основных группах в процессе реабилитации эти показатели достигли определителя 0 баллов, что соответствует отсутствию нарушений, исключение составил показатель b7401 (d) — 1 балл (незначительные нарушения) при функциональных нарушениях ($1,0 \pm 0,52$; $p < 0,001$). Нарушений показателей функций суставов и костей и двигательных функций в исследуемых группах в начале реабилитации практически не выявляли, а их изменения были минимальными в сравнении с исходным уровнем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно заключить, что реабилитационный диагноз у детей с дорсалгиями на основе МКФ обладает высокой степенью информативности и позволяет объективно оценивать динамику показателей на этапах медицинской реабилитации. Индивидуальная программа реабилитации, составленная с учётом домена «Функции организма» МКФ, обладает большей эффективностью.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

ADDITIONAL INFORMATION

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

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meldgaard E., Lauridsen H.H., Hestbaek L. The Young Disability Questionnaire-Spine: item development, pilot testing and conceptualisation of a questionnaire to measure consequences of spinal pain in children // *BMJ Open*. 2021. Vol. 11, № 5. P. e045580. doi: 10.1136/bmjopen-2020-045580
2. Petersen T., Laslett M., Juhl C. Clinical classification in low back pain: best-evidence diagnostic rules based on systematic reviews // *BMC Musculoskelet Disord*. 2017. Vol. 18, № 1. P. 188. doi: 10.1186/s12891-017-1549-6
3. Bletzer J., Gantz S., Voigt T., Neubauer E., Schiltewolf M. Chronische untere Rückenschmerzen und psychische Komorbidität:

Eine Übersicht // *Schmerz*. 2017. Vol. 31, № 2. P. 93–101. doi: 10.1007/s00482-016-0143-4

4. Farahbakhsh F., Rostami M., Noormohammadpour P., Mehraki Zade A., Hassanmirzaei B., Faghih Jouibari M., Kordi R., Kennedy D.J. Prevalence of low back pain among athletes: A systematic review // *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018. Vol. 31, № 5. P. 901–916. doi: 10.3233/BMR-170941

5. Azevedo V.D., Silva R.M.F., Borges S.C.C., Fernandes M.D.S.V., Miñana-Signes V., Monfort-Pañego M., Noll P.R.E.S., Noll M. Evaluation Instruments for Assessing Back Pain in Athletes: A Systematic Review Protocol // *Healthcare (Basel)*. 2020. Vol. 8, № 4. P. 574. doi: 10.3390/healthcare8040574

6. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, организация травматолого-ортопедической помощи в Российской Федерации в 2020 году: сборник / под ред. С.П. Миронова. Москва: НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, 2020. 514 с.

7. Postma S.A.E., van Boven K., Ten Napel H., Gerritsen D.L., Assendelft W.J.J., Schers H., Olde Hartman T.C. The development of an ICF-based questionnaire for patients with chronic conditions in primary care // *J Clin Epidemiol*. 2018. № 103. P. 92–100. doi: 10.1016/j.jclinepi.2018.07.005

8. Gabel C.P., Melloh M., Burkett B., Michener L.A. The Spine Functional Index: development and clinimetric validation of a new whole-spine functional outcome measure // *Spine J*. 2019. Vol. 19, № 2. P. e19–e27. doi: 10.1016/j.spinee.2013.09.055

9. Peterhans L., Fröhlich S., Stern C., Frey W.O., Farshad M., Sutter R., Spörri J. High Rates of Overuse-Related Structural Abnormalities in the Lumbar Spine of Youth Competitive Alpine Skiers: A Cross-

sectional MRI Study in 108 Athletes // *Orthop J Sports Med*. 2020. Vol. 8, № 5. P. 2325967120922554. doi: 10.1177/2325967120922554

10. Toivo K., Kannus P., Kokko S., Alanko L., Heinonen O.J., Korpelainen R., Savonen K., Selänne H., Vasankari T., Kannas L., Kujala U.M., Villberg J., Parkkari J. Musculoskeletal examination in young athletes and non-athletes: the Finnish Health Promoting Sports Club (FHPSC) study // *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018. Vol. 4, № 1. P. e000376. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000376

11. Бодрова П.А., Тихонов И.В. Реабилитация пациентов с болью внизу спины с использованием Международной классификации функционирования // *Доктор. Ру*. 2014. № 13(101). С. 22–25.

12. Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Мельникова Е.В., Иванова Г.Е. Базовые принципы медицинской реабилитации, реабилитационный диагноз в категориях МКФ и реабилитационный план // *Вестник восстановительной медицины*. 2017. № 2(78). С. 16–22.

13. Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В. Антропология: учебник. 4-е изд. Москва: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2005. 400 с.

14. Мошков В.Н. Общие основы лечебной физкультуры. 3-е изд. Москва: Медгиз, 1963. 356 с.

15. Лечебная физическая культура / под. ред. В.Е. Васильевой. Москва: Физкультура и спорт, 1970. 367 с.

16. Каптелин А.Ф. Восстановительное лечение (лечебная физкультура, массаж и трудотерапия) при травмах и деформациях опорно-двигательного аппарата. Москва: Медицина, 1969. 400 с.

17. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Цыкунов М.Б. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета. Москва: Типография «Новости», 2006. 292 с.

REFERENCES

1. Meldgaard E., Lauridsen HH, Hestbaek L. The Young Disability Questionnaire-Spine: item development, pilot testing and conceptualisation of a questionnaire to measure consequences of spinal pain in children. *BMJ Open*. 2021;11(5):e045580. doi: 10.1136/bmjopen-2020-045580

2. Petersen T., Laslett M., Juhl C. Clinical classification in low back pain: best-evidence diagnostic rules based on systematic reviews. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):188. doi: 10.1186/s12891-017-1549-6

3. Bletzer J., Gantz S., Voigt T., Neubauer E., Schiltenswolf M. Chronische untere Rückenschmerzen und psychische Komorbidität: Eine Übersicht [Chronic low back pain and psychological comorbidity: A review]. *Schmerz*. 2017;31(2):93–101. (In German). doi: 10.1007/s00482-016-0143-4

4. Farahbakhsh F., Rostami M., Noormohammadpour P., Mehraki Zade A., Hassanmirzaei B., Faghih Jouibari M., Kordi R., Kennedy D.J. Prevalence of low back pain among athletes: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(5):901–916. doi: 10.3233/BMR-170941

5. Azevedo VD, Silva RMF, Borges SCC, Fernandes MDSV, Miñana-Signes V, Monfort-Pañego M, Noll PRES, Noll M. Evaluation Instruments for Assessing Back Pain in Athletes: A Systematic Review Protocol. *Healthcare (Basel)*. 2020;8(4):574. doi: 10.3390/healthcare8040574

6. Mironov SP, editor. *Traumatism, orthopedic morbidity, organization of traumatological and orthopedic care in the Russian Federation in 2020: Collection*. Moscow: National Medical Research

Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov; 2020. 514 p. (In Russ).

7. Postma SAE, van Boven K, Ten Napel H, Gerritsen DL, Assendelft WJJ, Schers H, Olde Hartman TC. The development of an ICF-based questionnaire for patients with chronic conditions in primary care. *J Clin Epidemiol*. 2018;103:92–100. doi: 10.1016/j.jclinepi.2018.07.005

8. Gabel CP, Melloh M, Burkett B, Michener LA. The Spine Functional Index: development and clinimetric validation of a new whole-spine functional outcome measure. *Spine J*. 2019;19(2):e19–e27. doi: 10.1016/j.spinee.2013.09.055

9. Peterhans L, Fröhlich S, Stern C, Frey WO, Farshad M, Sutter R, Spörri J. High Rates of Overuse-Related Structural Abnormalities in the Lumbar Spine of Youth Competitive Alpine Skiers: A Cross-sectional MRI Study in 108 Athletes. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(5):2325967120922554. doi: 10.1177/2325967120922554

10. Toivo K, Kannus P, Kokko S, Alanko L, Heinonen OJ, Korpelainen R, Savonen K, Selänne H, Vasankari T, Kannas L, Kujala UM, Villberg J, Parkkari J. Musculoskeletal examination in young athletes and non-athletes: the Finnish Health Promoting Sports Club (FHPSC) study. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018;4(1):e000376. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000376

11. Bodrova RA, Tikhonov IV. Rehabilitation of patients with lower back pain using the International Classification of functioning. *Doctor.Ru*. 2014;13(101):22–25. (In Russ).

12. Shmonin AA, Maltseva MN, Melnikova EV, Ivanova GE. Basic principles of medical rehabilitation, rehabilitation diagnosis in ICF

categories and rehabilitation plan. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2017;2(78):16–22. (In Russ).

13. Hrisanfova EN, Perevozchikov IV. *Anthropology: a textbook*. 4th ed. Moscow: Moscow University press: Science; 2005. 400 p. (In Russ).

14. Moshkov VN. *General principles of physical therapy*. Moscow: Medgiz; 1963. 356 p. (In Russ).

15. Vasilyeva VE, editor. *Therapeutic physical culture*. Moscow: Physical education and sports; 1970. 367 p. (In Russ).

16. Kaptelin AF. *Restorative treatment (physical therapy, massage and occupational therapy) for injuries and deformations of the musculoskeletal system*. Moscow: Medicine; 1969. 400 p. (In Russ).

17. Mironov SP, Burmakova GM, Tsykunov MB. *Lumbosacral pain syndrome in athletes and ballet dancers*. Moscow: Printing house «Novosti»; 2006. 292 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Андреев Сергей Владимирович**, врач по лечебной физкультуре, врач-физиотерапевт, врач по физической и реабилитационной медицине;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
ORCID: 0009-0007-5254-2310;
eLibrary SPIN: 4397-9807;
e-mail: doc_as@mail.ru

Михаил Борисович Цыкунов, д.м.н., профессор, врач по лечебной физкультуре, врач по физической и реабилитационной медицине;
ORCID: 0000-0002-0994-8602;
eLibrary SPIN: 8298-8338;
e-mail: rehcito@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Sergei V. Andreev**,
physiotherapist; physical and rehabilitation
medicine;
address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: 0009-0007-5254-2310;
eLibrary SPIN: 4397-9807;
e-mail: doc_as@mail.ru

Mikhail B. Tsykunov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor,
physiotherapist; physical and rehabilitation
medicine;
ORCID: 0000-0002-0994-8602;
eLibrary SPIN: 8298-8338;
e-mail: rehcito@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321627>

Опыт применения индивидуального резекционного блока «5 в 1» при выполнении тотального эндопротезирования коленного сустава

А.В. Филиппова¹, О.Г. Хурцилава¹, Д.А. Пташников^{1,2}¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация;² Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Эндопротезирование коленного сустава — наиболее прогрессивно развивающееся направление в современном ортопедическом мире. С развитием визуализирующих технологий появилось отдельное направление — компьютерная ортопедическая хирургия. Условно в компьютерной ортопедической хирургии можно выделить три группы. Наиболее актуальной на сегодняшний день остаётся 1-я группа — использование индивидуальных резекционных блоков, шаблонов или направителей. Однако применение существующих в настоящее время индивидуальных резекционных блоков, по данным литературы, имеет противоречивые результаты.

Описание клинического случая. В работе представлена разработанная авторская методика нового предоперационного 3D-моделирования эндопротезирования коленного сустава с использованием индивидуальных резекционных блоков. В рамках данного исследования в статье представлен один из клинических примеров, демонстрирующих эффективность использования новой методики.

Заключение. Выбранная нами стратегия «компьютерная+магнитно-резонансная томография», на наш взгляд, является оптимальным решением не только для грамотного предоперационного планирования этапов эндопротезирования коленного сустава, но и для проектирования индивидуальных резекционных блоков. Созданные нами индивидуальные резекционные блоки позволили повысить точность выполнения эндопротезирования коленного сустава.

Ключевые слова: эндопротезирование; коленный сустав; гонартроз; 3D-моделирование; прототипирование; 3D-печать; референтные углы; индивидуальный шаблон; индивидуальный резекционный блок.

Как цитировать:

Филиппова А.В., Хурцилава О.Г., Пташников Д.А. Опыт применения индивидуального резекционного блока «5 в 1» при выполнении тотального эндопротезирования коленного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 199–208.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321627>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321627>

Experience of use of the individual cutting block «5 in 1» using total knee arthroplasty

Anastasia V. Filippova¹, Otari G. Khurtsilava¹, Dmitrii A. Ptashnikov^{1,2}

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russian Federation;

² Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, St. Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Total knee arthroplasty is the most progressively developing direction in the modern orthopaedic world. With the new visualization technologies, a whole new field of computer-assisted orthopaedic surgery has emerged. Generally, three groups can be distinguished in computer-assisted orthopedic surgery. The 1st group — the use of individual resection blocks, templates or guides — remains the most relevant today. However, the use of currently existing individual resection blocks, according to the literature, has contradictory results.

CLINICAL CASES DESCRIPTION: This work presents the author's developed technique of a new preoperative 3D modeling for total knee arthroplasty using individual resection blocks. The paper presents a clinical case demonstrating the effectiveness of the new technique.

CONCLUSION: The strategy CT+MRI, in our opinion, is the optimal solution not only for competent preoperative planning of total knee arthroplasty, but also for designing individual resection blocks. Our individual resection blocks allowed us to improve the accuracy of total knee arthroplasty.

Keywords: arthroplasty; knee joint; gonarthrosis; 3D modeling; prototyping; 3D printing; reference angles; cutting template; individual cutting block.

To cite this article:

Filippova AV, Khurtsilava OG, Ptashnikov DA. Experience of use of the individual cutting block «5 in 1» using total knee arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):199–208. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321627>

Received: 24.03.2023

Accepted: 29.05.2023

Published: 24.07.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Эндопротезирование коленного сустава — наиболее прогрессивно развивающееся направление в современном ортопедическом мире. С развитием визуализирующих технологий появилось отдельное направление — компьютерная ортопедическая хирургия (англ. computer-assisted orthopaedic surgery, CAOS). CAOS — это инженерное решение, направленное на повышение точности предоперационного планирования и выполнения мануальных техник. По сути, CAOS напоминает навигацию, так как имеет схожий функционал, а именно предоставляет информацию пространственного положения хирургических инструментов или компонентов эндопротеза относительно кости. Основной целью CAOS является повышение точности позиционирования хирургических инструментов и выполнение мануальных навыков [1–12]. Условно CAOS можно разделить на три группы:

- 1-я группа — использование индивидуальных резекционных блоков, шаблонов, направителей по данным компьютерной/магнитно-резонансной томографии (КТ/МРТ);
- 2-я группа — «роботизированная рука», при помощи которой в сочетании с высокоскоростной фрезой выполняется точная остеотомия с учётом предварительного предоперационного виртуального планирования по данным КТ. На сегодняшний день данная технология используется в основном для одномыщелкового эндопротезирования коленного сустава и тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, однако в литературе встречаются результаты клинической апробации тотального эндопротезирования коленного сустава [13, 14]. Несмотря на предварительные обнадеживающие результаты, самой главной проблемой остаётся высокая стоимость данного оборудования;
- 3-я группа — автоматическое роботическое выполнение остеотомии без участия оперирующего хирурга. Полностью автономная система основана на предоперационном 3D-моделировании. Однако данная автономная система, по предварительным данным, зарекомендовала себя с неблагоприятной стороны и больше не используется [15].

Наиболее актуальной и технически оправданной методикой CAOS остаётся 1-я группа — использование индивидуальных резекционных блоков, шаблонов или направителей [1, 16–18].

Однако применение существующих на сегодняшний день индивидуальных резекционных блоков по сравнению с традиционными методиками для эндопротезирования коленного сустава, согласно недавно опубликованным данным, имеет противоречивые результаты. В частности, не отмечалось снижения операционного времени, частоты переливания крови или продолжительности пребывания в стационаре [19–21].

Существующие в настоящее время индивидуальные резекционные блоки для эндопротезирования коленного сустава условно можно разделить на три класса (табл. 1).

Представленные в литературе варианты индивидуальных резекционных блоков сокращают этапы оперативного лечения, однако всё равно отмечается возвращение к стандартным резекционным блокам.

Целью исследования является усовершенствование способа предоперационного планирования и выполнения эндопротезирования коленного сустава с использованием методики индивидуального 3D-моделирования и прототипирования индивидуальных резекционных блоков, основанного на совмещении данных КТ и МРТ.

МЕТОДОЛОГИЯ

Исследование проводилось на компьютерном томографе Toshiba Aquilion 64 и магнитно-резонансном томографе Magnetom Avanto 1.5T Tim I-Class по специально разработанным протоколам. Используя комплекс адаптированного нами 3D-программного обеспечения, выполнялось индивидуальное 3D-моделирование [22] и прототипирование анатомических моделей коленного сустава на 3D-принтере Picaso 250 Pro, а также прототипирование индивидуальных резекционных блоков на 3D-принтере Objet Eden 260.

В работе представлен новый индивидуальный резекционный блок (Патент № 2789960 «Индивидуальный резекционный блок для выполнения опилов бедренной кости при эндопротезировании коленного сустава/ А.В. Филиппова от 28.08.2019»). Также представлен новый направитель лезвия пилы (Патент РФ № 191192

Таблица 1. Индивидуальные резекционные блоки для эндопротезирования коленного сустава: условное разделение на классы

Table 1. Individual resection blocks for knee arthroplasty: approximate categorizing

I класс	II класс	III класс
Индивидуальные резекционные блоки для установки ориентирующих пинов. <i>Примеры:</i> Signature-Vanguard (Biomet), PSI (Zimmer) и др.	Индивидуальные резекционные блоки для установки ориентирующих пинов и выполнения дистального опилов. <i>Примеры:</i> Trumatch (DePuy), PSI Knee (Zimmer), Visionaire (Smith & Nephew), Prophecy (Wright Medical), OTIS Knee (OtiMed Corporation)	Индивидуальные резекционные блоки для установки ориентирующих пинов и выполнения дистального, переднего и заднего опилов. <i>Пример:</i> My Knee (Medacta)

«Направитель лезвия пилы для выполнения остеотомии трубчатых костей/ А.В. Филиппова, А.А. Карбушев от 29.07.2019»).

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Больная Т., 72 года. Диагноз: деформирующий гонартроз левого коленного сустава 3-й степени с многоплоскостной деформацией и нарушением биологической оси конечности. Жалобы на выраженные боли в области левого коленного сустава, усиливающиеся во время ходьбы, ограничение движений в суставе, нарушение качества жизни. Клиническая картина: походка изменена. Контур левого коленного сустава сглажен, биологическая деформация оси конечности. Пальпация болезненна в проекции суставных щелей. Движения из-за боли выражено ограничены, сгибание 74°, разгибание 165°.

При анализе КТ и МРТ выявлены следующие особенности:

- смещение большеберцовой кости кпереди;
- суставная щель значительно сужена, преимущественно в медиальном отделе;
- медиальный и латеральный бугорки межмыщелкового возвышения деформированы, с краевыми костными разрастаниями;
- в периферических отделах суставных поверхностей большеберцовой кости определяются грубые краевые разрастания;
- в структуре дистального метадиафиза бедренной кости выявляется участок неравномерного остеосклероза (обызвествление инфаркта костного мозга) (рис. 1);
- надколенник и передняя поверхность дистального эпифиза бедренной кости с грубыми краевыми разрастаниями;
- сужение суставной щели пателлофemorального сустава.

Расчёт основных референтных углов (MTA, mMPTA, mL DFA, ATA, PPTA, PDFA) производится на трёхмерной модели нижней конечности (табл. 2) [22] с последующим выполнением 3D-моделирования эндопротезирования коленного сустава. На основе полученных виртуальных расчётов проектируются и с помощью прототипирования

создаются индивидуальные резекционные блоки для мыщелков бедренной и большеберцовой костей.

В предоперационном периоде на прототипированной анатомической модели коленного сустава данного больного обязательно проводится отработка мануальных навыков с использованием индивидуальных резекционных блоков с последующим сопоставлением и проверкой полученных расчётов.

Затем индивидуальные резекционные блоки обрабатываются и подготавливаются к использованию во время выполнения хирургического лечения.

Во время выполнения хирургического лечения, после поднадкостничного выделения мыщелков бедренной и большеберцовой костей, устанавливается первый индивидуальный резекционный блок. Внутренняя поверхность индивидуального резекционного блока полностью повторяет костно-хрящевые анатомические особенности больного, что исключает смещение и погрешности при его фиксации к мыщелку бедренной кости. После фиксации пирами индивидуального резекционного блока в первую прорезь устанавливается запатентованный инструмент — направитель лезвия пилы — и выполняется первый дистальный опил (рис. 2).

Затем первый индивидуальный резекционный блок с фиксирующими пирами удаляется, и на мыщелки большеберцовой кости устанавливается второй индивидуальный резекционный блок (рис. 3). В данном случае, чтобы сохранить минимальную конфигурацию индивидуального резекционного блока и исключить расширение границ оперативного доступа, предусмотрены только отверстия для четырёх ориентирующих пинов. Однако при более благоприятных условиях в конфигурацию второго индивидуального резекционного блока возможно добавление прорези для выполнения опилов мыщелков большеберцовой кости.

После установки ориентирующих пинов индивидуальный резекционный блок и два верхних пина удаляются. На оставшиеся пины устанавливается стандартный резекционный блок, и выполняется опил мыщелков большеберцовой кости. Верхние отверстия, проведённые ранее, служат ориентиром положения, ротации и размера большеберцового компонента. Затем проверяется ось, оценивается размер образованной щели между дистальными опилами бедренной и большеберцовой костей, баланс

Таблица 2. Определение основных референтных углов на трёхмерных моделях бедренной и большеберцовой костей

Table 2. Identifying the main reference angles on three-dimensional models of the femur and tibia

Референтные углы	Показатели, °
Механический тибеофemorальный угол MTA	8,8
Механический медиальный проксимальный большеберцовый угол mMPTA	93,3
Механический латеральный дистальный бедренный угол mL DFA	88
Анатомический феморотибиальный угол ATA	10,4
Угол наклона большеберцовой кости в сагиттальной плоскости PPTA	57,7
Угол дистального опилов бедренной кости в сагиттальной плоскости PDFA	92,5

связочного аппарата и размер будущего вкладыша (рис. 4).

После подтверждения отсутствия необходимости изменения уровня опилов на дистальный опил большеберцовой кости через заранее размеченные отверстия устанавливается предыдущий первый индивидуальный резекционный блок. Благодаря уникальной конфигурации индивидуально-го резекционного блока проблем с повторной установкой,

смещением не наблюдалось, более того, данный дизайн позволил комфортно обозреть и контролировать процесс установки. Затем инструмент — направитель лезвия пилы — устанавливается во вторую прорезь и лезвием осцилляторной пилы выполняется передний опил (рис. 5).

Аналогичным образом, переместив инструмент — направитель лезвия пилы — в следующую прорезь, выполняется задний опил (рис. 6).

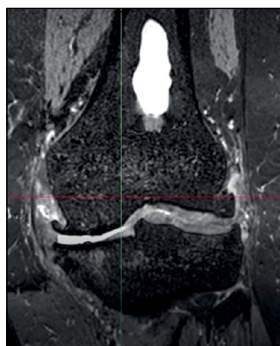


Рис. 1. Данные магнитно-резонансной томографии больной Т.
Fig. 1. Magnetic Resonance Imaging data of patient T.

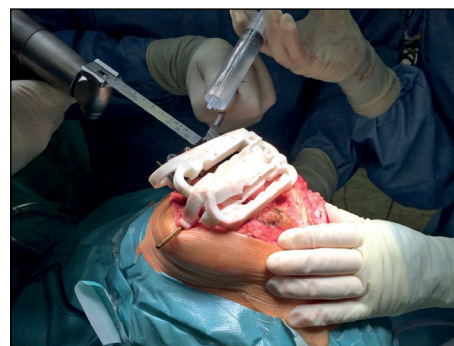


Рис. 2. Выполнение дистального опилов мыщелков бедренной кости.
Fig. 2. Performing a distal cut of the femoral condyles.



Рис. 3. Установка второго индивидуального резекционного блока на мыщелки большеберцовой кости.
Fig. 3. Fixing the second individual resection block on the tibial condyles.

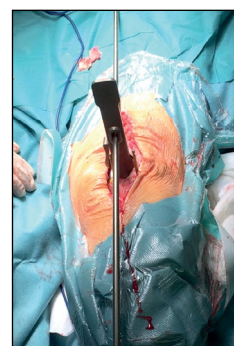


Рис. 4. Проверка оси, оценка баланса связочного аппарата и размера будущего вкладыша.
Fig. 4. Checking the axis, estimating the balance of the ligamentous apparatus and the size of the future liner.

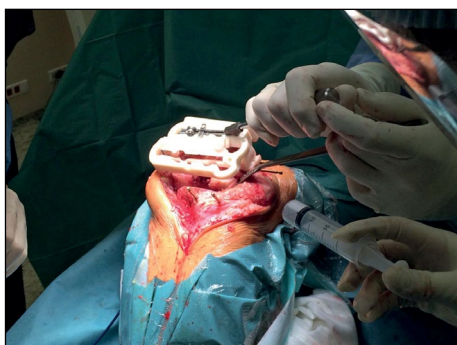


Рис. 5. Установка инструмента — направителя лезвия пилы — в прорезь индивидуального резекционного блока для выполнения переднего опилов мыщелка бедренной кости.
Fig. 5. Inserting the instrument — the guide of the saw blade — into the slot of the individual resection block to perform the anterior cut of the femoral condyle.

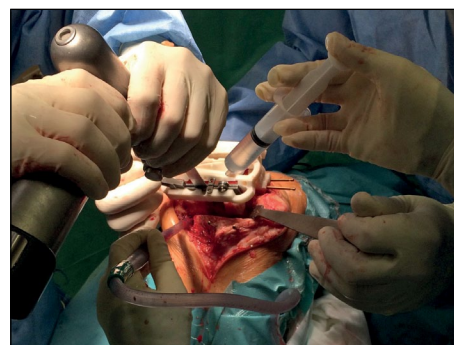


Рис. 6. Выполнение заднего опилов мыщелка бедренной кости.
Fig. 6. Performing a posterior cut of the femoral condyle.

Затем, последовательно перемещая инструмент — направлятель лезвия пилы, выполняют косые опиловы (рис. 7).

После чего индивидуальный резекционный блок с фиксирующими пирами удаляется (рис. 8).

При необходимости проверки выполненных опилов на бедренной кости в отверстия, выполненные ранее через первый индивидуальный резекционный блок, можно установить классический резекционный блок и проверить себя (рис. 9). Дизайн запатентованного индивидуального блока сформирован таким образом, что при наличии сомнений или для проверки выполняемых действий себя можно всегда проверить традиционным способом, через стандартные резекционные блоки или навигационную установку. В любой последовательности, в тот момент, когда индивидуальный резекционный блок установлен или, например, уже удалён. Для этого в индивидуальном резекционном блоке предусмотрены дополнительные ориентирующие отверстия.

Последующие этапы, подготавливающие уже непосредственно к установке компонентов эндопротеза коленного сустава, выполняются штатно, в том числе с последующей оценкой балансировки сгибательного и разгибательного промежутков, проверкой запланированных ранее размеров на примерочных компонентах эндопротеза. Затем выполняется уже финальная установка

компонентов эндопротеза коленного сустава. В данном случае размеры полностью совпали с предоперационным планом (бедренный компонент Zimmer, размер D, плато большеберцовой кости № 3) (рис. 10). Рана послойно ушита, выполнены контрольные рентгеновские снимки в прямой и боковой проекциях (рис. 11, 12).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки полученных результатов в конце оперативного лечения больной выполнено 3D-сканирование опиленных костно-хрящевых фрагментов мыщелков бедренной и большеберцовой кости (рис. 13). Такой способ выбран для получения наиболее быстрого значимого результата оценки качества индивидуальных резекционных блоков и результата оперативного лечения в целом, а также исключения лучевой нагрузки для больного.

Полученная виртуальная модель удалённых костно-хрящевых фрагментов мыщелков коленного сустава сопоставляется с ожидаемым результатом предоперационного планирования методом автоматизированного виртуального сопоставления (рис. 14).

Итоговые данные сравнения ожидаемых и полученных результатов представлены в табл. 3, 4.

Аналогично выполнен сравнительный анализ расчётов ожидаемых результатов опилов мыщелков бедренной,



Рис. 7. Выполнение косых опилов мыщелка бедренной кости.
Fig. 7. Performing oblique cuts of the femoral condyle.

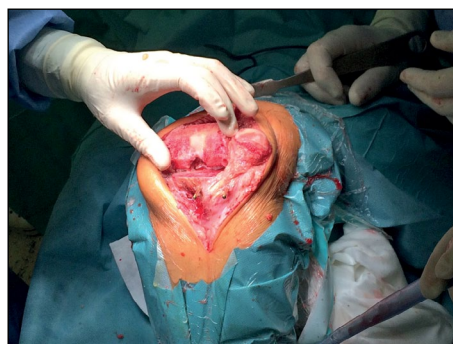


Рис. 8. Коленный сустав после выполнения всех опилов.
Fig. 8. Knee joint after all cuts.

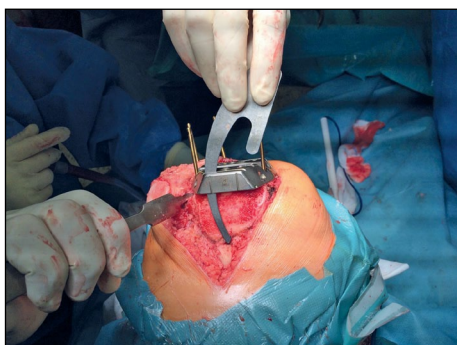


Рис. 9. Проверка качества выполненных опилов мыщелков бедренной кости.
Fig. 9. Checking the quality of the performed femoral condyles.



Рис. 10. Установленные компоненты эндопротеза коленного сустава.
Fig. 10. Installed components of the knee endoprosthesis.

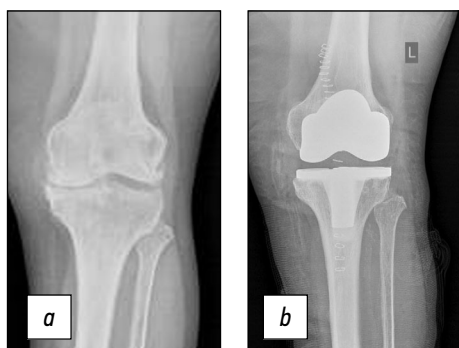


Рис. 11. Рентгенограммы больной Т. в прямой проекции: *a* — до оперативного лечения, *b* — после оперативного лечения.

Fig. 11. Radiographs of patient T. in frontal projection: *a* — before surgical treatment, *b* — after surgical treatment.

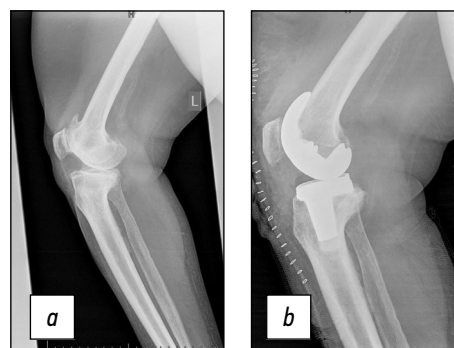


Рис. 12. Рентгенограммы больной Т. в боковой проекции: *a* — до оперативного лечения, *b* — после оперативного лечения.

Fig. 12. Radiographs of patient T. in lateral projection: *a* — before surgical treatment, *b* — after surgical treatment.

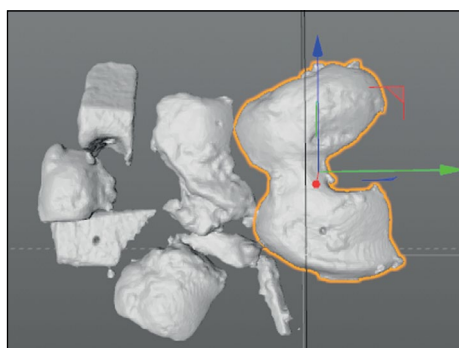


Рис. 13. Виртуальные модели удалённых костно-хрящевых фрагментов мыщелков коленного сустава после оперативного лечения.

Fig. 13. Virtual models of the removed bone and cartilage fragments of the condyles of the knee joint after surgical treatment.

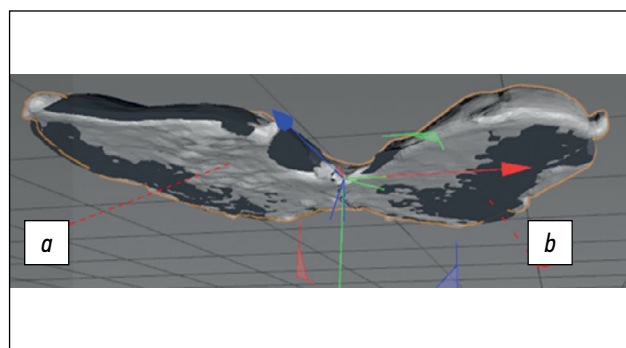


Рис. 14. Сопоставление полученных и ожидаемых результатов на примере дистального опилов бедренной кости: *a* — результат сканирования после оперативного лечения; *b* — ожидаемый результат виртуального предоперационного планирования.

Fig. 14. Comparison of the actual versus expected results using the distal femoral cut: *a* — postoperative CT scan; *b* — the expected result of virtual preoperative planning.

Таблица 3. Сравнение ожидаемых результатов опилов мыщелков бедренной кости и результатов сканирования опилов после оперативного лечения, мм

Table 3. Comparison of the expected results of femoral condyle cuts versus the CT scans of the cuts after surgical treatment, mm

Результат	Дистальный опил	Передний опил	Задний опил		Первый косой опил		Второй косой опил	
			Латеральный мышцелок	Медиальный мышцелок	Латеральный мышцелок	Медиальный мышцелок	Латеральный мышцелок	Медиальный мышцелок
Ожидаемый	9,73	12,3	8	16,48	12,1	12,3	7,7	13,3
После оперативного лечения	10	12,7	7,7	16	11,9	12	7,3	12,97

Таблица 4. Сравнение ожидаемых результатов опилов мыщелков большеберцовой кости и результатов сканирования опилов после оперативного лечения, мм

Table 4. Comparison of the expected results of the tibial condyle cuts versus the CT scans of the cuts after surgical treatment, mm

Результат	Опил мыщелков большеберцовой кости (от латерального мыщелка)
Ожидаемый	10,26
После оперативного лечения	10

большеберцовой костей и результатов сканирования опилов после оперативного лечения (30 коленных суставов). Средняя разница в измерении составила 4 ± 2 мм ($p < 0,05$).

Данный сравнительный виртуальный анализ и саму методику сканирования опилов можно предложить в качестве альтернативы методике КТ после оперативного лечения, так как помимо временного фактора, а также лучевой нагрузки для больного после оперативного лечения на результаты КТ влияют шумы и артефакты от компонентов эндопротеза коленного сустава, что может оказать существенное воздействие на достоверность результатов при сравнительном анализе до и после оперативного лечения и сопоставления данных.

ВЫВОДЫ

Представленные авторские индивидуальные резекционные блоки существенно отличаются от существующих аналогов, а именно:

- нет необходимости в использовании стандартного инструментария для размещения стандартных резекционных блоков;
- нет необходимости в использовании стандартных резекционных блоков для выполнения всех 5 опилов мыщелков бедренной кости;
- нет необходимости во вскрытии костномозгового канала, что было особенно наглядно в данном клиническом примере;
- помимо сокращения этапов хирургического лечения снижается нагрузка на персонал в процедурах сборки и стерилизации второстепенного инструментария, то есть нет необходимости в использовании полного набора;
- ну и, конечно, сокращается время пребывания больного в операционной.

Ещё одной особенностью представленных индивидуальных резекционных блоков является то, что учитываются не только костные, но и хрящевые структуры. То есть в отличие от аналогов нет необходимости в дополнительном доступе и подготовке стыковочной поверхности. Существующие аналоги зачастую коагулятором очищают поверхность мыщелка, что связано с риском повреждения ориентирующей, стыковочной с индивидуальным резекционным блоком поверхности. В конечном итоге это может привести к смещению или недостоверной посадке индивидуального резекционного блока и, как следствие, к погрешностям выполняемых опилов и недостоверной установке компонентов эндопротеза. Поэтому выбранная стратегия КТ+МРТ, на наш взгляд, является оптимальным решением не только для грамотного предоперационного планирования этапов эндопротезирования коленного сустава, но и для проектирования индивидуальных резекционных блоков.

Ещё одним немаловажным фактором представленных индивидуальных резекционных блоков является возможность на любом этапе проверить себя или при сложных многоплоскостных деформациях изменить, например, уровень дистального опилов. То есть всегда существует план Б. В разработанных индивидуальных резекционных блоках есть страховочные дополнительные отверстия, которые при наличии сомнений позволяют проверить себя с помощью навигационной системы или стандартного, привычного инструментария, что в любом случае исключает вероятность ошибки.

Разработанная конфигурация индивидуальных резекционных блоков позволяет работать в условиях узкого операционного поля, тем самым обеспечивая малоинвазивность, что снижает риск травматичности проведения операции.

Наша комбинация «индивидуальный резекционный блок+инструмент — ограничитель лезвия пилы» позволяет сохранить чистоту раны, исключая попадание инородных тел, а также деформацию материала индивидуального резекционного блока во время колебания осцилляторной пилы.

Всё вышесказанное, несомненно, помогает достичь нашей самой главной цели — повышения точности предоперационного планирования и выполнения эндопротезирования коленного сустава.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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

Источник финансирования. Не указан.

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

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных. Дата подписания согласия — 07.09.2017.

ADDITIONAL INFO

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

Funding source. Not specified.

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

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient on 07.09.2017 for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Docquier P.L., Paul L., TranDuy K. Surgical navigation in paediatric orthopaedics // *EFORT Open Rev.* 2017. Vol. 1, № 5. P. 152–159. doi: 10.1302/2058-5241.1.000009
2. Sugano N. Computer-assisted orthopedic surgery // *J Orthop Sci.* 2003. Vol. 8, № 3. P. 442–8. doi: 10.1007/s10776-002-0623-6
3. Kubicek J., Tomanec F., Cerny M., Vilimek D., Kalova M., Oczka D. Recent Trends, Technical Concepts and Components of Computer-Assisted Orthopedic Surgery Systems: A Comprehensive Review // *Sensors (Basel).* 2019. Vol. 19, № 23. P. 5199. doi: 10.3390/s19235199
4. Wang Z., Jiang M., Gu H. Understanding and analysis of CAOS development in context: the case of China // *Int J Med Robot.* 2008. Vol. 4, № 3. P. 252–7. doi: 10.1002/rcs.204
5. DiGioia A.M. 3rd, Nolte L.P. The challenges for CAOS: what is the role of CAOS in orthopaedics? // *Comput Aided Surg.* 2002. Vol. 7, № 3. P. 127–8. doi: 10.1002/igs.10043
6. Nolte L.P., Beutler T. Basic principles of CAOS // *Injury.* 2004. Vol. 35, № 1. P. 16. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.005
7. Langlotz F. Potential pitfalls of computer aided orthopedic surgery // *Injury.* 2004. Vol. 35, № 1. P. 23. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.006
8. Schmucki D., Gebhard F., Grützner P.A., Hüfner T., Langlotz F., Zheng G. Computer aided reduction and imaging // *Injury.* 2004. Vol. 35, № 1. P. 104. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.017
9. Gebhard F., Krettek C., Hüfner T. Computer aided orthopedic surgery (CAOS) — a rapidly evolving technology // *Injury.* 2004. Vol. 35, № 1. P. S–A1. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.003
10. Zheng G., Nolte L.P. Computer-Aided Orthopaedic Surgery: State-of-the-Art and Future Perspectives // *Adv Exp Med Biol.* 2018. № 1093. P. 1–20. doi: 10.1007/978-981-13-1396-7_1
11. Jenny J.Y. The history and development of computer assisted orthopaedic surgery // *Orthopade.* 2006. Vol. 35, № 10. P. 1038–42. doi: 10.1007/s00132-006-0994-y
12. Hampp E.L., Sodhi N., Scholl L., et al. Less iatrogenic soft-tissue damage utilizing robotic-assisted total knee arthroplasty when compared with a manual approach: A blinded assessment // *Bone Joint Res.* 2019. Vol. 8, № 10. P. 495–501. doi: 10.1302/2046-3758.810.BJR-2019-0129.R1
13. Hepinstall M.S., Sodhi N., Ehiorobo J.O., Hushmendi S., Mont M.A. Robotic-arm assisted total hip arthroplasty // *Ann Transl Med.* 2018. Vol. 6, № 22. P. 433. doi: 10.21037/atm.2018.10.37
14. Sultan A.A., Piuze N., Khlopas A., Chughtai M., Sodhi N., Mont M.A. Utilization of robotic-arm assisted total knee arthroplasty for soft tissue protection // *Expert Rev Med Devices.* 2017. Vol. 14, № 12. P. 925–927. doi: 10.1080/17434440.2017.1392237
15. Куляба Т.А. Первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава. Киев: Основа, 2019. 166–170 с.
16. Mattei L., Pellegrino P., Calò M., Bistolfi A., Castoldi F. Patient specific instrumentation in total knee arthroplasty: a state of the art // *Ann Transl Med.* 2016. Vol. 4, № 7. P. 126. doi: 10.21037/atm.2016.03.33
17. Birnbaum K., Schkommodau E., Decker N., Prescher A., Klapper U., Radermacher K. Computer-assisted orthopedic surgery with individual templates and comparison to conventional operation method // *Spine.* 2001. Vol. 26, № 4. P. 365–70. doi: 10.1097/00007632-200102150-00012
18. Radermacher K., Portheine F., Anton M., Zimolong A., Kaspers G., Rau G., Staudte H.W. Computer assisted orthopaedic surgery with image based individual templates // *Clin Orthop Relat Res.* 1998. № 354. P. 28–38. doi: 10.1097/00003086-199809000-00005
19. Wautier D., Thienpont E. Changes in anteroposterior stability and proprioception after different types of knee arthroplasty // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017. Vol. 25, № 6. P. 1792–1800. doi: 10.1007/s00167-016-4038-9
20. Harold R.E., Macleod J., Butler B.A., et al. Single-Use Custom Instrumentation in Total Knee Arthroplasty: Effect on In-Hospital Complications, Length of Stay, and Discharge Disposition // *Orthopedics.* 2019. Vol. 42, № 5. P. 299–303. doi: 10.3928/01477447-20190403-03
21. Voleti P.B., Hamula M.J., Baldwin K.D., Lee G.C. Current data do not support routine use of patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty // *J Arthroplasty.* 2014. Vol. 29, № 9. P. 1709–12. doi: 10.1016/j.arth.2014.01.039
22. Филиппова А.В., Хурцилава О.Г., Пташников Д.А. Виртуальный протокол в предоперационном планировании тотального эндопротезирования коленного сустава // *Современные проблемы науки и образования.* 2023. № 3. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32658>. doi: 10.17513/spno.32658

REFERENCES

1. Docquier PL, Paul L, TranDuy K. Surgical navigation in paediatric orthopaedics. *EFORT Open Rev.* 2017;1(5):152–159. doi: 10.1302/2058-5241.1.000009
2. Sugano N. Computer-assisted orthopedic surgery. *J Orthop Sci.* 2003;8(3):442–8. doi: 10.1007/s10776-002-0623-6
3. Kubicek J, Tomanec F, Cerny M, Vilimek D, Kalova M, Oczka D. Recent Trends, Technical Concepts and Components of Computer-Assisted Orthopedic Surgery Systems: A Comprehensive Review. *Sensors (Basel).* 2019;19(23):5199. doi: 10.3390/s19235199
4. Wang Z, Jiang M, Gu H. Understanding and analysis of CAOS development in context: the case of China. *Int J Med Robot.* 2008;4(3):252–7. doi: 10.1002/rcs.204
5. DiGioia AM 3rd, Nolte LP. The challenges for CAOS: what is the role of CAOS in orthopaedics? *Comput Aided Surg.* 2002;7(3):127–8. doi: 10.1002/igs.10043
6. Nolte LP, Beutler T. Basic principles of CAOS. *Injury.* 2004;35(1):16. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.005
7. Langlotz F. Potential pitfalls of computer aided orthopedic surgery. *Injury.* 2004;35(1):23. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.006
8. Schmucki D, Gebhard F, Grützner PA, Hüfner T, Langlotz F, Zheng G. Computer aided reduction and imaging. *Injury.* 2004;35(1):104. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.017
9. Gebhard F, Krettek C, Hüfner T. Computer aided orthopedic surgery (CAOS) — a rapidly evolving technology. *Injury.* 2004;35(1):S–A1. doi: 10.1016/j.injury.2004.05.003
10. Zheng G, Nolte LP. Computer-Aided Orthopaedic Surgery: State-of-the-Art and Future Perspectives. *Adv Exp Med Biol.* 2018;(1093):1–20. doi: 10.1007/978-981-13-1396-7_1
11. Jenny JY. The history and development of computer assisted orthopaedic surgery. *Orthopade.* 2006;35(10):1038–42. doi: 10.1007/s00132-006-0994-y

12. Hampp EL, Sodhi N, Scholl L, et al. Less iatrogenic soft-tissue damage utilizing robotic-assisted total knee arthroplasty when compared with a manual approach: A blinded assessment. *Bone Joint Res.* 2019;8(10):495–501. doi: 10.1302/2046-3758.810.BJR-2019-0129.R1
13. Hepinstall MS, Sodhi N, Ehiorobo JO, Hushmendi S, Mont MA. Robotic-arm assisted total hip arthroplasty. *Ann Transl Med.* 2018;6(22):433. doi: 10.21037/atm.2018.10.37
14. Sultan AA, Piuzei N, Khlopas A, Chughtai M, Sodhi N, Mont MA. Utilization of robotic-arm assisted total knee arthroplasty for soft tissue protection. *Expert Rev Med Devices.* 2017;14(12):925–927. doi: 10.1080/17434440.2017.1392237
15. Kulyaba TA. Pervichnoye total'noye endoprotezirovaniye kolenogo sustava [Primary total knee arthroplasty]. Kiev: Osnova; 2019. 166–170 p. (in Russ).
16. Mattei L, Pellegrino P, Calò M, Bistolfi A, Castoldi F. Patient specific instrumentation in total knee arthroplasty: a state of the art. *Ann Transl Med.* 2016;4(7):126. doi: 10.21037/atm.2016.03.33
17. Birnbaum K, Schkommodau E, Decker N, Prescher A, Klapper U, Radermacher K. Computer-assisted orthopedic surgery with individual templates and comparison to conventional operation method. *Spine.* 2001;26(4):365–70. doi: 10.1097/00007632-200102150-00012
18. Radermacher K, Portheine F, Anton M, Zimolong A, Kaspers G, Rau G, Staudte HW. Computer assisted orthopaedic surgery with image based individual templates. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(354):28–38. doi: 10.1097/00003086-199809000-00005
19. Wautier D, Thienpont E. Changes in anteroposterior stability and proprioception after different types of knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(6):1792–1800. doi: 10.1007/s00167-016-4038-9
20. Harold RE, Macleod J, Butler BA, et al. Single-Use Custom Instrumentation in Total Knee Arthroplasty: Effect on In-Hospital Complications, Length of Stay, and Discharge Disposition. *Orthopedics.* 2019;42(5):299–303. doi: 10.3928/01477447-20190403-03
21. Voleti PB, Hamula MJ, Baldwin KD, Lee GC. Current data do not support routine use of patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014;29(9):1709–12. doi: 10.1016/j.arth.2014.01.039
22. Filippova AV, Khurtsilava OG, Ptashnikov DA. Virtual protocol in preoperative planning of total knee arthroplasty. *Modern problems of science and education. Surgery.* 2023;(3). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32658>. (in Russ). doi: 10.17513/spno.32658

ОБ АВТОРАХ

* **Филиппова Анастасия Викторовна**, помощник президента университета, врач травматолог-ортопед; специалист по 3D технологиям; адрес: Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; ORCID: 0000-0001-9417-9563; eLibrary SPIN: 7419-3814; e-mail: dr.anastasia3d@gmail.com

Хурцилава Отари Гивиевич, д.м.н., профессор, президент университета; ORCID: 0000-0002-7199-671X; e-mail: rectorat@szgmu.ru

Пташников Дмитрий Александрович, д.м.н., профессор; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ; ORCID: 0000-0001-5765-3158; eLibrary SPIN: 7678-6542; e-mail: drptashnikov@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* **Anastasia V. Filippova**, assistant to the president of the university; traumatologist-orthopedist; specialist in 3D technologies; address: 41 Kirochnaya str., 191015, St. Petersburg, Russia; ORCID: 0000-0001-9417-9563; eLibrary SPIN: 7419-3814; e-mail: dr.anastasia3d@gmail.com

Otari G. Khurtsilava, MD, Dr. Sci. (Med.), professor, the president of the university; ORCID: 0000-0002-7199-671X; e-mail: rectorat@szgmu.ru

Dmitrii A. Ptashnikov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor; head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery; ORCID: 0000-0001-5765-3158; eLibrary SPIN: 7678-6542; e-mail: drptashnikov@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto159380>

Применение индивидуального вертлужного компонента при дефекте вертлужной впадины: клинический случай

О.А. Алексанян, Г.А. Чрагян, С.В. Каграманов, Р.А. Ханмурадов, Н.В. Загородний

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

АННОТАЦИЯ

Введение. Число тотальных замещений тазобедренного сустава растёт с каждым годом. Чаще встречаются дефекты вертлужной впадины, при этом дефекты типа IIIA по Paprosky и выше становятся всё более распространёнными. В последние годы для реконструкции тяжёлых дефектов применяются индивидуальные конструкции, созданные с помощью 3D-печати. На этом клиническом примере показана возможность лечения пациентки с тяжёлым дефектом вертлужной впадины путём проведения одноэтапного ревизионного эндопротезирования с использованием индивидуальной конструкции.

Описание клинического случая. Пациентке 69 лет по поводу коксартроза в 2010 г. выполнено первичное тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом компании Biomet. В 2011 г. — слева эндопротезом фирмы Zimmer. В 2013 г. — ревизионное эндопротезирование правого тазобедренного сустава по поводу нестабильности. В послеоперационном периоде отмечались неоднократные вывихи с последующими закрытыми вправлениями. В 2015 г. по поводу рецидивирующего вывиха выполнено ревизионное эндопротезирование с установкой антипрофузионного кольца Бурх–Шнайдера. В ноябре 2017 г. выявлена нестабильность тотального эндопротеза правого тазобедренного сустава, по поводу чего выполнено ревизионное эндопротезирование с применением индивидуального вертлужного компонента.

Показатель HHS до ревизионного эндопротезирования составил 18 баллов, через 1 мес после операции — 75 баллов, через 3 мес — 65, через 6 мес — 82, через 4 года — 74. Качество жизни оценивали по шкале WOMAC: до операции — 92 балла, через 1 мес после операции — 38 баллов, через 3 мес — 31, через 6 мес — 15, через 4 года — 35 баллов. На момент последней консультации пациентка передвигается с тростью, сохраняется хромота, связанная с рубцовой перестройкой и атрофией ягодичных мышц.

Заключение. При выраженных дефектах вертлужной впадины применение индивидуальных компонентов позволяет достичь надёжной фиксации «имплантат–кость», что приводит к улучшению функциональных результатов. Однако при хроническом нарушении целостности тазовой кости применение индивидуального вертлужного компонента не всегда позволяет достичь надёжной стабилизации. Все существующие методы для решения данной проблемы на сегодняшний день являются неоднозначными и требуют дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: тазобедренный сустав; ревизионное эндопротезирование; индивидуальная конструкция.

Как цитировать:

Алексанян О.А., Чрагян Г.А., Каграманов С.В., Ханмурадов Р.А., Загородний Н.В. Применение индивидуального вертлужного компонента при дефекте вертлужной впадины: клинический случай // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 209–217. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto159380>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto159380>

The use of an individual acetabular component for acetabular defect: a clinical case

Ovakim A. Aleksanyan, Gamlet A. Chragyan, Sergey V. Kagramanov,
Ruslan A. Khanmuradov, Nikolay V. Zagorodniy

Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The incidence of total hip replacements is increasing every year. Acetabular defects are becoming more frequent, with Paprosky type IIIA and above becoming more common. Recently, customized 3D-printed constructs have been used to remodel severe defects. We wanted to demonstrate the possibility of treating a patient with a severe acetabular defect by performing a one-stage revision endoprosthesis using a customized design.

CLINICAL CASES DESCRIPTION: A 69-year-old patient underwent primary total hip replacement of the right hip joint with a Biomet endoprosthesis for coxarthrosis in 2010. In 2011 — on the left side with a Zimmer endoprosthesis. In 2013 — revision endoprosthesis of the right hip joint due to instability was preformed. In the postoperative period, there were repeated dislocations with subsequent closed repositioning. In 2015, revision endoprosthetic replacement with a Burkh-Schneider antiprotrusion ring was done for recurrent dislocation. In november 2017, she was diagnosed with instability of the right total hip joint, for which she underwent revision hip replacement with a customized acetabular component.

HHS score before revision arthroplasty was 18 points, 1 month after surgery — 75 points, after 3 months — 65, after 6 months — 82, after 4 years — 74. Quality of life was assessed using the WOMAC scale: 92 points before surgery, 38 points 1 month after surgery, 31 points in 3 months, 15 points in 6 months, and 35 points in 4 years. As of the last visit, the patient moves with a cane, and still has a limp due to scar remodeling and gluteal muscles atrophy.

CONCLUSION: In case of severe acetabular defects, the use of individual components allows achieving reliable "implant–bone" fixation, which leads to improved functional results. However, in chronic pelvic bone integrity defects, the use of an individual acetabular component does not always achieve reliable stabilization. All existing methods for solving this problem are currently ambiguous and require further improvement.

Keywords: hip joint; revision arthroplasty; individual design.

To cite this article:

Aleksanyan OA, Chragyan GA, Kagramanov SV, Khanmuradov RA, Zagorodniy NV. The use of an individual acetabular component for acetabular defect: a clinical case. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):209–217. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto159380>

ОБОСНОВАНИЕ

Число тотальных замещений тазобедренного сустава растёт с каждым годом, при этом ожидается, что в ближайшие 10 лет количество ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава увеличится почти вдвое [1]. При ревизионном эндопротезировании хирург чаще сталкивается с дефектами вертлужной впадины, при этом дефекты типа IIIA по Paprosky и выше становятся всё более распространёнными. Так, по данным M.J. Christie и соавт., такие дефекты составляют 14% ревизионных случаев [2]. Технологии создания индивидуальных вертлужных компонентов неуклонно развиваются с конца 70-х годов и в настоящее время включают компьютерный дизайн и 3D-печать имплантатов с помощью технологии аддитивного производства [3]. Ранее 3D-печать использовалась только для создания моделей таза или имплантата, а окончательный имплантат изготавливался из ковального титана методом фрезерования.

На клиническом примере мы хотели показать возможность лечения пациентки с тяжёлым дефектом вертлужной впадины путём проведения одноэтапного ревизионного эндопротезирования с использованием индивидуальной конструкции.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентке 69 лет по поводу правостороннего коксартроза в 2010 г. выполнено первичное тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом компании Biomet. В 2011 г. по поводу левостороннего коксартроза выполнена аналогичная операция слева эндопротезом компании Zimmer. В 2012 г. появились и стали прогрессировать боли в области правого тазобедренного сустава. В 2013 г. по поводу нестабильности вертлужного компонента выполнено ревизионное эндопротезирование правого тазобедренного сустава. В послеоперационном периоде больная отмечает неоднократные вывихи головки эндопротеза правого тазобедренного сустава с последующими закрытыми вправлениями. В 2015 г. по поводу рецидивирующего вывиха головки эндопротеза правого тазобедренного сустава выполнено ревизионное эндопротезирование с установкой антипротрузионного кольца Бурх-Шнайдер. Через полтора года после операции боли в оперированном суставе возобновились. В ноябре 2017 г. пациентка поступила в отделение эндопротезирования ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» МЗ РФ. Оценка функции правого тазобедренного сустава по шкале NHS (англ. Harris Hip Scale) составила 18 баллов, выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) — 74 балла (для более точной оценки измерения по шкале проводились в миллиметрах), социальной адаптации пациента по шкале WOMAC (англ. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis

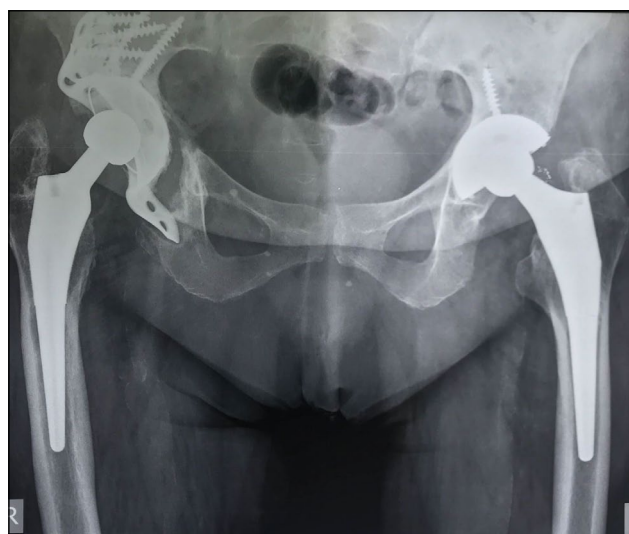


Рис. 1. Дооперационная рентгенограмма пациентки 69 лет: дефект вертлужной впадины типа IIIB по классификации W.G. Paprosky.

Fig. 1. Preoperative radiograph of a 69-year-old patient: type IIIB acetabular defect according to W.G. Paprosky.

Index) — 92 балла. Выполнена рентгенограмма костей таза в прямой проекции (рис. 1).

Для более детальной визуализации дефекта костей, образующих вертлужную впадину, выполнена мультиспиральная компьютерная томография с 3D-реконструкцией (рис. 2).

Учитывая выраженность дефекта вертлужной впадины и крайнюю сложность реконструкции с применением стандартных компонентов, принято решение об использовании индивидуального вертлужного компонента. Совместно с инженерами компании «Эндопринт» разработана 3D-модель имплантата в соответствии с костным дефектом вертлужной впадины (рис. 3).

После согласования окончательной цифровой модели имплантата выполнена печать на 3D-принтере (рис. 4).

После стерилизации имплантата посредством автоклавирования выполнена его установка (рис. 5).

Оценка положения имплантата проводилась на послеоперационных рентгенограммах (рис. 6).

В послеоперационном периоде пациентка получала симптоматическую, антикоагулянтную, антибактериальную терапию, реабилитационное лечение, рана зажила первичным натяжением. На 7-е сутки после операции пациентка выписана.

Через 3 месяца после операции пациентка пришла на контрольный осмотр. На рентгенограммах определяется миграция седалищной и лонной костей от фланцев конструкции (рис. 7).

У пациентки сохранялся болевой синдром в области оперированного сустава, который по ВАШ соответствовал 28 баллам (мм). Оценка функции тазобедренного сустава по шкале NHS составила 75 баллов. Оценка социальной адаптации по шкале WOMAC — 38 баллов.

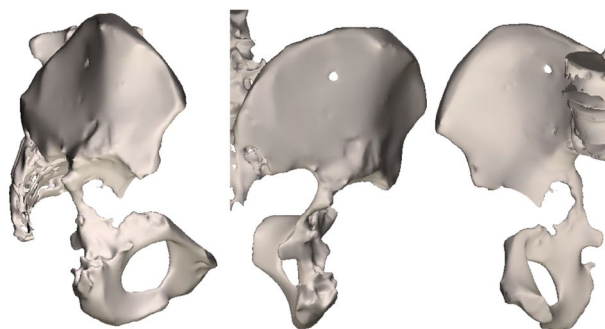


Рис. 2. 3D-реконструкция правой вертлужной впадины посредством визуализации с применением мультиспиральной компьютерной томографии.

Fig. 2. 3D reconstruction of the right acetabulum by imaging using multislice computed tomography.

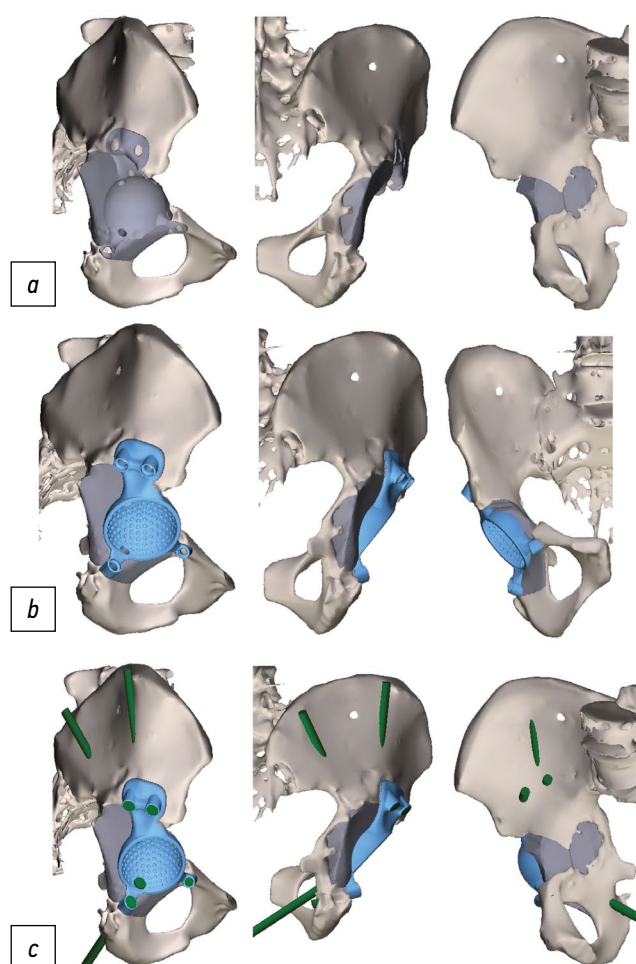


Рис. 3. 3D-модель имплантата: *a* — пористая часть имплантата, которая восполняет структуру костного дефекта; *b* — полусферическая часть эндопротеза с отверстиями под винты; *c* — направление винтов с учётом плотности костной ткани.

Fig. 3. 3D model of the implant: *a* — the porous part of the implant, which fills the structure of the bone defect; *b* — hemispherical part of the endoprosthesis with holes for screws; *c* — the direction of the screws, taking into account the density of the bone tissue.

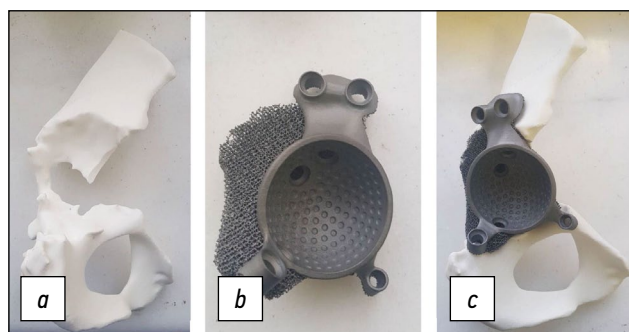


Рис. 4. Этап предоперационной подготовки: *a* — окончательная пластиковая модель таза; *b* — готовый имплантат; *c* — сопоставление готового имплантата с пластиковой моделью таза.

Fig. 4. 3D model of the implant: *a* — the porous part of the implant, which fills the structure of the bone defect; *b* — hemispherical part of the endoprosthesis with holes for screws; *c* — the direction of the screws, taking into account the density of the bone tissue.

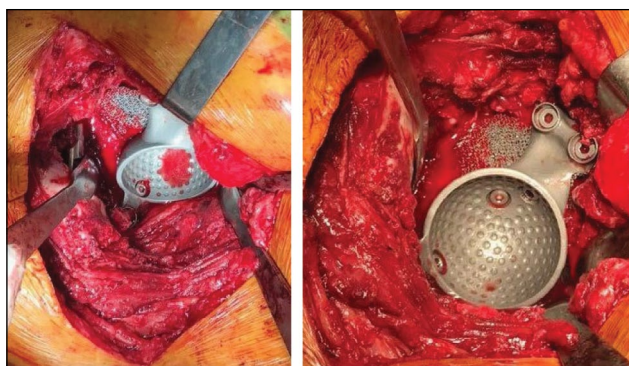


Рис. 5. Этап установки имплантата.

Fig. 5. Stage of implant placement.

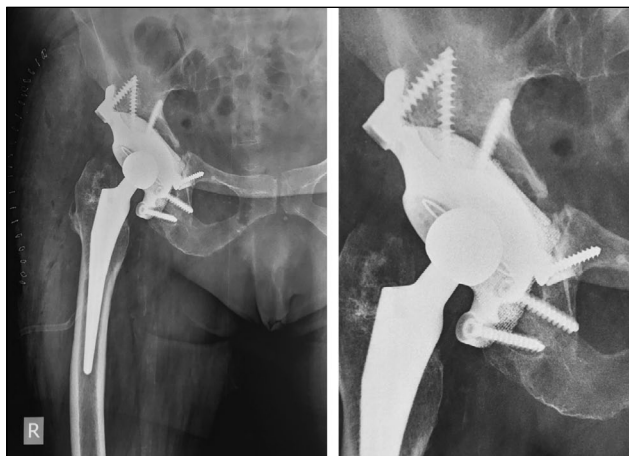


Рис. 6. Послеоперационный контрольный рентген.

Fig. 6. Postoperative control X-ray.

Учитывая клинико-рентгенологическую картину, пациентке была предложена операция в объёме удаления винтов с нижних фланцев и коррекции сидищного фланца индивидуальной конструкции высокоскоростным бором. От предложенной операции пациентка отказалась.

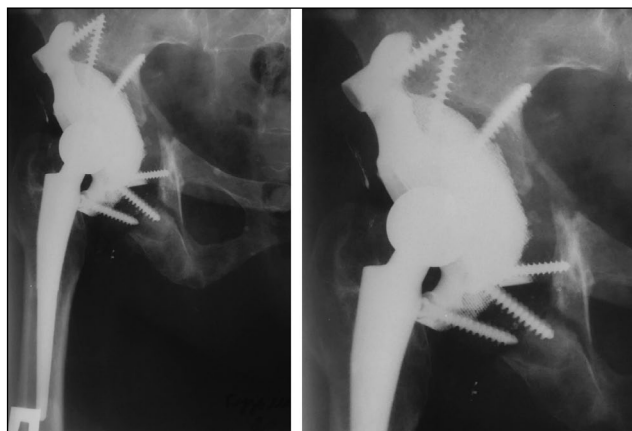


Рис. 7. Послеоперационный контрольный рентген через 3 месяца.

Fig. 7. Postoperative control X-ray after 3 months.



Рис. 8. Послеоперационный контрольный рентген через 4 года с момента операции.

Fig. 8. Postoperative control X-ray 4 years after the operation.

Через 6 месяцев после операции на контрольных рентгенограммах отсутствовала отрицательная динамика. Показатели оценочной шкалы NHS составили 82 балла, WOMAC — 15, ВАШ — 30 баллов (мм). Несмотря на незначительное усиление выраженности болевого синдрома по ВАШ, пациентка отмечала улучшение опороспособности и функциональных результатов оперированной конечности. На последующих контрольных осмотрах (через год после операции и в последующем раз в год) значительных изменений по данным оценочных шкал не отмечено. На момент написания данной статьи после проведения операции прошло более четырёх лет. По данным, полученным через 4 года после операции, на контрольных рентгенограммах отсутствовала отрицательная динамика (рис. 8). Согласно ВАШ, болевой синдром незначительно усилился и соответствует 32 баллам (мм). Оценка функции тазобедренного сустава по шкале NHS

соответствовала 74 баллам. Оценка социальной адаптации по шкале WOMAC — 35 баллам.

Пациентка находится под динамическим наблюдением.

ОБСУЖДЕНИЕ

Потребность в ревизионном эндопротезировании растёт с каждым годом, и ожидается, что в ближайшие 10 лет его частота почти удвоится [1]. Christie и соавт. сообщили, что в их центре за 6-летний период (с 1922 по 1998 г.) дефекты по Paprosky типа IIIA и IIIB составили 14% (78 тазобедренных суставов) от общего числа ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава [2].

Для восстановления тяжёлых костных дефектов вертлужной впадины ранее применялись разные варианты реконструкции, результаты которых были неудовлетворительными, о чём сообщалось в опубликованной литературе. Эндопротезирование тазобедренного сустава с одномоментным восстановлением целостности вертлужной впадины с применением металлостеосинтеза пластиной и винтами привело к ревизии в 47% случаев в сроки от трёх недель до 124 месяцев после операции [4].

В других исследованиях с применением антипротрузионного кольца частота повторных операций составила 29–66% случаев [5–7].

Ещё одним вариантом реконструкции тяжёлых костных дефектов, в том числе нарушения целостности вертлужной впадины, является техника sup-sage. В среднесрочные периоды наблюдения удовлетворительные результаты были получены в 89% случаев [8, 9]. Осложнения включали вывих головки эндопротеза, перипротезную инфекцию и парез малоберцовой порции седалищного нерва [8].

При применении пористых танталовых аугментов за 5-летний срок наблюдения из 58 случаев только в двух потребовалась повторная ревизия из-за асептического расшатывания. В 6 случаях наблюдались рентгенографические признаки прогрессирующего остеолита костной ткани в третьей зоне DeLee–Charnley. Было отмечено значительное улучшение функции после 5-летнего наблюдения, о чём свидетельствуют показатели тазобедренного сустава по шкале Мейо [10].

Ещё одним вариантом реконструкции больших костных дефектов вертлужной впадины является использование структурных аллотрансплантатов в сочетании с вертлужным компонентом, покрытым танталом. В одном исследовании было отмечено, что у одного из 20 пациентов наблюдалась бессимптомная миграция вертлужного компонента, не требующая ревизии [11]. В другую группу входили 58 пациентов (59 тазобедренных суставов) с дефектами вертлужной впадины типа II и III по классификации Paprosky, у которых для реконструкции применяли костную аллопластику в сочетании с бесцементной чашкой. В этой группе повторная ревизия потребовалась в трёх случаях: двух с дефектами типа IIIB и одним

с дефектом типа IIIA. Повторные операции проводились через 4, 7 и 9 лет соответственно из-за асептического расшатывания вертлужного компонента [12]. В группе из 20 пациентов, у которых для реконструкции вертлужной впадины применяли конструкцию с двумя чашками, случаев асептического расшатывания за период наблюдения (2,4 года) не отмечалось. Осложнения включали вывих головки эндопротеза в шести случаях, глубокую инфекцию в четырёх случаях и замедленное заживление ран в трёх случаях [13].

На ранних этапах развития технология 3D-печати позволяла создавать пластиковые модели поражённой стороны таза, которые применялись для изготовления глиняного прототипа имплантата. Полученный прототип подвергался окончательному моделированию, на основании чего из кованого титана изготавливали индивидуальный имплантат с возможностью нанесения на контактирующую поверхность гидроксиапатитового плазменного напыления или пористых покрытий для стимуляции остеоинтеграции. Результаты улучшились, но всё ещё были далеки от идеальных: частота неудач варьировала от 7,4 до 35% в течение от 16 месяцев до 7 лет [2, 14–21].

Процесс изготовления современных индивидуальных конструкций включает создание цифровых моделей, которые хирург может корректировать онлайн без необходимости просматривать физическую модель. Это позволяет более широко распространять технологию и сокращает время проектирования. Ранее с момента выполнения компьютерной томографии до установки имплантата проходило от 2 до 3 месяцев [14]. По нашему опыту, сегодня данный промежуток составляет от 3 до 4 недель. Кроме того, весь имплантат вертлужной впадины, включая пористую основу, теперь печатается с использованием технологии аддитивного производства, при которой каждый слой титана сплавляется с помощью электронно-лучевого плавления, что обеспечивает прочность имплантата.

В настоящее время опубликовано минимальное количество статей, демонстрирующих результаты применения современных индивидуальных конструкций. В докладе Хупера, представленном на конференции в 2016 году, приведены многообещающие результаты с меньшим количеством ревизий через два года по сравнению с предыдущими индивидуальными имплантатами. Аналогичные результаты были продемонстрированы в исследовании с группой из девяти пациентов. В данной группе средний срок наблюдения составил 28,8 месяца, а выживаемость имплантатов — 88,8%, повторная ревизия потребовалась в одном случае — у пациента с двусторонним нарушением целостности тазовой кости, что, по мнению авторов, является причиной неудовлетворительного исхода [22]. В ретроспективном исследовании 2018 года со средним периодом наблюдения 38 месяцев у одного из 36 пациентов были рецидивирующие вывихи, у одного — ревизия по поводу глубокой инфекции, у одного — ранняя миграция имплантата, требующая стабилизации, и у двоих

были отмечены рентгенологические признаки, свидетельствующие об отсутствии остеоинтеграции. Случаев асептического расшатывания в указанной группе на момент публикации не зарегистрировано [23].

С совершенствованием технологического процесса за рубежом наблюдается рост стоимости индивидуального имплантата. Joshi и соавт. в 2001 г. сообщили, что стоимость изготовления имплантата с применением глиняных моделей составила 5000 долларов США, в то время как в исследовании Taunton и соавт. 2012 г. с применением компьютерных моделей и изготовлением имплантатов из кованого титана стоимость составила 12 500 долларов США. Angela Yao и соавт. в 2021 г. сообщили, что стоимость индивидуального имплантата с применением технологии 3D-печати составила 19 000 австралийских долларов [24]. Наш опыт применения индивидуальных конструкций показал, что с совершенствованием и освоением технологии 3D-печати наблюдается значительное снижение стоимости данных имплантатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выраженных дефектах вертлужной впадины применение индивидуальных компонентов позволяет достичь надёжной фиксации «имплантат–кость», что приводит к улучшению функциональных результатов. Однако при хроническом нарушении целостности тазовой кости применение индивидуального вертлужного компонента не всегда позволяет достичь надёжной стабилизации. Все существующие методы для решения данной проблемы на сегодняшний день являются неоднозначными и требуют дальнейшего усовершенствования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию их медицинских данных и фотографий (24.11.2017 г.).

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval

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

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

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

Consent for publication. The patients gave their written consent (24.11.2017) for publication of their medical data and images.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kurtz S., Ong K., Lau E., Mowat F., Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 // *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2007. Vol. 89, № 4. P. 780–785. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
2. Christie M.J., Barrington S.A., Brinson M.R., Ruhling M.E., DeBoer D.K. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2001. № 393. P. 216–227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024
3. Wyatt M.C. Custom 3D-printed acetabular implants in hip surgery — innovative breakthrough or expensive bespoke upgrade? // *HIP International*. 2015. Vol. 25, № 4. P. 375–379. doi: 10.5301/hipint.5000294
4. Stiehl J.B., Saluja R., Diener T. Reconstruction of major column defects and pelvic discontinuity in revision total hip arthroplasty // *Journal of Arthroplasty*. 2000. Vol. 17, № 7. P. 849–857. doi: 10.1054/arth.2000.9320
5. Berry D.J., Lewallen D.G., Hanssen A.D., Cabanela M.E. Pelvic discontinuity in revision total hip arthroplasty // *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1999. Vol. 81, № 12. P. 1692–1702. doi: 10.2106/00004623-199912000-00006
6. Berry D.J., Müller M.E. Revision arthroplasty using an anti-protrusion cage for massive acetabular bone deficiency // *Journal of Bone and Joint Surgery British*. 1992. Vol. 74, № 5. P. 711–715. doi: 10.1302/0301-620X.74B5.1527119
7. Paprosky W.B., O'Rourke M., Sporer S.M. The treatment of acetabular bone defects with an associated pelvic discontinuity // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2005. Vol. 441. P. 216–220. doi: 10.1097/01.blo.0000194311.20901.f9
8. Hipfl C., Janz V., Löchel J., Perka C., Wassilew G.I. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity // *The Bone & Joint Journal*. 2018. Vol. 100B, № 11. P. 1442–1448. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1
9. Sculco P.K., Ledford C.K., Hanssen A.D., Abdel M.P., Lewallen D.G. The evolution of the cup-cage technique for major acetabular defects: Full and half cup-cage reconstruction // *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2017. Vol. 99, № 13. P. 1104–1110. doi: 10.2106/JBJS.16.00821
10. Jenkins D.R., Odland A.N., Sierra R.J., Hanssen A.D., Lewallen D.G. Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty // *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2017. Vol. 99, № 10. P. e49. doi: 10.2106/JBJS.16.00125
11. Chang C.H., Hu C.C., Chen C.C., Mahajan J., Chang Y., Shih H.N., et al. Revision total hip arthroplasty for paprosky type iii acetabular defect with structural allograft and tantalum trabecular metal acetabular cup // *Orthopedics*. 2018. Vol. 41, № 6. P. e861–e867. doi: 10.3928/01477447-20181023-02
12. Chen H.T., Wu C.T., Huang T.W., Shih H.N., Wang J.W., Lee M.S. Structural and morselized allografting combined with a cementless cup for acetabular defects in revision total hip arthroplasty: A 4- to 14-year follow-up // *BioMed Research International*. 2018. Vol. 2364269. doi: 10.1155/2018/2364269
13. Webb J.E., McGill R.J., Palumbo B.T., Moschetti W.E., Estok D.M. The double-cup construct: A novel treatment strategy for the management of Paprosky IIIA and IIIB acetabular defects // *The Journal of Arthroplasty*. 2017. Vol. 32, № 9. P. S225–S231. doi: 10.1016/j.arth.2017.04.017
14. Barlow B.T., Oi K.K., Lee Y., Carli A.V., Choi D.S., Bostrom M.P. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure // *The Journal of Arthroplasty*. 2016. Vol. 31, № 5. P. 1057–1064. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.016
15. Berasi C.C., Berend K.R., Adams J.B., Ruh E.L., Lombardi A.V. Jr. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2015. Vol. 473, № 2. P. 528–535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z
16. DeBoer D.K., Christie M.J., Brinson M.F., Morrison J.C. Revision total hip arthroplasty for pelvic discontinuity // *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2007. Vol. 89, № 4. P. 835–840. doi: 10.2106/JBJS.F.00313
17. Holt G.E., Dennis D.A. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2004. № 429. P. 209–214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74
18. Joshi A.B., Lee J., Christensen C. Results for a custom acetabular component for acetabular deficiency // *Journal of Arthroplasty*. 2002. Vol. 17, № 5. P. 643–648. doi: 10.1054/arth.2002.32106
19. Mao Y., Xu C., Xu J., et al. The use of customized cages in revision total hip arthroplasty for Paprosky type III acetabular bone defects // *International Orthopaedics*. 2015. Vol. 39, № 10. P. 2023–2030. doi: 10.1007/s00264-015-2965-6
20. Taunton M.J., Fehring T.K., Edwards P., Bernasek T., Holt G.E., Christie M.J. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: A reliable option // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2012. Vol. 470, № 2. P. 428–434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1
21. Wind M.A. Jr., Swank M.I., Sorger J.I. Shortterm results of a custom triflange acetabular component for massive acetabular bone loss in revision THA // *Orthopedics*. 2013. Vol. 36, № 3. P. e260–e265. doi: 10.3928/01477447-20130222-11
22. Citak M., Kochsiek L., Gehrke T., Haasper C., Suero E.M., Mau H. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects // *HIP International*. 2018. Vol. 28, № 3. P. 266–271. doi: 10.5301/hipint.5000561
23. Kieser D.C., Ailabouni R., Kieser S.C.J., Wyatt M.C., Armour P.C., Coates M.H., et al. The use of an Ossis custom 3D-printed triflanged acetabular implant for major bone loss: Minimum 2-year follow-up // *HIP International*. 2018. Vol. 28, № 6. P. 668–674. doi: 10.1177/1120700018760817
24. Yao A., George D.M., Ranawat V., Wilson C.J. 3D Printed Acetabular Components for Complex Revision Arthroplasty // *Indian J Orthop*. 2021. Vol. 55, № 3. P. 786–792. doi: 10.1007/s43465-020-00317-x

REFERENCES

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2007;89(4):780–785. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
2. Christie MJ, Barrington SA, Brinson MR, Ruhling ME, DeBoer DK. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2001;(393):216–227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024
3. Wyatt MC. Custom 3D-printed acetabular implants in hip surgery — innovative breakthrough or expensive bespoke upgrade? *HIP International*. 2015;25(4):375–379. doi: 10.5301/hipint.5000294
4. Stiehl JB, Saluja R, Diener T. Reconstruction of major column defects and pelvic discontinuity in revision total hip arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2000;17(7):849–857. doi: 10.1054/arth.2000.9320
5. Berry DJ, Lewallen DG, Hanssen AD, Cabanela ME. Pelvic discontinuity in revision total hip arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1999;81(12):1692–1702. doi: 10.2106/00004623-199912000-00006
6. Berry DJ, Müller ME. Revision arthroplasty using an anti-protrusion cage for massive acetabular bone deficiency. *Journal of Bone and Joint Surgery British*. 1992;74(5):711–715. doi: 10.1302/0301-620X.74B5.1527119
7. Paprosky WB, O'Rourke M, Sporer SM. The treatment of acetabular bone defects with an associated pelvic discontinuity. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2005;441:216–220. doi: 10.1097/01.blo.0000194311.20901.f9
8. Hipfl C, Janz V, Löchel J, Perka C, Wassilew GI. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity. *The Bone & Joint Journal*. 2018;100B(11):1442–1448. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1
9. Sculco PK, Ledford CK, Hanssen AD, Abdel MP, Lewallen DG. The evolution of the cup-cage technique for major acetabular defects: Full and half cup-cage reconstruction. *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2017;99(13):1104–1110. doi: 10.2106/JBJS.16.00821
10. Jenkins DR, Odland AN, Sierra RJ, Hanssen AD, Lewallen DG. Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2017;99(10):e49. doi: 10.2106/JBJS.16.00125
11. Chang CH, Hu CC, Chen CC, Mahajan J, Chang Y, Shih HN, et al. Revision total hip arthroplasty for paprosky type iii acetabular defect with structural allograft and tantalum trabecular metal acetabular cup. *Orthopedics*. 2018;41(6):e861–e867. doi: 10.3928/01477447-20181023-02
12. Chen HT, Wu CT, Huang TW, Shih HN, Wang JW, Lee MS. Structural and morselized allografting combined with a cementless cup for acetabular defects in revision total hip arthroplasty: A 4- to 14-year follow-up. *BioMed Research International*. 2018;2364269. doi: 10.1155/2018/2364269
13. Webb JE, McGill RJ, Palumbo BT, Moschetti WE, Estok DM. The double-cup construct: A novel treatment strategy for the management of Paprosky IIIA and IIIB acetabular defects. *The Journal of Arthroplasty*. 2017;32(9):S225–S231. doi: 10.1016/j.arth.2017.04.017
14. Barlow BT, Oi KK, Lee Y, Carli AV, Choi DS, Bostrom MP. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure. *The Journal of Arthroplasty*. 2016;31(5):1057–1064. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.016
15. Berasi CC, Berend KR, Adams JB, Ruh EL, Lombardi AV Jr. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2015;473(2):528–535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z
16. DeBoer DK, Christie MJ, Brinson MF, Morrison JC. Revision total hip arthroplasty for pelvic discontinuity. *Journal of Bone and Joint Surgery American*. 2007;89(4):835–840. doi: 10.2106/JBJS.F.00313
17. Holt GE, Dennis DA. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2004;(429):209–214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74
18. Joshi AB, Lee J, Christensen C. Results for a custom acetabular component for acetabular deficiency. *Journal of Arthroplasty*. 2002;17(5):643–648. doi: 10.1054/arth.2002.32106
19. Mao Y, Xu C, Xu J, et al. The use of customized cages in revision total hip arthroplasty for Paprosky type III acetabular bone defects. *International Orthopaedics*. 2015;39(10):2023–2030. doi: 10.1007/s00264-015-2965-6
20. Taunton MJ, Fehring TK, Edwards P, Bernasek T, Holt GE, Christie MJ. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: A reliable option. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2012;470(2):428–434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1
21. Wind MA Jr, Swank MI, Sorger JL. Shortterm results of a custom triflange acetabular component for massive acetabular bone loss in revision THA. *Orthopedics*. 2013;36(3):e260–e265. doi: 10.3928/01477447-20130222-11
22. Citak M, Kochsiek L, Gehrke T, Haasper C, Suero EM, Mau H. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects. *HIP International*. 2018;28(3):266–271. doi: 10.5301/hipint.5000561
23. Kieser DC, Ailabouni R, Kieser SCJ, Wyatt MC, Armour PC, Coates MH, et al. The use of an Ossis custom 3D-printed tri-flanged acetabular implant for major bone loss: Minimum 2-year follow-up. *HIP International*. 2018;28(6):668–674. doi: 10.1177/1120700018760817
24. Yao A, George DM, Ranawat V, Wilson CJ. 3D Printed Acetabular Components for Complex Revision Arthroplasty. *Indian J Orthop*. 2021;55(3):786–792. doi: 10.1007/s43465-020-00317-x

ОБ АВТОРАХ

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

AUTHORS' INFO

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

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Чрагян Гамлет Ашотович, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0001-6457-3156;
eLibrary SPIN: 5580-8152;
e-mail: chragyan@gmail.com

Каграманов Сергей Владимирович, д.м.н.,

врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0002-8434-1915;
eLibrary SPIN: 4670-7747;
e-mail: kagramanov2001@mail.ru

Ханмурадов Руслан Агамуратович,

врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0009-0005-6963-2027;
e-mail: ottogross@bk.ru

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

член-корреспондент РАН, врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0002-6736-9772;
eLibrary SPIN: 6889-8166;
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

Gamlet A. Chragyan, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;
ORCID: 0000-0001-6457-3156;
eLibrary SPIN: 5580-8152;
e-mail: chragyan@gmail.com

Sergey V. Kagramanov, MD, Dr. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;
ORCID: 0000-0002-8434-1915;
eLibrary SPIN: 4670-7747;
e-mail: kagramanov2001@mail.ru

Ruslan A. Khanmuradov,

traumatologist-orthopedist;
ORCID: 0009-0005-6963-2027;
e-mail: ottogross@bk.ru

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

Corresponding member of RAS, traumatologist-orthopedist;
ORCID: 0000-0002-6736-9772;
eLibrary SPIN: 6889-8166;
e-mail: zagorodniy51@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto346679>

Патогенетические и клинические аспекты остеоартроза и остеоартроз-ассоциированных дефектов хряща коленного сустава с позиций представлений о роли субхондральной кости

Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников,
В.Г. Асатрян, Н.Д. Щербатов

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В статье представлен аналитический обзор современных представлений о патогенезе остеоартроза, основанный на результатах изучения субхондральной кости и её значения в развитии этого заболевания. Показано, что данные многочисленных исследований последних лет выявляют всё больше и больше доказательств первостепенности патологических изменений именно в субхондральной кости при развитии остеоартроза и его прогрессировании. В подавляющем числе научных работ находит своё подтверждение факт того, что гиалиновый хрящ и субхондральная костная ткань представляют собой единый морфофункциональный биокомпозит со взаимозависимой системой биохимических связей и молекулярного сигналинга, а также коррелятивными реакциями на стрессовые механические нагрузки. Авторами детально проанализированы механизмы клеточного и молекулярного взаимодействия в системе «гиалиновый хрящ — субхондральная кость» при развитии остеоартроза, убедительно демонстрирующие активное и приоритетное участие субхондральной костной ткани в дебюте и поддержании деструктивно-дистрофического процесса. В дискуссионном аспекте обсуждаются необходимость ухода от хондроцентрической модели патогенеза остеоартроза и целесообразность пересмотра точек приложения лечебных мероприятий у пациентов с остеоартрозом коленного сустава. Проведён обзор применяющихся в настоящее время способов оперативного лечения остеоартроза коленного сустава с позиций их патогенетической направленности. Авторы обсуждают актуальность разработки концепции органосохраняющей хирургии деструктивно-дистрофических поражений суставов, которая должна быть основана на данных о роли и значимости субхондральной и метафизарной костной ткани в вышеуказанных патологических процессах.

Ключевые слова: остеоартроз; субхондральная кость; гиалиновый хрящ; дефект хряща; коленный сустав.

Как цитировать:

Котельников Г.П., Ларцев Ю.В., Кудашев Д.С., Зуев-Ратников С.Д., Асатрян В.Г., Щербатов Н.Д. Патогенетические и клинические аспекты остеоартроза и остеоартроз-ассоциированных дефектов хряща коленного сустава с позиций представлений о роли субхондральной кости // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 219–231. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto346679>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto346679>

Pathogenetic and clinical aspects of osteoarthritis and osteoarthritis-associated defects of the cartilage of the knee joint from the standpoint of understanding the role of the subchondral bone

Gennadiy P. Kotelnikov, Yuriy V. Lartsev, Dmitry S. Kudashev, Sergey D. Zuev-Ratnikov, Vardan G. Asatryan, Nikita D. Shcherbatov

Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

ABSTRACT

The article presents an analytical review on modern ideas about the osteoarthritis pathogenesis based on the findings regarding the subchondral bone and its importance in the development of this disease. It is shown that the data of numerous studies in recent years reveal more and more evidence demonstrating the primacy of pathological changes in the subchondral bone in the development of osteoarthritis and its progression. The vast majority of scientific papers confirm the fact that hyaline cartilage and subchondral bone tissue are a single morphofunctional biocomposite with an interdependent system of biochemical connections and molecular signaling, as well as correlative reactions to stressful mechanical loads. The authors analyzed in detail the mechanisms of cellular and molecular interaction in the system "hyaline cartilage — subchondral bone" in the development of osteoarthritis, vividly demonstrating the active and priority involvement of subchondral bone tissue in the debut and maintenance of the destructive-dystrophic process. The necessity to leave the chondrocentric model of osteoarthritis pathogenesis and the expediency to revise the points of application of therapeutic measures in patients with knee joint osteoarthritis are discussed. The current methods of surgical treatment of knee joint osteoarthritis are critically reviewed from the perspective of their pathogenetic orientation. The authors discuss the relevance in developing the concept of organ-preserving surgery in destructive-dystrophic joint lesions, which should be based on the findings describing the role and significance of subchondral and metaphyseal bone tissue in the above pathologic processes.

Keywords: osteoarthritis; subchondral bone; articular cartilage; articular cartilage defect; knee joint.

To cite this article:

Kotelnikov GP, Lartsev YV, Kudashev DS, Zuev-Ratnikov SD, Asatryan VG, Shcherbatov ND. Pathogenetic and clinical aspects of osteoarthritis and osteoarthritis-associated defects of the cartilage of the knee joint from the standpoint of understanding the role of the subchondral bone. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):219–231. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto346679>

ВВЕДЕНИЕ

Среди всех суставных патологий в ортопедической и ревматологической практике ведущее место занимает группа деструктивно-дистрофических заболеваний, из которых наиболее широко распространённым, приводящим к выраженным и стойким функциональным нарушениям и представляющим большую медико-социальную проблему, является остеоартроз (ОА) [1]. В настоящее время ОА определяют как группу заболеваний, имеющих различную этиологию, но единые патогенетические механизмы и схожие морфологические и клинические проявления. Исход ОА обусловлен последовательным вовлечением в патологический процесс всех структур сустава — гиалинового хряща, субхондральной кости, синовиальной оболочки, менисков, связок, капсулы, периартикулярных мягких тканей, и представлен прогрессивным развитием грубых анатомических и функциональных изменений и значительным снижением качества жизни пациентов [2].

Верифицируемые на сегодняшний день подтипы ОА имеют корреляцию с различными факторами риска, локализацией поражения и особенностями клинической манифестации, а также течением и прогнозом, которые не только определяют дебют заболевания и скорость его прогрессирования, но и имеют ключевое значение при выборе тактики планируемого лечения. В этой связи наибольшее значение приобретает ОА коленного сустава, который встречается в 29,4–35,2% всех локализаций заболевания и представляет собой не только актуальнейшую медицинскую, но и высокосущественную социально-экономическую проблему. Прогрессирующее поражение самого крупного и одного из ведущих опорных суставов нижней конечности, развивающееся в значительном числе случаев у людей среднего, трудоспособного и наиболее профессионально и творчески зрелого возраста, приводит к стойкому нарушению статодинамической функции и инвалидизации, а также сопровождается развитием и усугублением целого ряда экономических последствий [1, 3].

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Для поиска литературы использовались базы данных NCBI, PubMed, eLIBRARY, Cochrane Library. Ключевыми словами для поиска являлись: «остеоартроз», «остеоартрит», «остеохондральный дефект», «дефект хряща», «субхондральная кость», «гиалиновый хрящ», «патогенез остеоартрита», «костное ремоделирование» (соответственно, на русском и английском языках). Условиями отбора для журнальных статей и других материалов были: год публикации — не ранее 2010 г., акцент на издания, имеющие следующую направленность: патологическая анатомия, патофизиология, экспериментальная медицина. И, безусловно, систематические обзоры.

Согласно данным отечественных и зарубежных исследований, у 23–37% пациентов с ОА коленного сустава формируются дефекты суставных поверхностей бедра и большеберцовой кости, при этом при 2-й и 3-й стадиях ОА они встречаются в 44–60% случаев. Следует отметить, что развитие полнослойных хондральных дефектов коленного сустава ассоциируется с наиболее тяжёлой клинической картиной внутрисуставного повреждения и отрицательным прогнозом спонтанной репарации [4].

Патогенез ОА исторически рассматривали через призму первичных и приоритетных по своей значимости структурных изменений в суставном хряще. Именно поэтому изначально ОА лечили как заболевание хряща, и подавляющее большинство терапевтических и оперативных способов коррекции — как в историческом аспекте, так и в настоящее время — направлены именно на повреждение гиалинового хряща. Однако на сегодняшний день в целом ряде работ убедительно демонстрируется первичность именно костных изменений в патогенезе ОА, и результаты исследований последних лет доказывают, что патологические процессы именно в субхондральной костной ткани определяют начало и особенности прогрессирования этого заболевания [1, 3–5].

Характеризующие процесс развития ОА трансформации периартикулярной кости, согласно полученным данным, представляют собой адаптацию к местным биомеханическим и биологическим сигналам. Эти процессы опосредуются костными клетками, которые модифицируют архитектуру и свойства кости [1, 2, 6]. При этом костное ремоделирование не только затрагивает костную ткань, но и вызывает изменения контура и формы субхондральной кости. Указанные изменения, в свою очередь, создают биомеханическую среду, которая отрицательно влияет на суставной хрящ и приводит к его деградации и деструкции.

Следует отметить, что акцент на скелетных изменениях как начальном эффе́кторе ОА ещё в 1986 году ставили E.L. Radin и R.M. Rose, которые высказывали предположения, что патогенез ОА может быть связан с первичным изменением периартикулярной кости [1]. Они предполагали, что деструктивно-дистрофический процесс инициируется увеличением плотности, объёма и жёсткости субхондральной кости с последующим усилением передачи нагрузки на вышележащий суставной хрящ. Это приводит к дисфункции хондроцитов и в дальнейшем обуславливает деградацию и потерю хрящевого матрикса. В настоящее время их гипотеза подтверждается многочисленными исследованиями, которые демонстрируют, что изменения в субхондральной кости при развитии ОА возникают очень рано и, очевидно, ещё до изменений в гиалиновом хряще [7, 8].

Первые прямые доказательства патогенетической связи первичных изменений в субхондральной кости с последующим развитием ОА были получены в 1993 г. P. Dieppe с соавт., чья работа с использованием

сцинтиграфического метода положила начало целому ряду аналогичных исследований. Авторы на протяжении 5 лет вели проспективное наблюдение за 94 пациентами с ОА коленных суставов. Всем больным проводили рентгенографическое и сцинтиграфическое исследование суставов. Была обнаружена позитивная корреляция между прогрессированием ОА, определяемым по сужению суставной щели, и сцинтиграфическими данными, а именно повышенным накоплением в субхондральной костной ткани технеция-99, свидетельствующим об интенсификации её ремоделирования. У 34% пациентов со значительным накоплением радионуклида в субхондральной кости было отмечено сужение рентгеновской суставной щели более чем на 2 мм за период наблюдения. И наоборот, у больных с неизменённой сцинтиграфической картиной прогрессирования заболевания не наблюдали. На основании результатов исследования авторы сделали вывод, что повышение накопления технеция-99 можно рассматривать в качестве предиктора потери суставного хряща, являющейся прямым следствием изменения метаболизма костной ткани [8].

Исследования показывают, что и кортикальная, и трабекулярная кость обладают способностью с гораздо более высокой скоростью изменять свою архитектуру и структурные свойства по сравнению с гиалиновым хрящом, хондроциты которого модулируют свой морфологический статус и функциональное состояние в ответ на нагрузку в течение гораздо более продолжительного времени. Ряд авторов, активно изучающих значение субхондральной костной ткани, в своих работах показали, что при прогрессировании ОА её метаболизм может увеличиваться в 20 раз по сравнению с физиологическим костным метаболизмом [3, 4, 9, 10].

Одним из ключевых аспектов, раскрывающих взаимосвязь гиалинового хряща и субхондральной кости при развитии ОА, является анализ особенностей кровообращения в последней, показывающий его важнейшую роль в процессах регенерации и ремоделирования и обеспечении трофических потребностей не только костной ткани, но и вышележащего суставного хряща. Доказано, что изменения в микроциркуляторном русле вследствие венозного застоя, окклюзии сосудов, их спазма или других причин приводят к развитию патологии субхондральной кости и гиалинового хряща [4, 5, 11].

Современные методы рентгенографии, в том числе магнитно-резонансная томография (МРТ) с динамическим контрастом и позитронно-эмиссионная томография, показывают, что обструкция венозного оттока, вызывающая снижение перфузии, венозный застой и последующую ишемию, влечёт за собой перестройку трабекулярной кости и индуцирует изменения физико-химических свойств субхондральной кости, схожие с таковыми при ОА. Установлено, что остеобласты, подверженные гипоксии, меняют свой профиль экспрессии цитокинов, белков и факторов роста, в том числе фактора роста эндотелия

сосудов (англ. vascular endothelial growth factor, VEGF), инсулиноподобного фактора роста-2, трансформирующего фактора роста $\beta 1$ (англ. transforming growth factor $\beta 1$, TGF- $\beta 1$), гипоксией индуцированного фактора 1α , коллагена 1-го типа и тканевого ингибитора матриксных металлопротеиназ-1, связанных с ускорением перестройки кости и дегенерации хряща — гистопатологическим признаком ОА [12].

Кроме того, при изменениях перфузии и давления у остеобластов происходит активация сигнальных клеточных путей, в том числе транскрипционных факторов (c-Fos, Egr1), воспалительных медиаторов межклеточных вторичных мессенджеров (Cox2, простагландин E2, окись азота) и ферментов, в особенности матриксных металлопротеиназ (MMPs) 1, 3 и 13. В этих условиях остеобласты также начинают экспрессировать большое количество цитокинов, связанных с разрастанием кости, а именно остеокальцина, щелочной фосфатазы и инсулиноподобного фактора роста-1, и участвуют в индукции перестройки компактной и губчатой субхондральной костной ткани, также очень похожей на структурные изменения, наблюдаемые при ОА [4, 5, 8].

Тесная физическая связь между хрящом и субхондральной костью в суставах позволила ввести концепцию «biochemical and molecular crosstalk» — биохимических и молекулярных перекрёстных связей в поражённой области. Хондроциты обладают рецепторами, реагирующими на биомеханические возмущения в окружающем хрящевом матриксе, а также на внутренние и внешние факторы роста, цитокины и другие медиаторы воспаления. Ряд интегринов, которые служат рецепторами для фрагментов фибронектина (FN) и коллагена II типа (COL2), при активации могут стимулировать выработку матриксных деградирующих протеиназ и воспалительных цитокинов и хемокинов в хондроцитах. Значительная фенотипическая модуляция хондроцитов за счёт повышенного синтеза FN, COL2 и агрекана (AGG) сразу после начала заболевания свидетельствует о том, что суставные хондроциты пытаются восстановить повреждённый матрикс. Тем не менее этот процесс восстановления, по-видимому, оказывается неудачным, что приводит к необратимой дегенерации хряща [3, 4, 6, 13].

С другой стороны, установлено, что при развитии ОА в субхондральной кости происходит взаимосвязанное с изменениями в хряще повышение уровня экспрессии определённых генов с выработкой различных медиаторов воспаления, биологических факторов, цитокинов, которые точно так же являются биохимическими маркерами заболевания. Проведённые исследования показали, что субхондральные костные эксплантаты от пациентов с ОА секретируют высокие уровни щелочной фосфатазы, остеокальцина, остеопонтина, интерлейкинов-6, -8, гомолога гена прогрессирующего анкилоза, активатора плазминогена урокиназного типа, простагландина, инсулиноподобного фактора роста-1 по сравнению с костными

эксплантатами из здоровых организмов. Кроме того, было показано, что субхондральные костные остеобласты у пациентов с ОА экспрессируют более высокий уровень щелочной фосфатазы, остеопонтина и матричной рибонуклеиновой кислоты остеокальцина и коллагенового белка типа 1, а также факторов роста, таких как инсулиноподобный фактор роста-1, -2 и TGF- β , чем нормальные субхондральные костные остеобласты. Эти секретируемые биохимические факторы, способствующие образованию кости, предполагают повышенную костную анаболическую активность субхондральных костных остеобластов, примером чего, в частности, является образование остеоцитов [1, 2, 5].

Деструкция и деградация гиалинового хряща и костной ткани сопровождаются появлением и/или повышением

ключевых биохимических маркеров, основные из которых представлены в табл. 1.

В совокупности все эти данные указывают на то, что субхондральную кость и гиалиновый хрящ необходимо рассматривать как единый морфофункциональный биокомпозит с интегративной системой молекулярного сигналинга, объединённым метаболизмом и равнозначным взаимным влиянием хрящевой и костной тканей друг на друга в процессе жизнедеятельности. Они являются динамическими опорными структурами, которые одновременно и взаимосвязанно воспринимают и распределяют механическую нагрузку, изменяют свой метаболизм и модулируют биомеханические характеристики для адаптации к стрессовым нагрузкам. Близкое анатомическое соседство хряща и субхондральной кости

Таблица 1. Биомаркеры гиалинового хряща и субхондральной кости при возникновении и прогрессировании остеоартроза

Table 1. Biomarkers of cartilage and subchondral bone during onset and progression of osteoarthritis

Биомаркер	Функция в суставе	Процессы, обусловленные повышенной экспрессией при остеоартрозе
<i>Биомаркеры хрящевой ткани</i>		
Олигомерный матриксный белок хряща	Является синергистом воспалительной пролиферации синовиальной оболочки, регуляции сборки фибрилл и поддержания зрелой коллагеновой сети	Деградация хряща
С-концевой телопептид коллагена II типа	Обеспечивает прочность, целостность и поддерживает форму ткани	Ремоделирование кальцинированного хряща
Спиральные фрагменты (Helix II и Coll 2-1, Coll 2-1N02)	Способствуют воспалительным процессам и катаболизму хряща в суставе	Деградация коллагена II типа
Аминотерминальный пропептид проколлагена II типа	Является одним из двух пропептидов проколлагена II типа и отражает скорость синтеза коллагена II типа	Деградация хряща
Карбоксинтерминальный пропептид проколлагена II типа	Является одним из двух пропептидов проколлагена II типа и отражает скорость синтеза коллагена II типа	Деградация хряща
Гликопротеин YLK-40: неколлагеновые белки	Играют жизненно важную роль в развитии или изменении воспаления тканей, иммунитета и/или ремоделирования	Деградация хряща
Кератансульфат	Действует как подушка для поглощения механического удара	Аггрекан и деградация хряща
Эпитоп 846 хондроитина сульфата	Создаёт гидратированную гелевую структуру (благодаря взаимодействию с гиалуроновой кислотой и связующим белком), которая обеспечивает несущие свойства хряща	Метаболизм хрящевой ткани
Гиалуроновая кислота	Необходима для вязкости и упругости синовиальной жидкости и хряща	Деградация хряща
<i>Биомаркеры костной ткани</i>		
N-концевой телопептид коллагена I типа	Поддерживает процесс ремоделирования костей	Деградация коллагена I типа
С-концевой телопептид коллагена I типа (С-терминальный телопептид сыворотки)	Сшивающий пептид коллагена I типа, необходимый для иммунореактивности	Повышенный остеокластогенез и деградация костей
Аминотерминальный пропептид проколлагена I типа	Является одним из двух пропептидов проколлагена I типа и отражает скорость синтеза коллагена I типа	Деградация костей

Таблица 1. Окончание

Table 1. Ending

Биомаркер	Функция в суставе	Процессы, обусловленные повышенной экспрессией при остеоартрозе
Карбоксинтерминальный пропептид проколлагена I типа	Является одним из двух пропептидов проколлагена I типа и отражает скорость синтеза коллагена I типа	Деградация костей
Остеокальцин	Необходим для минерализации кости и рекрутирования остеобластов и остеокластов в месте образования кости	Анаболический костный метаболизм
Общий пиридинолин в моче	Способствует стабилизации и укреплению всей структуры коллагеновых тканей, как костной, так и хрящевой	Кatabолический костный метаболизм
Костный сиалопротеин	Необходим для минерализации при взаимодействии хрящевой и костной ткани	Анаболический костный метаболизм

даёт им широкие возможности индуцировать физические и функциональные изменения друг в друге посредством молекулярного взаимодействия. Последние исследования подтверждают точку зрения о трансдукции активных молекул между костной и хрящевой тканями. Биологические факторы и сигнальные молекулы, продуцируемые обеими тканями, могут переходить из одной зоны в другую, влияя на их гомеостаз. Современные исследования *in vitro* и *in vivo* убедительно доказывают наличие и уникальность перекрёстного взаимодействия между хрящом и субхондральной костью в синовиальных суставах.

Наличие повышенной васкуляризации и развитие микротрещин в костном матриксе при ОА убедительно свидетельствуют о том, что медиаторы, секретируемые из хондроцитов и субхондральных костных клеток, непосредственно взаимодействуют между собой через эти каналы. При ОА секретируемые хондрокитами регуляторные факторы в деградированном хряще могут играть определённую роль в остеокластогенезе и, таким образом, способствовать субхондральной потере костной массы [3, 5, 12]. Гипертрофия хряща при эндохондральном окостенении, по-видимому, является результатом сигналов, полученных от различных клеток, таких как остеобласты и гемопоэтические клетки. С другой стороны, в эксперименте было показано, что сигналы от гипертрофированных хондроцитов хряща цыпят стимулируют дифференцировку остеобластов и последующее отложение костного матрикса.

Для представления о характере, степени и глубине клеточного и молекулярного взаимодействия в системе «гиалиновый хрящ — субхондральная кость», определяющего начало и прогрессирование ОА, различные факторы, принимающие участие в этих процессах, можно классифицировать на следующие наиболее важные группы:

- биологические факторы;
- сигнальные пути типа Wingless (Wnt);
- сигнальная система TGF- β /BMPs;
- сигнальная система MAPK.

Биологические факторы

Несмотря на продолжающиеся в профессиональном сообществе дискуссии относительно значимости синовиального воспаления при ОА, в ряде исследований сделан акцент на верифицируемом синовите, включающем инфильтрацию активированных В-клеток и Т-лимфоцитов наряду с гиперэкспрессией провоспалительных медиаторов как на ранних, так и на поздних стадиях заболевания. Провоспалительные медиаторы, присутствующие в синовиальной жидкости, способствуют кatabолической активности хондроцитов, приводящей к ремоделированию внеклеточного матрикса хряща [1, 2, 7, 9]. Исследования *in vivo* и *in vitro* продемонстрировали, что количество хемокинов и цитокинов, присутствующих в синовиальной жидкости, является достаточным для активации хондроцитов и последующего увеличения синтеза ими матриксных молекул, но в то же время способствует их собственному разрушению путем синтеза провоспалительных цитокинов и протеаз. Было обнаружено, что при ОА хондроциты секретируют интерлейкин-1, интерлейкин-1 β -превращающий фермент (каспазу-1) и рецептор интерлейкина-1. Концентрация синтезированного хондрокитами интерлейкина-1 способна индуцировать экспрессию матриксных металлопротеиназ, агреканиз, адисинтегина и металлопротеиназ с тромбоспондиновыми мотивами, а также других кatabолических генов в областях истощения матрикса хряща, поражённого ОА [3, 4]. Изменения в процессе ремоделирования хряща приводят к потере компонентов внеклеточного матрикса и его структуры, влияющей на характерный фенотип хондроцитов гиалинового хряща. В этих условиях происходит стимуляция экспрессии хондрокитами молекул, связанных с гипертрофией хондроцитов и терминальной дифференцировкой, таких как VEGF, Runt-связанный фактор транскрипции 2 (RUNX2) и MMP-13. Эти события также приводят к кальцификации внеклеточного матрикса вокруг хондроцитов и способствуют истончению суставной поверхности. Секреция ангиогенных факторов, таких как

VEGF, увеличивает васкуляризацию в глубоких слоях суставного хряща, облегчая молекулярный транспорт путём диффузии молекул через кальцифицированные ткани суставного хряща из субхондральной кости [5, 8, 9].

В настоящее время получены данные, что хемокины, цитокины и протеазы, секретируемые из хондроцитов, вовлечены в изменение биохимических и функциональных возможностей субхондральных костных остеобластов. Например, интерлейкин-6 в сочетании с другими цитокинами, такими как интерлейкин-1 β , может переключать остеобласты с нормального фенотипа на склеротический. Известно также, что хондроциты, подвергающиеся деструкции, секретируют повышенное количество фактора, индуцирующего остеокластогенез, лиганда рецепторного активатора ядерного фактора κ B (англ. receptor activator of nuclear factor κ B ligand, RANKL). Было показано, что повышенная экспрессия RANKL ассоциируется с повышенным метаболизмом субхондральной костной ткани на ранних стадиях ОА [2, 7, 10].

Помимо стимулирующей роли хондроцитов в отношении субхондральной кости, было продемонстрировано и увеличение числа факторов, вырабатываемых субхондральной костной тканью и участвующих как в ремоделировании самой кости, так и в модуляции катаболизма хряща. Эксперименты *in vitro* показали, что субхондральные остеобласты при ОА приводят к редуцированию специфического фенотипа хряща (гликозаминогликан, AGG, COL2) при совместном культивировании с хондроцитами суставного хряща. Кроме того, культивированные субхондральные остеобласты, забранные у пациентов с ОА, вызывали повышенную деградацию протеогликанов в хряще по сравнению с лицами контрольных групп, содержащими остеобласты здоровой субхондральной костной ткани. Исследователи объясняют этот эффект повышенной выработкой субхондральными костными остеобластами матриксной металлопротеиназы MMP-2 [3, 6, 11].

Сигнальные пути типа Wingless (Wnt)

Гомеостаз суставов критически зависит от баланса между различными анаболическими и катаболическими молекулярными сигнальными путями костной и хрящевой тканей [3, 12]. Сигнальные механизмы в суставах необходимы для поддержания стабильного фенотипа суставного хряща и субхондральной кости, устойчивого синтеза внеклеточного матрикса, балансировки процессов ремоделирования кости, эффективного расщепления и клиренса макромолекул и мёртвых клеток, а также функциональной и молекулярной адаптации к механическим нагрузкам. Было установлено, что в суставах существует ряд сигнальных путей между костной и хрящевой тканями, необходимых для поддержания гомеостаза и обеспечения адекватного функционирования суставов. Однако дисбаланс хрупкого равновесия между ними, развивающийся при деструктивно-дистрофических суставных поражениях, приводит к постепенной гипертрофии

субхондральной кости и ухудшению качества гиалинового хряща, способствуя прогрессированию ОА [1, 8].

Пути Wnt представляют собой большое семейство богатых цистеином морфогенов. К настоящему времени установлена группа из 19 структурно связанных гликопротеинов, которые могут трансдуцировать свой сигнал через различные внутриклеточные каскады. Классически пути Wnt были классифицированы на канонические и неканонические. Каноническими они называются на основании их способности ингибировать фосфорилирование β -катенина GSK-3 β и его последующую деградацию (например, Wnt 1, 3a, 8), неканоническими — если они не влияют на уровень β -катенина (например, Wnt 4, 5a, 11) [4, 7].

Исследования на экспериментальных животных (мыши) показали, что каноническая сигнальная система Wnt необходима для поддержания зрелого фенотипа суставного хряща, который характеризуется длительной выживаемостью клеток и отсутствием дифференцировки в сторону гипертрофии [2, 3]. Результаты ряда работ демонстрируют, что каноническая сигнальная система Wnt действует как сигнал выживания, ингибируя апоптоз хондроцитов. И наоборот, чрезмерная экспрессия сигналов Wnt вредна для хондроцитов, приводя к деструктивно-дистрофическим изменениям хряща [7].

Реализация как канонических, так и неканонических каскадов сигнальной системы Wnt в процессе пролиферации и дифференцировки хондроцитов свидетельствует о её важности в регуляции гомеостаза хряща. Помимо хондрогенеза, сигнальная система Wnt необходима для развития кости и её последующего гомеостаза. Положительно регулирующая сигнальная система Wnt способна индуцировать склероз в костях [3, 5, 7].

Сигнальная система TGF- β /BMPs

Морфогенетические протеины кости (англ. bone morphogenetic proteins, BMPs) — это белки, выполняющие множество функций, включая регуляцию внеклеточного матрикса хряща и ремоделирование костной ткани в скелетной системе. Сигнальная система BMPs регулирует процесс индукции костной ткани и является необходимой для формирования энхондральной кости. Являясь промежуточной стадией формирования кости, BMPs участвуют во всех фазах хондрогенеза. BMP-2, -4 и -5 необходимы для пролиферации хондроцитов и синтеза матрикса [2, 3, 5, 6].

BMPs имеют определяющее значение в защите и репарации хряща, регулируя синтез агрекана и протеогликана, а также участвуют в различных стадиях терминальной дифференцировки хондроцитов. Данная сигнальная система не только играет важную роль на ранних стадиях хондрогенеза, стимулируя синтез матриксных молекул, таких как COL2, но и активно участвует в терминальной дифференцировке хондроцитов, повышая экспрессию MMP-13, что наблюдается в гиалиновом хряще при ОА

[3, 5, 9, 11]. С другой стороны, BMPs являются мощными остеогенными стимуляторами и способны регулировать активность остеобластов и остеокластов *in vitro* и *in vivo* [2]. В частности, сниженный уровень сигнального стимулятора BMPs, такого как GDF5, влияет на свойства субхондральной кости и процессы её ремоделирования при деструктивно-дистрофическом суставном поражении [7].

Наряду с BMPs TGF- β также играет незаменимую роль в поддержании метаболического гомеостаза и структурной целостности суставного хряща [4, 9]. TGF- β экспрессируется на высоких уровнях в здоровом хряще, в то время как в хряще при ОА он почти отсутствует. Поскольку TGF- β является мощным индуктором синтеза экстрацеллюлярного матрикса хрящевой ткани, снижение его уровня приводит к потере протеогликанов и деградации хряща. Кроме того, абляция эндогенной активности TGF- β 1 подавляет образование остеофитов и утолщение синовиальной оболочки *in vivo* [1, 3, 11, 13]. Наряду с критической ролью в гомеостазе хряща TGF- β 1 регулирует остеокластическую резорбцию кости и индуцирует миграцию мезенхимальных стволовых клеток костного мозга в резорбционные ямы для формирования новой трабекулярной кости в длинных костях [2, 4, 12]. Данные исследований свидетельствуют о том, что сигнальная система TGF- β /BMPs является одной из важнейших для нормального гомеостаза биохимической единицы «хрящ–кость». Повышенная выработка TGF- β в разрушающемся хряще при ОА влияет на гомеостаз не только самого хряща, но и субхондральной кости, что ещё раз доказывает молекулярный уровень глубины перекрёстного взаимодействия между хрящом и костной тканью.

Установлено, что ингибирование TGF- β 1 приводит к восстановлению микроархитектуры субхондральной кости путём купирования процессов ангиогенеза и снижения популяции мезенхимальных стволовых клеток костного мозга, подвергающихся остеогенезу, а также к ослаблению потери протеогликанов и повышенной кальцификации, наблюдаемых у мышей с экспериментальным ОА [12].

Сигнальная система MAPK

Митоген-активированные протеинкиназы (англ. mitogen-activated protein kinase, MAPK) включают три широкие категории киназ: внеклеточные сигнально-регулируемые киназы (англ. extracellular signal-regulated kinase, ERK), стресс-активированные протеинкиназы/c-Jun N-концевые киназы и p38-киназы.

В последнее время установлено, что семейство MAPK связано с патофизиологией ОА. Активация ERK и p38 является ключевым сигнальным событием в процессах, приводящих к дегенерации суставного хряща. Активация как ERK, так и p38-сигналов необходима для экспрессии и активности MMP, в то время как для опосредованной агрегканазой деградации хряща необходима только активация ERK [4, 5]. Инициация выработки MMP-13

из остеобластов субхондральной кости в ответ на механическое напряжение может спровоцировать деградацию хряща, наблюдаемую при прогрессировании ОА. Возможность MAPK-опосредованного высвобождения деградирующих ферментов из субхондральной кости, воздействующих на хондроциты, предполагает существование межклеточной связи между хрящом и костью, воздействующими друг на друга. При этом хондроциты суставного хряща при ОА приводят к увеличению выработки здоровыми субхондральными остеобластами маркеров их дифференцировки, таких как RUNX2, щелочная фосфатаза, остеопонтин и остеокальцин, в то время как нормальные суставные хондроциты тормозят этот процесс [9, 11].

Секретируемые цитокины, факторы роста и сигнальные молекулы, образующие биохимические единицы хряща и кости, играют модулирующую роль в изменении патофизиологии суставов при ОА. Сложность сигнальных систем Wnt, BMPs, TGF- β и MAPK в поддержании и контроле гомеостаза суставов, их роль в перекрёстном взаимодействии между хрящом и субхондральной костью и наблюдаемые изменения при ОА меняют взгляды на патогенетические механизмы развития этого заболевания [1].

Анализируя результаты многочисленных исследований, направленных на объективизацию оценки процессов патогенеза ОА, следует констатировать пересмотр в настоящее время догматических установок в отношении понимания роли и участия костной и хрящевой тканей, их взаимодействия, а также последовательности ключевых событий, сопровождающих дебют и прогрессирование указанной патологии. Тесная морфофункциональная взаимосвязь субхондральной костной ткани и гиалинового хряща, сложность и доказанная абсолютная взаимозависимость путей молекулярного сигналинга между ними, появляющиеся и накапливающиеся данные об особенностях метаболизма субхондральной костной ткани и её значении в обеспечении адекватной жизнедеятельности суставного хряща — всё это обуславливает уход от хондроцентрической модели патогенеза ОА, постулировавшей первичную и основную роль суставного хряща в развитии заболевания. На сегодняшний день появляется всё больше и больше доказательств, что инициатором и ключевым фигурантом прогрессирования ОА служит субхондральная кость. ОА сначала проявляется в виде молекулярной дезорганизации и развития аномального метаболизма костной, а затем хрящевой ткани и их интерфейса, за которыми следуют анатомо-физиологические нарушения, манифестирующие клиническими проявлениями и развёрнутой картиной заболевания. В настоящее время большинство исследователей, изучающих особенности патофизиологии деструктивно-дистрофических заболеваний суставов, в отношении ОА уже не придерживаются позиции параллельности старта патологических процессов, развивающихся в костной и хрящевой тканях,

а ставят вопрос следующим образом: «Насколько раньше начинаются изменения в субхондральной кости по отношению к гиалиновому хрящу?»

Формирование дефектов суставного хряща при ОА является конечным проявлением деструктивно-дистрофических изменений непосредственно хрящевой ткани и, что имеет важнейшее значение, субхондральной кости. Необходимо отметить, что до последнего времени в профессиональном сообществе существовала определённая стереотипность представлений о хондральных дефектах коленного сустава при ОА, с одной стороны, связанная с отсутствием инструментальных диагностических возможностей в отношении начальных стадий патологического процесса, с другой — обусловленная постулированием первичных изменений при ОА в суставном хряще и, соответственно, априорной невозможностью вплоть до терминальных стадий болезни выявить указанные изменения клинически. Прямым свидетельством этого является продолжающееся использование в мире двух основных классификационных систем ОА: исключительно рентгенологической классификации Kellgren & Lawrence (1957) с модификациями, выделяющей 4 стадии заболевания, и клинико-рентгенологической классификации Н.С. Косинской (1961), согласно которой верифицируют 3 стадии ОА. Ни первая, ни вторая из них не предусматривает оценку изменений суставного хряща, что, очевидно, можно объяснить исторической невозможностью детализировать его состояние на момент разработки данных классификаций. Однако этот аргумент утрачивает свою состоятельность, так как в настоящее время, даже несмотря на широкое распространение такого высокочувствительного и высокоспецифичного способа диагностики, как МРТ, в мире отсутствует разработанная общепринятая МРТ-классификация стадий ОА. То же самое следует сказать в отношении нашей страны: в Российской Федерации отсутствует валидированная МРТ-классификация ОА. Это касается и других инструментальных способов верификации ОА, к которым можно отнести, например, компьютерную томографию и ультразвуковое исследование. Справедливости ради стоит отметить, что разработанные и используемые в настоящее время системы МРТ оценки выраженности патологических изменений при ОА — Boston Leeds Osteoarthritis Knee Score (BLOKS), Whole Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS), MRI Osteoarthritis Score (MOAKS) и Outcome Measures in Rheumatology — Knee Inflammation MRI Scoring System (OMERACT-KIMRISS) — имеют крайне узкую направленность применения, в основном у пациентов с сочетанными травматическими повреждениями мягкотканых структур коленного сустава.

Что касается особенностей характеристик структур коленного сустава при формировании ОА-ассоциированных дефектов суставных поверхностей, следует отметить, что они в целом соответствуют патологическим трансформациям, характерным для 2-й

и 3-й стадий ОА. В области суставной поверхности, преимущественно медиального мыщелка бедренной кости, формируются многочисленные глубокие эрозии хряща, проникающие до кальцифицированного хряща и субхондральной кости, иногда разделяющие гиалиновый хрящ на изолированно расположенные фрагменты. На отдельных, наиболее нагружаемых участках гиалиновый хрящ истончается, местами до обнажения субхондральной кости, формируя дефекты суставной поверхности неправильной округлой формы с часто нечёткими границами. Субхондральная кость в области дефекта имеет вид гладкой блестящей поверхности, макроскопически гипертрофированной и не кровоточащей при её повреждении. Окружающий такой полнослойный дефект гиалиновый хрящ демонстрирует признаки умеренной дегенерации, соответствующей степени деструктивно-дистрофического процесса в конкретной клинической ситуации. Следует отметить, что дефекты суставных поверхностей при первичном ОА, в отличие от асептического остеонекроза, по глубине никогда не распространяются ниже субхондральной костной пластинки, которая является их дном [5].

Рассматривая вопросы репарации суставного гиалинового хряща при развитии дегенеративно-дистрофических заболеваний сустава, следует признать отсутствие в настоящее время полного понимания механизмов её реализации. Наши знания особенностей репаративного хондрогенеза основаны либо на анализе острых травматических повреждений гиалинового хряща, либо на изучении различных экспериментальных моделей искусственной хондродеструкции и могут быть экстраполированы на процессы, происходящие при ОА и в процессе его лечения, лишь с большой долей условности [6].

Возможности гиалинового хряща в отношении репаративной регенерации ограничены его аваскулярностью и особенностями анатомии. Отсутствие кровеносных сосудов в суставном хряще делает невозможным развёртывание воспалительной фазы и миграцию стволовых клеток в хрящ. При этом внеклеточный матрикс формирует физический барьер для миграции имеющихся хондроцитов в область повреждения. Считается установленным, что при повреждении хряща источниками его регенерации являются сам хрящ; синовиальная оболочка сустава; клетки костной ткани, трансформирующиеся в хрящевые; клетки костного мозга, которые могут служить источником регенерации при глубоких повреждениях хрящей, затрагивающих субхондральную костную ткань [2, 7, 8]. Однако на сегодняшний день доказано, что участие хондроцитов в процессе регенерации очень незначительно и не играет заметной роли [1, 3].

Несмотря на то, что тонкие морфофункциональные особенности гиалинового хряща, субхондральной кости и их тканевых и молекулярных взаимодействий ещё не позволяют до конца установить ход течения спонтанной репарации при поражениях суставных поверхностей,

исследования последних лет демонстрируют важнейшую роль субхондральной кости в указанных процессах. Фактически полноценность репаративных процессов в случае формирования полнослойных и пенетрирующих хондральных дефектов при ОА имеет прямую корреляцию с качеством субхондральной и метафизарной костной ткани, адекватностью её метаболизма и восстановлением морфофункциональной достаточности кости в процессе лечения.

Анализируя состояние проблемы медицинской помощи пациентам с ОА коленного сустава и ассоциированных с ним локальных поражений суставных поверхностей, на сегодняшний день условно можно выделить два, по сути, разнополярных вектора лечебной стратегии. С одной стороны, продолжается широкое, активное и агрессивное внедрение в клиническую практику неоперативных способов стимуляции хондрогенеза, включающих различные инвазивные методы, направленные на прямое стимулирование процессов образования гиалинового хряща или создание благоприятных условий для их течения, — интраартикулярное введение препаратов на основе гиалуроновой кислоты, PRP-, SVF-терапия и др. Завоевание и удержание своего рода ниши популярности в профессиональной среде указанные способы обеспечили в том числе за счёт возможности их применения в амбулаторных условиях, отсутствия необходимости постоянного длительного врачебного наблюдения за пациентом, высокой комплаентности больных, их психологически намного более позитивного отношения к лечению, не предусматривающему необходимость нахождения в стационаре.

С другой стороны, можно отметить совершенно отчётливую тенденцию к увеличению числа выполнений в Российской Федерации таких органозамещающих хирургических вмешательств, как одномышечковое и тотальное эндопротезирование сустава. Перспектива одномоментного и радикального избавления пациента от страданий, высокая эффективность в виде максимально полноценного восстановления функции сустава и конечности после операции, прогноз быстрого и значительного улучшения качества жизни больного, материально-технические возможности специализированных травматолого-ортопедических стационаров, широкое распространение и доступность курсов и циклов обучения для специалистов, а также в определённой степени имиджевая составляющая — все эти факторы привели к тому, что эндопротезирование, как тотальное, так и одномышечковое, на сегодняшний день стало одним из самых распространённых хирургических вмешательств в ортопедической практике, которое выполняют не только в специализированных федеральных центрах, но и в условиях лечебных учреждений муниципального уровня.

Однако эндопротезирование сустава — операция, при которой производят механическое удаление

основного, но (и это имеет немаловажное значение) не единственного источника страданий пациента — поражённых хрящевой и костной тканей, не может рассматриваться как патогенетический способ лечения ОА и является операцией, по сути, частичного замещения поражённого органа.

Кроме того, риски таких серьёзных осложнений, как параэндопротезная инфекция, перипротезные переломы бедренной и большеберцовой костей, ранняя асептическая нестабильность компонентов эндопротеза, венозные тромбозы, в ряде случаев имеющих фатальный характер для сустава и качества жизни пациента и часто требующих длительного и экономически дорогостоящего лечения, а также вопросы удовлетворённости больными среднесрочными и отдалёнными результатами операции, не превышающей 42–65%, диктуют необходимость очень тщательного и взвешенного подхода при планировании тотального эндопротезирования в качестве операции выбора у данной категории пациентов.

ВЫВОДЫ

Немаловажным фактом, определяющим эффективность лечения пациентов с ОА коленного сустава, является приходящее в настоящее время понимание приоритетности функционального состояния сустава: установлено, что на фоне даже значительных морфологических изменений интра- и параартикулярных структур, включая гиалиновый хрящ, в значительном числе случаев функция сустава может быть длительное время относительно компенсированной. Это приводит к пересмотру взглядов на устоявшийся в профессиональном ортопедическом сообществе корреляционный подход к выбору лечебной тактики, который многие годы определялся формулой «Чем выраженнее степень деструктивно-дистрофического поражения коленного сустава, тем радикальнее должна быть операция».

На этом фоне, а также с учётом появляющихся данных об особенностях патогенеза ОА и ассоциированных с ним локальных поражений гиалинового хряща в настоящее время всё большую актуальность приобретают разработка и внедрение в клиническую практику органосохраняющих оперативных вмешательств, малоинвазивных хирургических техник хондропластики, способов стимуляции репаративного хондро- и остеогенеза и их комбинаций, позволяющих восстановить анатомическую целостность структур сустава и его функциональную достаточность и тем самым повысить качество жизни у пациентов с развёрнутой клинической картиной деструктивно-дистрофического поражения [14].

Эффективность органосохраняющих способов оперативного лечения в случаях формирования костно-хрящевых дефектов деструктивно-дистрофического генеза напрямую коррелирует с состоянием субхондральной и метафизарной костной ткани, поэтому полноценность

и адекватность восстановления её анатомической целостности и обеспечение реституции метаболизма являются важнейшими задачами хирургической реконструктивно-пластической коррекции. Попытки изолированного лечения поражений гиалинового хряща в свете имеющихся на сегодняшний день новых представлений о патогенетических механизмах развития деструктивно-дистрофических заболеваний коленного сустава, как правило, оказываются неэффективными и не удовлетворяющими своими результатами ни больных, ни врачей. Именно поэтому принципиально важной и в то же время трудновыполнимой задачей в лечении данной группы пациентов является одномоментная коррекция как повреждения суставного хряща, так и патологических изменений субхондральной кости и костной ткани метафизов бедренной и большеберцовой костей. Только в этом случае можно обеспечить условия и возможность для максимально полноценной регенерации суставного хряща, определяющей в дальнейшем восстановление функций коленного сустава и нижней конечности в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установленная в настоящее время схожесть глубинных патогенетических механизмов развития остеоартроза коленного сустава, с одной стороны, и формирующаяся стойкая тенденция к развитию и внедрению в оперативную ортопедию технологий реконструктивного хирургического лечения, позволяющего сохранить анатомию и функцию сустава как уникального органа опорно-двигательной системы, — с другой диктуют необходимость разработки концепции органосохраняющей хирургии деструктивно-дистрофических поражений суставов, основывающейся на современных данных о роли и значимости субхондральной и метафизарной костной ткани в вышеуказанных патологических процессах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение // Современная ревматология. 2019. Т. 13, № 2. С. 9–21. doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21
2. Кабалык М.А. Биомаркеры и участники ремоделирования субхондральной кости при остеоартрозе // Тихоокеанский медицинский журнал. 2017. № 1. С. 37–34. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.1.37-41
3. Alan B. The Bone Cartilage Interface and Osteoarthritis // Calcified Tissue International. 2021. Vol. 109, № 3. P. 303–328. doi: 10.1007/s00223-021-00866-9
4. Ashish R.S., Supriya J., Sang-Soo L., Ju-Suk N. Interplay between Cartilage and Subchondral Bone Contributing to Pathogenesis of Osteoarthritis // Int J Mol Sci. 2013. Vol. 14, № 10. P. 19805–19830. doi: 10.3390/ijms141019805

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Г.П. Котельников — редактирование статьи; Ю.В. Ларцев — обзор литературных источников, редактирование статьи; Д.С. Кудашев — оперативное лечение пациентов, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста, редактирование статьи; С.Д. Зуев-Ратников — оперативное лечение пациентов, сбор и анализ литературных источников; В.Г. Асатрян — курация и хирургическое лечение пациентов; Н.Д. Щербатов — сбор и анализ литературных источников.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. G.P. Kotelnikov — article editing; Yu.V. Lartsev — review of literary sources, editing of the article; D.S. Kudashev — surgical treatment of patients, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text and editing of the article; S.D. Zuev-Ratnikov — surgical treatment of patients, collection and analysis of literary sources; V.G. Asatryan — curation and surgical treatment of patients; N.D. Shcherbatov — collection and analysis of literary sources.

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

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

5. Loef M., van Beest S., Kroon F.P.B., et al. Comparison of histological and morphometrical changes underlying subchondral bone abnormalities in inflammatory and degenerative musculoskeletal disorders: a systematic review // Osteoarthritis Cartilage. 2018. Vol. 26, № 8. P. 992–1002. doi: 10.1016/j.joca.2018.05.007
6. Goldring S.R., Goldring M.B. Changes in the osteochondral unit during osteoarthritis: structure, function, and cartilage-bone crosstalk // Nat Rev Rheumatol. 2016. Vol. 12, № 11. P. 632–644. doi: 10.1038/nrrheum.2016.148
7. Boyde A., Davis G.R., Mills D., et al. On fragmenting, densely mineralized acellular protrusions into articular cartilage and their possible role in osteoarthritis // J Anat. 2014. Vol. 225, № 4. P. 436–446. doi: 10.1111/joa.12226
8. Алексеева Л.И., Зайцева Е.М. Роль субхондральной кости при остеоартрозе // Научно-практическая ревматология. 2009. Т. 47, № 4. С. 41–48. doi: 10.14412/1995-4484-2009-1149

9. Roy K.A., Jennifer R., Jonathan P.D. Contribution of Circulatory Disturbances in Subchondral Bone to the Pathophysiology of Osteoarthritis // *Curr Rheumatol Rep.* 2017. Vol. 19, № 8. P. 49. doi: 10.1007/s11926-017-0660-x
10. Kuttapitiya A., Assi L., Laing K., et al. Microarray analysis of bone marrow lesions in osteoarthritis demonstrates upregulation of genes implicated in osteochondral turnover, neurogenesis and inflammation // *Ann Rheum Dis.* 2017. Vol. 76, № 10. P. 1764–1773. doi: 10.1136/annrheumdis-2017-211396
11. Butterfield N.C., Curry K.F., Steinberg J., et al. Accelerating functional gene discovery in osteoarthritis // *Nat Commun.* 2021. Vol. 12, № 1. P. 467. doi: 10.1038/s41467-020-20761-5

12. Zhen G., Wen C., Jia X., et al. Inhibition of TGF-beta signaling in mesenchymal stem cells of subchondral bone attenuates osteoarthritis // *Nat Med.* 2013. Vol. 19, № 6. P. 704–712. doi: 10.1038/nm.3143
13. Li G., Zheng Q., Landao-Bassonga E., Cheng T.S., et al. Influence of age and gender on microarchitecture and bone remodeling in subchondral bone of the osteoarthritic femoral head // *Bone.* 2015. № 77. P. 91–97. doi: 10.1016/j.bone.2015.04.019
14. Егизарян К.А., Лазишвили Г.Д., Храменкова И.В., и др. Алгоритм хирургического лечения больных с рассекающим остеохондритом коленного сустава // *Вестник РГМУ.* 2018. № 2. С. 77–83. doi: 10.24075/brsmu.2018.020

REFERENCES

1. Alekseeva LI, Taskina EA, Kashevarova NG. Osteoarthritis: epidemiology, classification, risk factors, and progression, clinical presentation, diagnosis, and treatment. *Modern Rheumatology Journal.* 2019;13(2):9–21. (In Russ). doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21
2. Kabalyk MA. Biomarkers of subchondral bone remodeling in osteoarthritis. *Pacific Medical Journal.* 2017;(1):37–41. (In Russ). doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.1.37-41
3. Alan B. The Bone Cartilage Interface and Osteoarthritis. *Calcified Tissue International.* 2021;109(3):303–328. doi: 10.1007/s00223-021-00866-9
4. Ashish RS, Supriya J, Sang-Soo L, Ju-Suk N. Interplay between Cartilage and Subchondral Bone Contributing to Pathogenesis of Osteoarthritis. *Int J Mol Sci.* 2013;14(10):19805–19830. doi: 10.3390/ijms141019805
5. Loeff M, van Beest S, Kroon FPB, et al. Comparison of histological and morphometrical changes underlying subchondral bone abnormalities in inflammatory and degenerative musculoskeletal disorders: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage.* 2018;26(8):992–1002. doi: 10.1016/j.joca.2018.05.007
6. Goldring SR, Goldring MB. Changes in the osteochondral unit during osteoarthritis: structure, function, and cartilage-bone crosstalk. *Nat Rev Rheumatol.* 2016;12(11):632–44. doi: 10.1038/nrrheum.2016.148
7. Boyde A, Davis GR, Mills D, et al. On fragmenting, densely mineralized acellular protrusions into articular cartilage and their possible role in osteoarthritis. *J Anat.* 2014;225(4):436–446. doi: 10.1111/joa.12226
8. Alexeeva LI, Zaitseva EM. Role of subchondral bone in osteoarthritis. *Rheumatology Science and Practice.* 2009;47(4):41–48. (In Russ). doi: 10.14412/1995-4484-2009-1149
9. Roy KA, Jennifer R, Jonathan PD. Contribution of Circulatory Disturbances in Subchondral Bone to the Pathophysiology of Osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rep.* 2017;19(8):49. doi: 10.1007/s11926-017-0660-x
10. Kuttapitiya A, Assi L, Laing K, et al. Microarray analysis of bone marrow lesions in osteoarthritis demonstrates upregulation of genes implicated in osteochondral turnover, neurogenesis and inflammation. *Ann Rheum Dis.* 2017;76(10):1764–1773. doi: 10.1136/annrheumdis-2017-211396
11. Butterfield NC, Curry KF, Steinberg J, et al. Accelerating functional gene discovery in osteoarthritis. *Nat Commun.* 2021;12(1):467. doi: 10.1038/s41467-020-20761-5
12. Zhen G, Wen C, Jia X, et al. Inhibition of TGF-beta signaling in mesenchymal stem cells of subchondral bone attenuates osteoarthritis. *Nat Med.* 2013;19(6):704–12. doi: 10.1038/nm.3143
13. Li G, Zheng Q, Landao-Bassonga E, Cheng TS, et al. Influence of age and gender on microarchitecture and bone remodeling in subchondral bone of the osteoarthritic femoral head. *Bone.* 2015;(77):91–7. doi: 10.1016/j.bone.2015.04.019
14. Egizaryan KA, Lazishvili GD, Hramenkova IV, et al. Knee osteochondritis dissecans: surgery algorithm. *Vestnik RGMU.* 2018;(2):77–83. (In Russ). doi: 10.24075/brsmu.2018.020

ОБ АВТОРАХ

Котельников Геннадий Петрович, д.м.н.,
академик РАН, профессор;
ORCID: 0000-0001-7456-6160;
eLibrary SPIN: 9910-1130;
e-mail: g.p.kotelnikov@samsmu.ru

Ларцев Юрий Васильевич, д.м.н., профессор;
ORCID: 0000-0003-4450-2486;
eLibrary SPIN: 7407-4693;
e-mail: lartcev@mail.ru

AUTHORS' INFO

Gennadiy P. Kotelnikov, MD, Dr. Sci. (Med.),
academician of the Russian Academy of Sciences, professor;
ORCID: 0000-0001-7456-6160;
eLibrary SPIN: 9910-1130;
e-mail: g.p.kotelnikov@samsmu.ru

Yuriy V. Lartsev, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0003-4450-2486;
eLibrary SPIN: 7407-4693;
e-mail: lartcev@mail.ru

*** Кудашев Дмитрий Сергеевич**, к.м.н., доцент;
адрес: Россия, 443081, г. Самара, ул. Стара-Загора,
д. 68, кв. 19;
ORCID: 0000-0001-8002-7294;
eLibrary SPIN: 4180-6470;
e-mail: dmitrykudashew@mail.ru

Зуев-Ратников Сергей Дмитриевич, к.м.н., доцент;
ORCID: 0000-0001-6471-123X;
eLibrary SPIN: 7415-8060;
e-mail: stenocardia@mail.ru

Асатрян Вардан Граатович;
ORCID: 0009-0009-1751-700X;
eLibrary SPIN: 7496-3860;
e-mail: vandamsmail@gmail.com

Щербатов Никита Дмитриевич;
ORCID: 0009-0007-7202-7471;
eLibrary SPIN: 4243-9081;
e-mail: niksherbatov@mail.ru

*** Dmitry S. Kudashev**, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;
address: 68 Stara Zagora street, 19, 443081,
Samara, Russia;
ORCID: 0000-0001-8002-7294;
eLibrary SPIN: 4180-6470;
e-mail: dmitrykudashew@mail.ru

Sergey D. Zuev-Ratnikov, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;
ORCID: 0000-0001-6471-123X;
eLibrary SPIN: 7415-8060;
e-mail: stenocardia@mail.ru

Vardan G. Asatryan;
ORCID: 0009-0009-1751-700X;
eLibrary SPIN: 7496-3860;
e-mail: vandamsmail@gmail.com

Nikita D. Shcherbatov;
ORCID: 0009-0007-7202-7471;
eLibrary SPIN: 4243-9081;
e-mail: niksherbatov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321367>

Лечение внутрисуставных переломов и переломовывихов в проксимальном межфаланговом суставе пальцев кисти в остром и отдалённом периодах травмы

И.О. Голубев, М.В. Меркулов, В.Д. Кузнецов, О.М. Бушуев, И.А. Кутепов, Г.Г. Балюра

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

АННОТАЦИЯ

Данный обзор литературы посвящён проблеме лечения пациентов с внутрисуставными переломовывихами проксимального межфалангового сустава пальцев кисти и их последствиями. Эти повреждения достаточно часто встречаются среди травм кисти, однако в настоящее время нет единого универсального подхода к их лечению. Обзор проведён с использованием баз данных медицинской литературы и ресурсов PubMed и eLibrary. В работе освещены элементы анатомии сустава, механизмы получения травм, методы диагностики этих повреждений, варианты классификации и методов лечения.

Ключевые слова: проксимальный межфаланговый сустав; внутрисуставной перелом; переломовывих; аппарат внешней фиксации; гемиартропластика; артропластика.

Как цитировать:

Голубев И.О., Меркулов М.В., Кузнецов В.Д., Бушуев О.М., Кутепов И.А., Балюра Г.Г. Лечение внутрисуставных переломов и переломовывихов в проксимальном межфаланговом суставе пальцев кисти в остром и отдалённом периодах травмы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 233–244. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321367>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321367>

Treatment of intra-articular fractures and fracture-dislocations fingers of the wrist in acute and long-distant periods

Igor O. Golubev, Maksim V. Merkulov, Vasiliy D. Kuznetsov, Oleg M. Bushuev, Ilya A. Kutepov, Grigoriy G. Baliura

Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

This review is devoted to the problem of treating patients with intra-articular fracture dislocations affecting the finger proximal interphalangeal joint and their consequences. Although these traumas are quite common among hand injuries, there is currently no single universal approach to their treatment. The review was conducted using literature databases, PubMed and eLibrary. The work highlights the joint anatomy, injury mechanisms, diagnostic methods, classification variations, and treatment methods.

Keywords: proximal interphalangeal joint; intraarticular fracture; fracture-dislocation; external fixation; hemihamate arthroplasty; arthroplasty.

To cite this article:

Golubev IO, Merkulov MV, Kuznetsov VD, Bushuev OM, Kutepov IA, Balura GG. Treatment of intra-articular fractures and fracture-dislocations fingers of the wrist in acute and long-distant periods. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):233–244. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto321367>

Received: 15.03.2023

Accepted: 17.07.2023

Published: 24.07.2023

ВВЕДЕНИЕ

Кисть человека является органом, отличающимся особой сложностью дифференцированных движений. Любая травма с нарушением анатомического строения кисти приводит к изменениям её биомеханики и тем самым ограничивает трудоспособность больного [1]. 30% от всех травм опорно-двигательного аппарата составляют повреждения кисти [2]. Ежегодно частота переломов пальцев кисти составляет 67,9 на 100 000 человек при оценке посещений отделений неотложной помощи. Спектр травм варьирует от незначительных до внутрисуставных переломов. Часто тяжесть травмы недооценивается пациентом [3]. Лечение переломов фаланг и пястных костей остаётся сложным разделом хирургии кисти [4]. Проксимальный межфаланговый сустав (ПМФС) наиболее часто подвержен травматизации в суставах кисти. Повреждения ПМФС трудно поддаются лечению из-за склонности сустава к формированию ранней тугоподвижности и позднего выявления повреждений, так как последние часто игнорируются или недооцениваются при первичном обращении пациента. Ошибки в диагностике и лечении повреждений фаланг пальцев и пястных костей наблюдаются в 28–70% случаев, а частота неудовлетворительных исходов достигает 16–30% [4]. Такие повреждения наиболее часто встречаются у лиц молодого возраста, ведущих активный образ жизни, что серьёзно ограничивает функциональные возможности и существенно снижает качество жизни [5]. Открытое положение сустава и большая амплитуда движений в ПМФС делают его наиболее уязвимым для травм. Некоторые травмы являются только мягкотканными, в то время как другие приводят к внутрисуставному перелому с подвывихом/вывихом или без них [6]. При неправильно выбранной тактике лечения пациентов с повреждениями ПМФС возникает скорое формирование тугоподвижности, контрактур, а также длительно сохраняющийся болевой синдром [5]. Раннее восстановление движений в суставе является главной задачей при лечении пациентов с данным типом повреждений, так как даже самые незначительные травмы могут привести к тугоподвижности [7]. Средний (III) и безымянный (IV) пальцы подвержены риску переломов из-за их длинного соотношения рычагов, особенно в проксимальном межфаланговом суставе из-за относительно небольшого его диаметра. Осева тупая травма в сочетании с вектором силы, действующей под углом, часто вызывает серьёзные внутрисуставные переломы, как правило, при занятиях спортом с мячом.

Целью данной работы является освещение проблемы переломовывихов проксимальных межфаланговых суставов пальцев кисти и обсуждение вариантов лечения пациентов с данным типом повреждений.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Поиск и выборка материала проведены с использованием баз данных PubMed и eLibrary с применением

следующих ключевых слов: «проксимальный межфаланговый сустав»; «внутрисуставной перелом»; «переломовывих»; «аппарат внешней фиксации»; «гемиартропластика»; «артропластика», «proximal interphalangeal joint»; «intraarticular fracture»; «fracture-dislocation»; «external fixation»; «hemihamate arthroplasty»; «arthroplasty». Описаны особенности анатомии проксимального межфалангового сустава и механизмы возникновения травмы. Отмечены методы диагностики повреждений и их классификации. Перечислены методы возможного лечения — как консервативные, так и оперативные.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анатомия

Проксимальный межфаланговый сустав занимает особое положение среди суставов пальцев, поскольку он дополнительно совершает вращение во время сгибания, что позволяет пальцам располагаться в направлении ладьевидной и полулунной костей, когда пальцы согнуты в кулак. Это связано с разной высотой мыщелков на головке проксимальной фаланги, которые стабилизируют сустав во фронтальной плоскости. В основании средней фаланги, по центру, расположена небольшая выпуклость, которая проходит между двумя мыщелками, что дополнительно обеспечивает стабилизацию кости. Костная ладонная губа ПМФС стабилизируется в сагиттальной плоскости. Шарнирное соединение ПМФС представляет собой не просто шарнирное, а шарнирно-скользящее соединение. Помимо вращения, в сагиттальной плоскости одновременно происходит скользящее движение. Это связано с формой основания средней фаланги и конфигурацией головки проксимальной фаланги. Однако основная стабильность ПМФС обеспечивается за счёт структур коллатеральных связок и ладонной пластинки [8].

Пара собственных и пара добавочных коллатеральных связок (рис. 1–3) образуют комплекс, обеспечивающий боковую стабильность сустава [9]. Ладонная пластинка выстилает и образует дно проксимального межфалангового

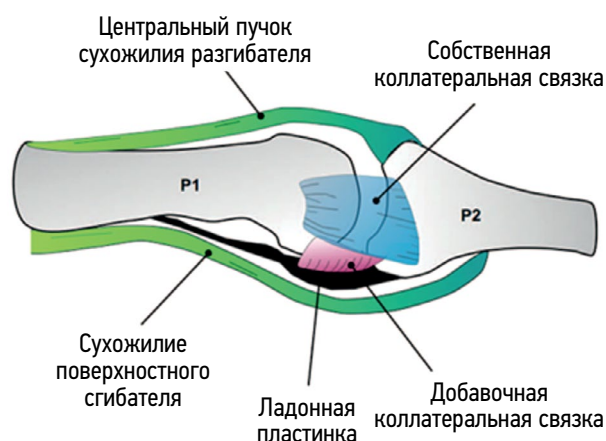


Рис. 1. Анатомия проксимального межфалангового сустава [3].
Fig. 1. Anatomy of the proximal interphalangeal joint [3].

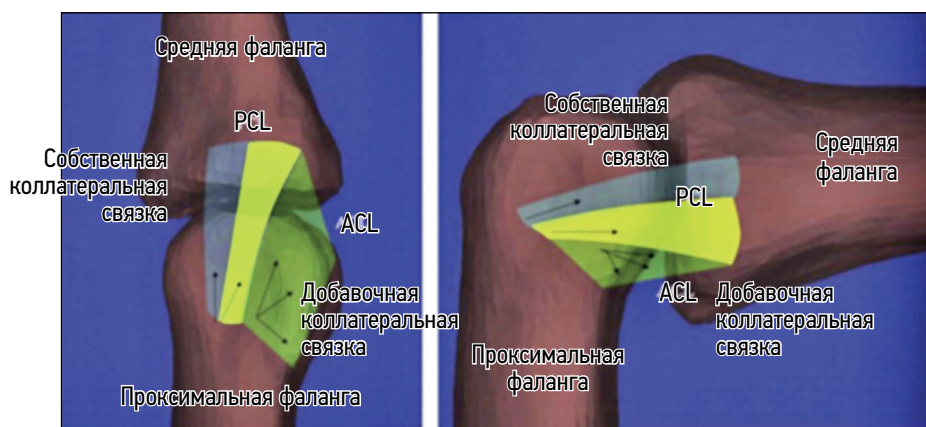


Рис. 2. Анатомия проксимального межфалангового сустава (продолжение) [11].

Fig. 2. Anatomy of the proximal interphalangeal joint (continued) [11].

сустава. Дистальная её часть образована плотной фиброзной тканью с прикреплением к основанию средней фаланги. Проксимальная же её часть представлена волокнистой соединительной тканью, имеющей складчатую структуру. Проксимальная часть пластинки утолщается, образуя по обоим краям фаланги ограничивающие связки (checkrein-связки), продолжающиеся в проксимальном направлении [9, 10]. Как продолжение ладонной пластинки в проксимальном направлении, вдоль канала сухожилий сгибателей располагаются ладонные ограничивающие связки, прикрепляющиеся к надкостнице проксимальной фаланги и внутренней поверхности связки A2. Волокна связки, прикрепляющиеся к наружной поверхности A2, вероятнее всего, обеспечивают более равномерное распределение нагрузки при гиперэкстензии [11]. Ладонная пластинка является главным стабилизатором сустава при гиперэкстензии, а также вторично осуществляет боковую стабилизацию сустава [11, 12].

Механизм травмы

Переломовывихи ПМФС являются следствием двух основных механизмов: отрыва или смещения при осевом ударе. Направление смещения используется

для классификации травмы: тыльный переломовывих (то есть тыльный вывих с переломом ладонного края средней фаланги) (рис. 4) или ладонный переломовывих (то есть ладонный вывих с переломом тыльного края средней фаланги). Третья категория — это травма пилона, при которой в перелом вовлечены как ладонный, так и тыльный края основания средней фаланги. При разгибании в ПМФС ладонная пластинка натягивается. При гиперэкстензии повреждение ладонной пластинки происходит в виде разрыва толщи пластинки либо отрыва от основания средней фаланги. Отрывные переломы различаются по размеру костного фрагмента и его смещению, но, как правило, без фрагментации отломка. Осевая нагрузка, приложенная к пальцу при его сгибании, приводит к столкновению с головкой проксимальной фаланги. При сгибании в ПМФС осевая нагрузка на среднюю фалангу приводит к перелому ладонного края её основания. При таком переломе теряется стабилизирующая функция ладонной пластинки и происходит тыльное смещение фаланги [13].

Диагностика

Даже при незначительной травме области ПМФС возникают болевой синдром и местная отёчность.

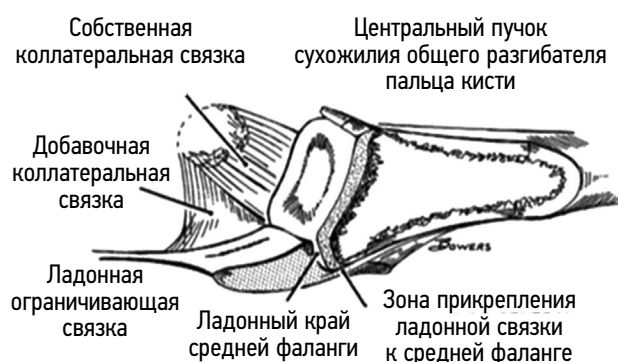


Рис. 3. Анатомия проксимального межфалангового сустава (окончание) [11].

Fig. 3. Anatomy of the proximal interphalangeal joint (ending) [11].

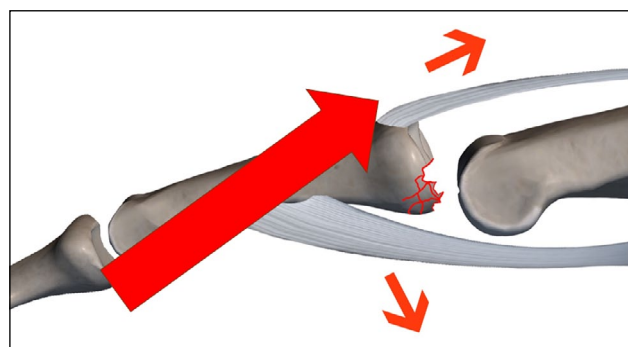


Рис. 4. Схема механизма травмы переломовывиха ладонного края основания средней фаланги.

Fig. 4. Schematic diagram of the base of the middle palmar edge phalanx fractured-dislocation injury mechanism.

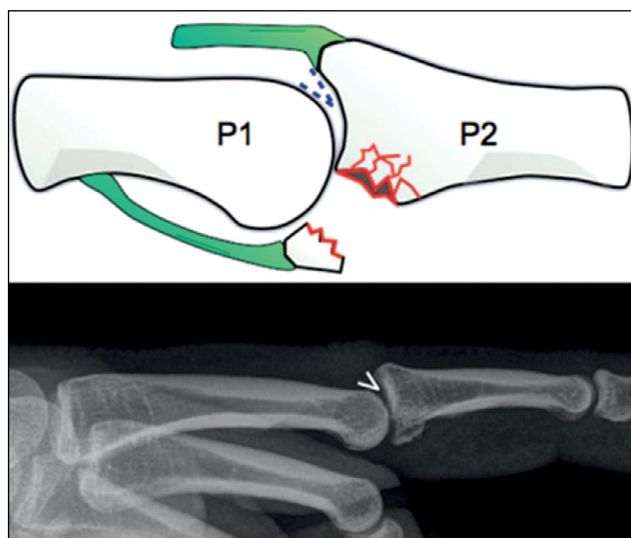


Рис. 5. Признаки переломовывиха проксимального межфалангового сустава [3].

Fig. 5. Signs of proximal interphalangeal joint fracture-dislocation [3].



Рис. 6. Рентгенологические признаки переломовывиха. V-знак [7].

Fig. 6. Radiologic signs of fracture-dislocation. V-sign [7].

При обследовании пациента оцениваются стабильность, болезненность, амплитуда движений во всех суставах пальца, а также сохранность чувствительности и кровоснабжения. Уже при появлении болезненности в какой-либо зоне выполняется серия рентгенограмм для исключения или подтверждения наличия повреждения костной ткани до проведения физикального обследования. Стабильный сохранный сустав имеет допустимую девиацию до 10° . Девиация фаланги более чем на 15° указывает на повреждение как собственных, так и добавочных коллатеральных связок сустава. Часто отрывные переломы ладонного или тыльного края основания средней фаланги остаются незамеченными. Особое внимание следует обратить на конгруэнтность суставных поверхностей. Фрагмент основания фаланги оценивается в процентном соотношении от всей площади её суставной поверхности. Наиболее специфическим рентгенологическим признаком переломовывиха основания средней фаланги является так называемый V-знак (V-sign) (рис. 5, 6) — воображаемый знак V на тыльной поверхности области ПМФС в боковой проекции, между осями основания средней фаланги и головки проксимальной фаланги [14].

Классификация

Существует множество классификаций, описывающих характер переломовывихов основания средней фаланги [15]. Классификация Kieffhaber–Stern описывает влияние размера фрагмента в процентах от площади всей суставной поверхности на степень стабильности перелома (рис. 7). Изначально она была представлена Н. Hastings и позже, в 1998 г., модифицирована T.R. Kieffhaber и J. Stern [16].

Классификация Eaton (рис. 8) была представлена Eaton и Malerich в 1980 г. Данная классификация описывает степень вовлечения коллатеральных связок и наличие или отсутствия перелома [17].

В 2019 году Eichi Itadera, Seiji Okamoto, Michiaki Miura была представлена классификация SCARF (рис. 9), которая описывает характер вывиха в сагиттальной, коронарной и аксиальной плоскостях, наличие или отсутствие ротационного компонента и собственно перелома. Сами авторы отмечают, что классификация не описывает

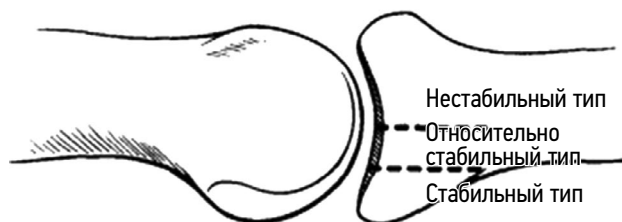


Рис. 7. Классификация Kieffhaber-Stern [6].

Fig. 7. Kieffhaber-Stern classification [6].

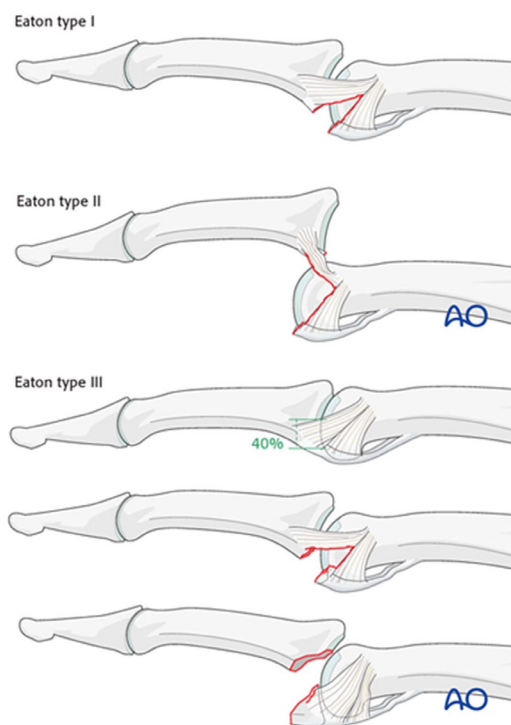


Рис. 8. Классификация Eaton.

Fig. 8. Eaton classification.

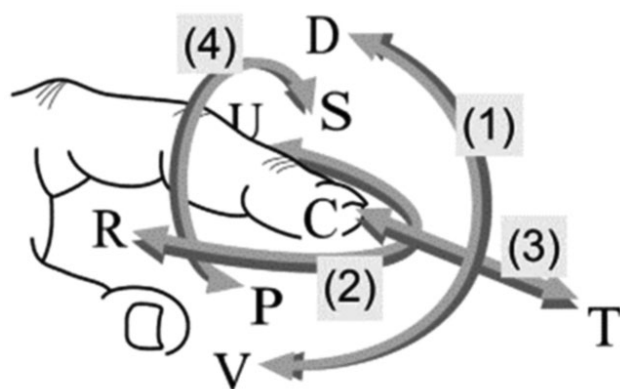


Рис. 9. Классификация SCARF [18].

Fig. 9. SCARF classification [18].

характер перелома и должна дополняться другой классификацией [18].

Лечение

Главной задачей лечения пациентов с переломами межфаланговых пальцев кисти является стабилизация и ранняя разработка активных движений [7]. Восстановление анатомии является важной, но не главной задачей [5].

Переломы, нарушающие стабильность сустава, лечатся чаще консервативно, а нестабильные требуют оперативного лечения [5].

При лечении пациентов со сложными переломами часто наблюдаются долгосрочные последствия, такие как болевой синдром, тугоподвижность и ограничение движений. Применяется множество методов лечения в зависимости от каждого конкретного случая, однако ни один из них не гарантирует стабильно хорошего результата [19]. Выбор метода лечения зависит от степени стабильности структур в поврежденном

суставе, размера костного фрагмента и направления его смещения, а также сопутствующих повреждений мягких тканей, преимущественно стабилизаторов сустава [7].

Ортезирование

Ed McElfresh описал технику блокирующего ортеза в 1972 году. Этот метод включает проведение закрытой репозиции, а затем рентгенологической оценки для определения амплитуды движения до появления подвывиха. Затем ПМФС удерживают в дополнительном сгибании на 10–20° от точки, где появляется подвывих. В пределах ортеза (рис. 10) начинается ранняя разработка движений. Допустимая степень разгибания постепенно увеличивается с течением времени, пока ортезирование не будет прекращено. Данный метод эффективен, однако ортез может быть громоздким и требует соответствующего терпения и готовности мириться с определёнными неудобствами. Кроме того, McElfresh и Dobyns рекомендовали это лечение пациентам с переломами 30% или менее суставной поверхности и некоторым лицам с переломами 30–50%, хотя они заявили, что у таких пациентов необходимо рассмотреть возможность хирургического вмешательства [17].

Спицевая фиксация

Закрытая репозиция, фиксация спицами

Использование чрескожной фиксации спицами Киршнера (рис. 11) для лечения различных типов переломов ПМФС становится всё более предпочтительным. Данная техника может стать методом лечения, во-первых, потому что спицы компактные, гибкие и легкодоступны в экстренных случаях, и, во-вторых, потому что они позволяют пациенту двигать как поврежденным, так и смежным суставом во время фиксации; раннее



Рис. 10. Варианты ортезирования [7, 12, 22].

Fig. 10. Orthotization options [7, 12, 22].

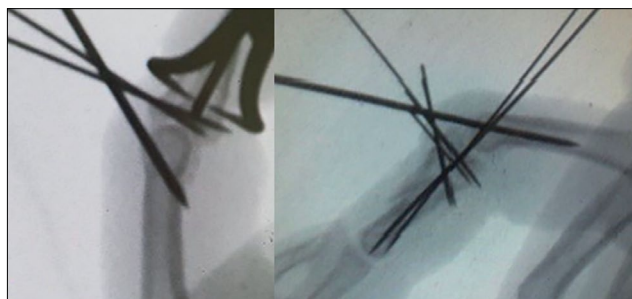


Рис. 11. Остеосинтез спицами [20].

Fig. 11. Osteosynthesis with spokes [20].

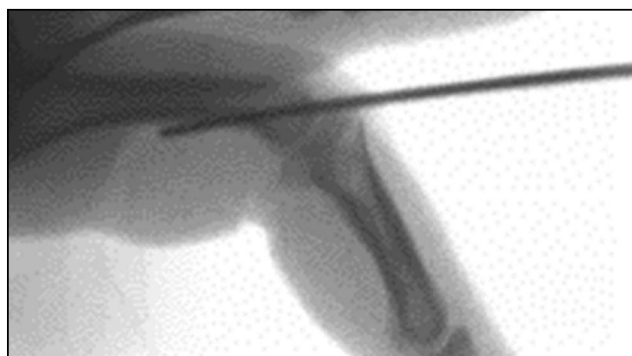


Рис. 12. Интрамедуллярная блокирующая спица [5].

Fig. 12. Intramedullary blocking spoke [5].

восстановление движений улучшит восстановление суставной поверхности [20].

Ограничение гиперэкстензии спицами

Чтобы избежать громоздкой шины и устранить опасения по поводу соблюдения правил использования шины, была представлена техника блокирующей спицы (рис. 12). Первоначально Sugawa описал эту технику в 1979 году,

исходя из принципа, что блокирующая спица предотвращает компрессионную нагрузку на ладонный край основания средней фаланги. Это не только предотвратило повторный дорсальный подвывих или вывих, но и устранило необходимость в постоянной фиксации перелома или костного трансплантата для исключения повторного смещения [17]. Данный метод состоит в закрытой репозиции и транскутанном трансартикулярном проведении спицы через головку проксимальной фаланги так, что исключается разгибание в суставе в крайние 30–60° [21], что повторяет принцип ортезирования.

Открытая репозиция и внутренняя фиксация

Несмотря на широкую практику применения остеосинтеза винтами, уникальные анатомические особенности фаланг (скользящие структуры, тонкие кортикальные слои и небольшие костные фрагменты), остеосинтез фаланг пальцев винтами (рис. 13) является одним из наиболее технически сложных методов лечения. Однако достигнутая стабильность при данном методе лечения даёт возможность скорейшей мобилизации травмированного сегмента, что является явным преимуществом по сравнению с некоторыми другими методами. При остеосинтезе диаметр винта не должен превышать 1/3 длины линии перелома; необходимо провести минимум 2, а лучше 3 винта для создания многоплоскостной стабильности; ближний кортикальный слой дополнительно просверливается сверлом одного диаметра с наружным диаметром резьбы винта для создания скользящего отверстия и компрессии отломка [22].

При использовании пластин (рис. 14) для остеосинтеза внутрисуставных переломов и переломовывихов фаланги в отличие от остеосинтеза винтами обеспечивается более широкая поверхность для удержания фрагментов,

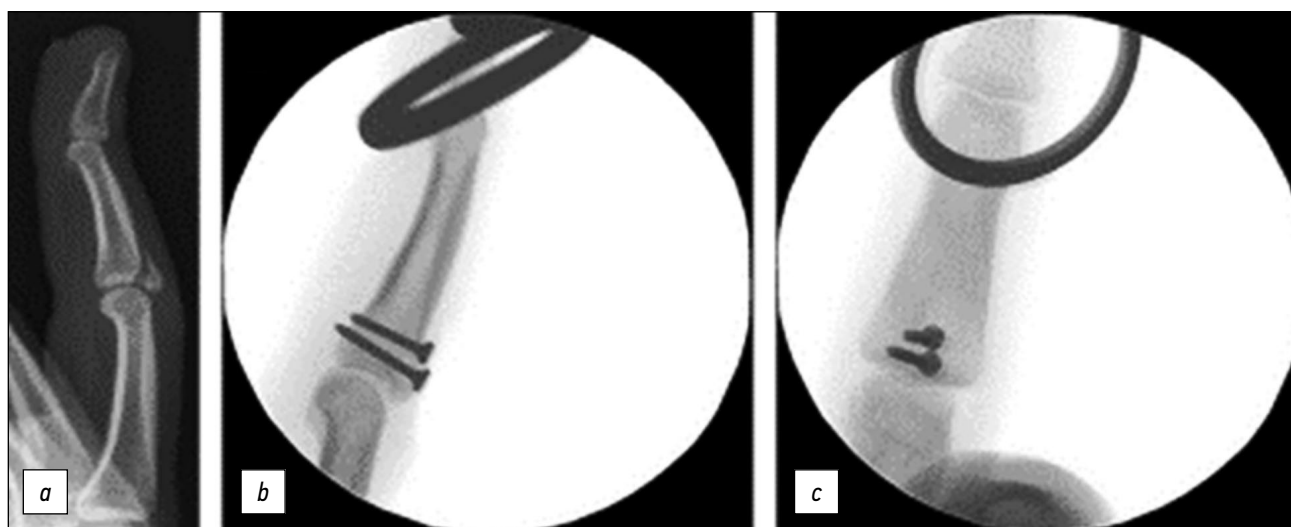
Рис. 13. Остеосинтез винтами. *a* — внутрисуставной перелом тыльного края основания средней фаланги, *b, c* — остеосинтез фрагмента средней фаланги винтами [7].

Fig. 13. Osteosynthesis with screws. *a* — intra-articular fracture of the back edge of the base of the middle phalanx, *b, c* — osteosynthesis of a fragment of the middle phalanx with screws [7].

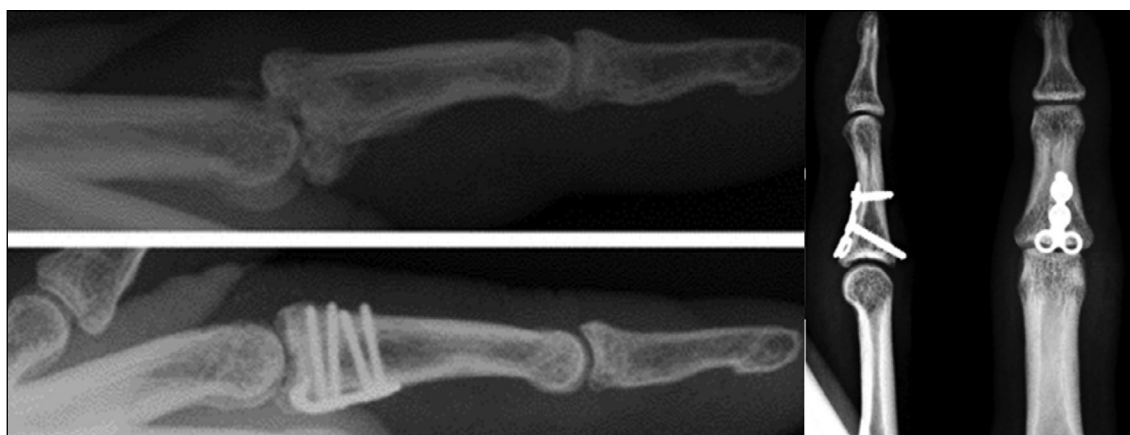


Рис. 14. Остеосинтез пластиной [7].

Fig. 14. Osteosynthesis with a plate [7].

особенно мелких. Проксимальный край пластины может, как бы огибая по диаметру основание средней фаланги, более стабильно удерживать даже мелкие фрагменты, сохранившие связь с ладонной пластинкой [5].

Основным осложнением внутренней фиксации является сгибательная контрактура, часто возникающая после ладонного доступа к суставу, с последующим формированием спаечного процесса в области сухожилий сгибателей, что впоследствии может вызвать необходимость проведения дополнительной операции (тенолиза) [23].

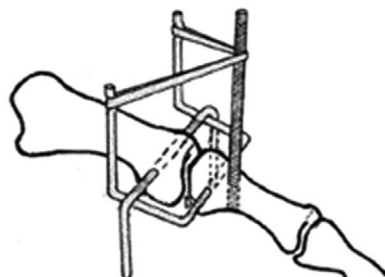
Чрескостный остеосинтез

Описано множество различных видов внешних фиксаторов, статических и динамических (рис. 15) [24].

Динамические виды, используя механизм лигаментотаксиса от дистракции, позволяют добиться репозиции фрагментов и удерживать её. Благодаря преимуществам динамических фиксаторов были изжиты статические модели, поскольку первые позволяли получить ранние движения, что приводило к лучшим клиническим результатам. Идеальный внешний фиксатор поддерживает



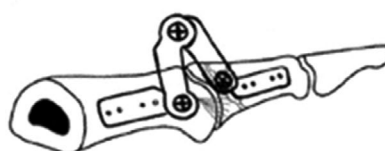
Schenck (banjo frame), 1986



Agee, 1987



Inanami et al, 1993



Hastings and Ernst, 1993



Suzuki et al, 1994



Syed et al, 2003

Рис. 15. Вариативность аппаратов внешней фиксации [3].

Fig. 15. Variation of external fixation devices [3].

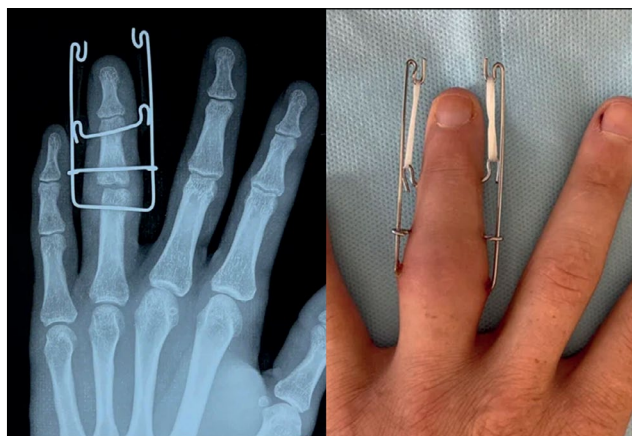


Рис. 16. Фиксация в аппарате Suzuki.

Fig. 16. Fixation in the Suzuki apparatus.

репозицию, благодаря дистракции осуществляется лигаментотаксис, он достаточно компактен и обеспечивает раннее восстановление движений. Дистракция достигается благодаря поперечно проведённой спице через центр ротации в головке проксимальной фаланги [5]. Описаны аппараты внешней фиксации, состоящие из спиц Киршнера, которые моделировались определёнными способами для достижения идей каждой отдельной методики. Конгруэнтность суставной поверхности достигалась за счёт дистракции и нужного репозиционного

момента, создаваемых в условиях внешних фиксаторов [7]. В 1994 году Suzuki с соавт. опубликовали работу, в которой представили аппарат наружной фиксации, состоящий из 3 спиц и резиновых колец (рис. 16) [25].

Гемиартропластика

Пластика основания средней фаланги костным ауто-трансплантатом крючковидной кости (рис. 17) обеспечивает стабилизацию ладонной пластинки, раннюю мобилизацию за счёт жесткой фиксации и пластику повреждённой хрящевой поверхности [5]. Данная методика является технически сложной процедурой. Частота осложнений остаётся высокой, а признаки остеоартроза рентгенологически регистрируются в 50% случаев [26]. В 10% наблюдений отмечаются контрактура и резорбция трансплантата [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лечение внутрисуставных переломов и переломо-вывихов фаланг пальцев кисти является непростой и актуальной задачей. Описано множество возможных методов лечения того или иного типа повреждений. Необходимо придерживаться классификаций и алгоритмов при выборе конкретного метода лечения, так как каждый из них имеет свои преимущества и недостатки,

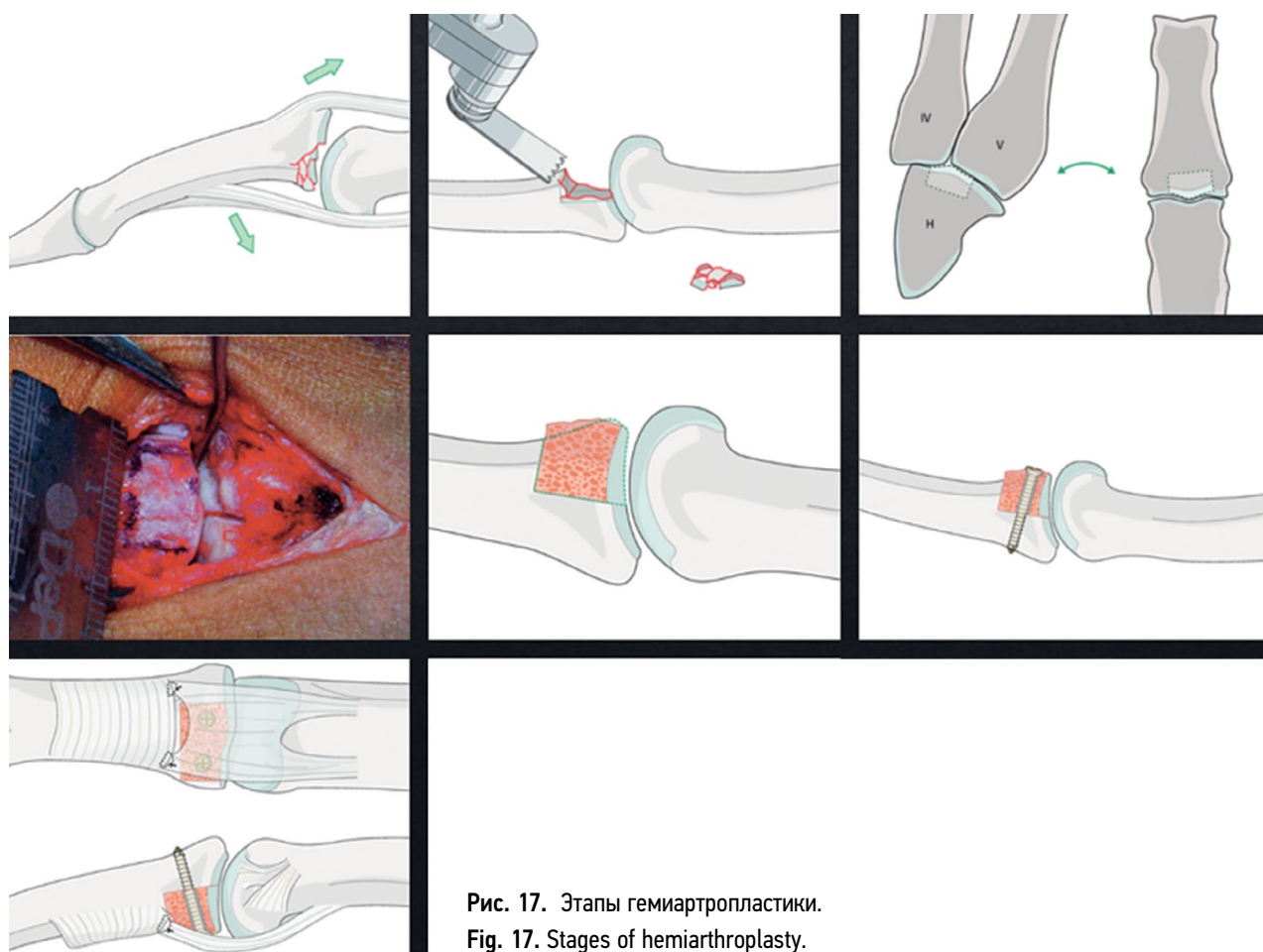


Рис. 17. Этапы гемиартропластики.

Fig. 17. Stages of hemiarthroplasty.

а также важно понимать анатомию сегмента и механизм травмы. И самыми важными концепциями лечения являются стабилизация и ранняя мобилизация повреждённого сегмента.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке публикации.

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршунов В.Ф., Магдиев Д.А., Барсук В.И. Удлинение культи пальцев кисти и устранение укорочений фаланг и пястных костей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2004. Т. 11, № 1. С. 66–70. doi: 10.17816/vto200411166-70
2. Гильмутдинова Л.Т., Кутлиахметов Н.С., Сахбудинова А.Р. Медицинская реабилитация больных с травмами верхних конечностей // Фундаментальные исследования. 2014. Т. 10, № 4. С. 647–650.
3. Haase S.C., Chung K.C. Current Concepts in Treatment of Fracture-Dislocations of the Proximal Interphalangeal Joint // Plastic and Reconstructive Surgery. 2014. Vol. 134, № 6. P. 1246–1257. doi: 10.1097/PRS.0000000000000854
4. Коршунов В.Ф., Магдиев Д.А., Барсук В.И. Стабильный интрамедуллярный остеосинтез при переломах пястных костей и фаланг пальцев кисти // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2000. Т. 7, № 2. С. 22–26. doi: 10.17816/vto101596
5. Tan R., Cheah A. Injuries Around the Proximal Interphalangeal Joint // Clinics in Plastic Surgery. 2019. Vol. 46, № 3. P. 437–449. doi: 10.1016/j.cps.2019.03.005
6. Kieffhaber T.R., Stern P.J. Fracture dislocations of the proximal interphalangeal joint // J Hand Surg. 1998. Vol. 23A, № 3. P. 368–79. doi: 10.1016/S0363-5023(05)80454-X
7. Caggiano N.M., Harper C.M., Rozental T.D. Management of Proximal Interphalangeal Joint Fracture Dislocations // Hand Clinics. 2018. Vol. 34, № 2. P. 149–165. doi: 10.1016/j.hcl.2017.12.005
8. Unglaub F., Langer M.F., Hahn P., Müller L.P., Ahrens C., Spies C.K. Fingermittegelenkfrakturen: Diagnostik und operative Therapiemöglichkeiten // Der Unfallchirurg. 2016. Vol. 119, № 2. P. 133–145. doi: 10.1007/s00113-016-0142-z
9. Dy C., Rosenblatt L., Lee S. Current Methods and Biomechanics of Extensor Tendon Repairs // Hand Clinics. 2013. Vol. 29, № 2. P. 261–268. doi: 10.1016/j.hcl.2013.02.008
10. Leibovic S.J., Bowers W.H. Anatomy of the proximal interphalangeal joint // Hand Clin. 1994. Vol. 10, № 2. P. 169–78.
11. Pang E.Q., Yao J. Anatomy and Biomechanics of the Finger Proximal Interphalangeal Joint // Hand Clin. 2018. Vol. 34, № 2. P. 121–126. doi: 10.1016/j.hcl.2017.12.002
12. Khouri J.S., Bloom J.M.P., Hammert W.C. Current Trends in the Management of Proximal Interphalangeal Joint Injuries of the Hand // Plastic and Reconstructive Surgery. 2013. Vol. 132, № 5. P. 1192–1204. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182a48d65
13. Elfar J., Mann T. Fracture-dislocations of the Proximal Interphalangeal Joint // Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2013. Vol. 21, № 2. P. 88–98. doi: 10.5435/JAAOS-21-02-88
14. Williams C.S. Proximal Interphalangeal Joint Fracture Dislocations // Hand Clinics. 2012. Vol. 28, № 3. P. 409–416. doi: 10.1016/j.hcl.2012.05.036
15. Bindra R., Woodside J.C. Treatment of Proximal Interphalangeal Joint Fracture-Dislocations // JBJS Reviews. 2015. Vol. 3, № 12. P. e1. doi: 10.2106/JBJS.RVW.0.00019
16. Jha P., Bell D., Hacking C. Keiffhaber-Stern classification of volar plate avulsion injuries of hand. Режим доступа: <https://radiopaedia.org/articles/47255>
17. Adams J.E., editor. PIP Joint Fracture Dislocations. Cham: Springer International Publishing, 2016.
18. Itadera E., Okamoto S., Miura M. Ratio of dislocation types of the proximal interphalangeal joint of the fingers: A new classification system for initial therapy // Journal of Orthopaedic Science. 2019. Vol. 24, № 6. P. 1042–1046. doi: 10.1016/j.jos.2019.08.007
19. Lo C.H., Nothdurft S.H., Park H.-S., Paul E., Leong J. Distraction ligamentotaxis for complex proximal interphalangeal joint fracture dislocations: a clinical study and the modified pins rubber band traction system revisited // Burns & Trauma. 2018. № 6. P. 23. doi: 10.1186/s41038-018-0124-1
20. Mazhar F.N., Motaghi P. Closed Reduction and Percutaneous Pinning for Treatment of Proximal Interphalangeal Joint Pilon Fractures // HAND. 2023. Vol. 18, № 1. P. 40–47. doi: 10.1177/1558944721990774
21. Waris E., Nordback P.H. Percutaneous Intramedullary Reduction Technique for Impacted Middle Phalanx Base Fractures // Tech Hand Up Extrem Surg. 2022. Vol. 26, № 1. P. 2–6. doi: 10.1097/BTH.0000000000000346
22. Carpenter S., Rohde R.S. Treatment of Phalangeal Fractures // Hand Clinics. 2013. Vol. 29, № 4. P. 519–534. doi: 10.1016/j.hcl.2013.08.006
23. Watanabe K., Kino Y., Yajima H. Factors affecting the functional results of open reduction and internal fixation for fracture-dislocations of the proximal interphalangeal joint // Hand Surgery. 2015. Vol. 20, № 1. P. 107–114. doi: 10.1142/S021881041550015X
24. Krakauer J.D., Stern P.J. Hinged Device for Fractures Involving the Proximal Interphalangeal Joint // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1996. № 327. P. 29–37. doi: 10.1097/00003086-199606000-00006

25. Suzuki Y., Matsunaga T., Sato S., Yokoi T. The pins and rubbers traction system for treatment of comminuted intraarticular fractures and fracture-dislocations in the hand // *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*. 1994. Vol. 19, № 1. P. 98–107. doi: 10.1016/0266-7681(94)90059-0

26. Yang D.S., Lee S.K., Kim K.J., Choy W.S. Modified Hemihamate Arthroplasty Technique for Treatment of Acute Proximal Interphalangeal Joint Fracture-Dislocations // *Annals of Plastic Surgery*. 2014. Vol. 72, № 4. P. 411–416. doi: 10.1097/SAP.0b013e3182623988

REFERENCES

1. Korshunov VF, Magdiev DA, Badger VI. Lengthening of the stumps of the fingers of the hand and elimination of shortening of the phalanges and metacarpal bones. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2004;11(1):66–70. (In Russ). doi: 10.17816/vto200411166-70
2. Gilmutdinova LT, Kutliakhmetov NS, Sahabudinova AR. Medical rehabilitation of patients with upper limb injuries. *Fundamental research*. 2014;10(4):647–650. (In Russ).
3. Haase SC, Chung KC. Current Concepts in Treatment of Fracture-Dislocations of the Proximal Interphalangeal Joint. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014;134(6):1246–1257. doi: 10.1097/PRS.0000000000000854
4. Korshunov VF, Magdiev DA, Badger VI. Stable intramedullary osteosynthesis in fractures of the metacarpal bones and phalanges of the fingers of the hand. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2000;7(2):22–26. (In Russ). doi: 10.17816/vto101596
5. Tan R, Cheah A. Injuries Around the Proximal Interphalangeal Joint. *Clinics in Plastic Surgery*. 2019;46(3):437–449. doi: 10.1016/j.cps.2019.03.005
6. Kieffhaber TR, Stern PJ. Fracture dislocations of the proximal interphalangeal joint. *J Hand Surg*. 1998;23A(3):368–79. doi: 10.1016/S0363-5023(05)80454-X
7. Caggiano NM, Harper CM, Rozental TD. Management of Proximal Interphalangeal Joint Fracture Dislocations. *Hand Clinics*. 2018;34(2):149–165. doi: 10.1016/j.hcl.2017.12.005
8. Unglaub F, Langer MF, Hahn P, Müller LP, Ahrens C, Spies CK. Fingermittegelenkfrakturen: Diagnostik und operative Therapiemöglichkeiten. *Der Unfallchirurg*. 2016;119(2):133–145. (In Germ). doi: 10.1007/s00113-016-0142-z
9. Dy C, Rosenblatt L, Lee S. Current Methods and Biomechanics of Extensor Tendon Repairs. *Hand Clinics*. 2013;29(2):261–268. doi: 10.1016/j.hcl.2013.02.008
10. Leibovic SJ, Bowers WH. Anatomy of the proximal interphalangeal joint. *Hand Clin*. 1994;10(2):169–78.
11. Pang EQ, Yao J. Anatomy and Biomechanics of the Finger Proximal Interphalangeal Joint. *Hand Clin*. 2018;34(2):121–126. doi: 10.1016/j.hcl.2017.12.002
12. Khouri JS, Bloom JMP, Hammert WC. Current Trends in the Management of Proximal Interphalangeal Joint Injuries of the Hand. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013;132(5):1192–1204. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182a48d65
13. Elfar J, Mann T. Fracture-dislocations of the Proximal Interphalangeal Joint. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2013;21(2):88–98. doi: 10.5435/JAAOS-21-02-88

14. Williams CS. Proximal Interphalangeal Joint Fracture Dislocations. *Hand Clinics*. 2012;28(3):409–416. doi: 10.1016/j.hcl.2012.05.036
15. Bindra R, Woodside JC. Treatment of Proximal Interphalangeal Joint Fracture-Dislocations. *JBJS Reviews*. 2015;3(12):e1. doi: 10.2106/JBJS.RVW.0.00019
16. Jha P, Bell D, Hacking C. *Keifhaber-Stern classification of volar plate avulsion injuries of hand*. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/47255>
17. Adams JE, editor. *PIP Joint Fracture Dislocations*. Cham: Springer International Publishing; 2016.
18. Itadera E, Okamoto S, Miura M. Ratio of dislocation types of the proximal interphalangeal joint of the fingers: A new classification system for initial therapy. *Journal of Orthopaedic Science*. 2019;24(6):1042–1046. doi: 10.1016/j.jos.2019.08.007
19. Lo CH, Nothdurft SH, Park H-S, Paul E, Leong J. Distraction ligamentotaxis for complex proximal interphalangeal joint fracture dislocations: a clinical study and the modified pins rubber band traction system revisited. *Burns & Trauma*. 2018;(6):23. doi: 10.1186/s41038-018-0124-1
20. Mazhar FN, Motaghi P. Closed Reduction and Percutaneous Pinning for Treatment of Proximal Interphalangeal Joint Pilon Fractures. *HAND*. 2023;18(1):40–47. doi: 10.1177/1558944721990774
21. Waris E, Nordback PH. Percutaneous Intramedullary Reduction Technique for Impacted Middle Phalanx Base Fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2022;26(1):2–6. doi: 10.1097/BTH.0000000000000346
22. Carpenter S, Rohde RS. Treatment of Phalangeal Fractures. *Hand Clinics*. 2013;29(4):519–534. doi: 10.1016/j.hcl.2013.08.006
23. Watanabe K, Kino Y, Yajima H. Factors affecting the functional results of open reduction and internal fixation for fracture-dislocations of the proximal interphalangeal joint. *Hand Surgery*. 2015;20(1):107–114. doi: 10.1142/S021881041550015X
24. Krakauer JD, Stern PJ. Hinged Device for Fractures Involving the Proximal Interphalangeal Joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1996;(327):29–37. doi: 10.1097/00003086-199606000-00006
25. Suzuki Y, Matsunaga T, Sato S, Yokoi T. The pins and rubbers traction system for treatment of comminuted intraarticular fractures and fracture-dislocations in the hand. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*. 1994;19(1):98–107. doi: 10.1016/0266-7681(94)90059-0
26. Yang DS, Lee SK, Kim KJ, Choy WS. Modified Hemihamate Arthroplasty Technique for Treatment of Acute Proximal Interphalangeal Joint Fracture-Dislocations. *Annals of Plastic Surgery*. 2014;72(4):411–416. doi: 10.1097/SAP.0b013e3182623988

О АВТОРАХ

Голубев Игорь Олегович, д.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0002-1291-5094;
eLibrary SPIN: 2090-0471;
e-mail: iog305@mail.ru

AUTHORS' INFO

Igor O. Golubev, MD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist,
ORCID: 0000-0002-1291-5094;
eLibrary SPIN: 2090-0471;
e-mail: iog305@mail.ru

Меркулов Максим Владимирович, д.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0009-0004-9362-3449;

eLibrary SPIN: 4695-3570;

e-mail: mailmerkulovmv@cito-priorov.ru

*** Кузнецов Василий Дмитриевич, аспирант,**

врач травматолог-ортопед;

адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;

ORCID: 0000-0003-1745-8010;

eLibrary SPIN: 4093-7566;

e-mail: Dr.kuznetsovvd@gmail.com

Бушуев Олег Михайлович, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0009-0002-0051-2666;

eLibrary SPIN: 9793-5486;

e-mail: bushuevom@cito-priorov.ru

Кутепов Илья Александрович, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0009-0001-3802-2577;

eLibrary SPIN: 6598-7387;

e-mail: kutepovia@cito-priorov.ru

Балюра Григорий Григорьевич, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0000-0002-1656-1406;

eLibrary SPIN: 6581-4371;

e-mail: balyuragg@cito-priorov.ru

Maksim V. Merkulov, MD, Dr. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

ORCID: 0009-0004-9362-3449;

eLibrary SPIN: 4695-3570;

e-mail: mailmerkulovmv@cito-priorov.ru

*** Vasily D. Kusnetsov, post-graduate student,**

traumatologist-orthopedist;

address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;

ORCID: 0000-0003-1745-8010;

eLibrary SPIN: 4093-7566;

e-mail: Dr.kuznetsovvd@gmail.com

Oleg M. Bushuev, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

ORCID: 0009-0002-0051-2666;

eLibrary SPIN: 9793-5486;

e-mail: bushuevom@cito-priorov.ru

Ilya A. Kutepov, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

ORCID: 0009-0001-3802-2577;

eLibrary SPIN: 6598-7387;

e-mail: kutepovia@cito-priorov.ru

Grigoriy G. Baliura, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

ORCID: 0000-0002-1656-1406;

eLibrary SPIN: 6581-4371;

e-mail: balyuragg@cito-priorov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462744>

Зубовидная кость второго шейного позвонка: история и современные подходы к лечению. Обзор литературы. Часть 2¹

А.А. Кулешов¹, А.Н. Шкарубо², В.А. Шаров¹, М.С. Ветрилэ¹,
И.Н. Лисянский¹, С.Н. Макаров¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

² Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Представлена вторая часть обзора литературы, посвящённого редкой патологии краниовертебральной области — зубовидной кости С_{II} позвонка. Обзор носит несистематический характер и проведён с использованием баз данных медицинской литературы и поисковых ресурсов PubMed, Google Scholar и eLibrary. Во второй части данного обзора литературы представлены описание исторических, в том числе консервативных, подходов к тактике лечения пациентов с зубовидной костью, особенности предоперационного планирования и подготовки, а также современные методики и варианты оперативного лечения.

Ключевые слова: зубовидная кость; зубовидный отросток; краниовертебральная область; атлантоаксиальная нестабильность; атлантоаксиальная стабилизация; С_I-С_{II} фиксация.

Как цитировать:

Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Шаров В.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Зубовидная кость второго шейного позвонка: история и современные подходы к лечению. Обзор литературы. Часть 2 // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 245–258. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462744>

¹ Первая часть обзора (Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Шаров В.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. «Зубовидная кость второго шейного позвонка: аспекты эпидемиологии, этиопатогенеза, клинической картины и диагностики. Обзор литературы») опубликована в журнале «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова». 2023. Т. 30, № 1. С. 97–110. doi: <https://doi.org/10.17816/vto121329>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462744>

Os odontoideum of C₂ vertebra: History and current options to treatment. Literature review. Part 2

Alexander A. Kuleshov¹, Alexey N. Shkarubo², Vladislav A. Sharov¹, Marchel S. Vetrile¹, Igor N. Lisyansky¹, Sergey N. Makarov¹

¹ Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation;

² Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The second part of a literature review is presented on a rare pathology of the craniovertebral region, the os odontoideum of the C₂ vertebra. This review is non-systematic and was conducted using the databases and search resources: PubMed, Google Scholar, and eLibrary. The second part of this literature review describes historical, including conservative, treatment tactics for patients with os odontoideum, peculiarities of preoperative planning and preparation, as well as modern techniques and options for surgical treatment.

Keywords: os odontoideum; odontoid process; craniovertebral junction; atlantoaxial instability; atlantoaxial fixation; C₁-C₂ fixation.

To cite this article:

Kuleshov AA, Shkarubo AN, Sharov VA, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN. Os odontoideum of C₂ vertebra: History and current options to treatment. Literature review. Part 2. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):245–258. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto462744>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нет точных стандартов диагностики и протоколов лечения пациентов с зубовидной костью. Наряду с этиологией этого порока в литературе до сих пор широко обсуждаются концептуальные подходы к лечению лиц данной группы. Учитывая постоянно растущее количество работ о методах фиксации краниовертебральной области и лечении пациентов с зубовидной костью, представляем вторую часть несистематического обзора литературы, посвящённого данной редкой патологии краниовертебральной области.

Сегодня абсолютное большинство авторов сходятся во мнении, что происхождение зубовидной кости не влияет на тактику лечения и пациенты с нестабильной зубовидной костью или с фиксированной деформацией, вызывающей компрессию спинного мозга в области краниовертебрального перехода, должны лечиться оперативно. К примеру, А.В. Губин, Э.В. Ульрих в работе «Синдромальный подход к ведению детей с пороками развития шейного отдела позвоночника» (2010 г.) относят зубовидную кость к группе первично нестабильных пороков и, как следствие, считают, что пациенты с этой патологией требуют стабилизации в максимально ранние сроки [1–4].

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Поиск и отбор источников проведены с использованием баз данных медицинской литературы и поисковых ресурсов PubMed, Google Scholar и eLibrary по следующим ключевым словам: «os odontoideum», «atlantoaxial instability», «atlantoaxial fixation», «C₁-C₂ fixation», «зубовидная кость», «атлантаксиальная нестабильность», «атлантаксиальная стабилизация», «C₁-C₂ фиксация».

Вторая часть литературного обзора посвящена историческим аспектам подходов к лечению пациентов с зубовидной костью C₂ позвонка, возможностям консервативных методик и описанию современных хирургических тактик.

ОБСУЖДЕНИЕ

Консервативный подход к лечению пациентов с зубовидной костью

Имеются немногочисленные сообщения о применении консервативного лечения у пациентов со стабильной зубовидной костью без признаков компрессии спинного мозга [5]. E.L. Spierings, R. Braakman в 1982 г. описали 20 пациентов (из группы 37 лиц с зубовидной костью), лечившихся консервативно. У 16 из них изначально не было неврологического дефицита, после лечения у большего числа пациентов отмечалось улучшение либо отсутствие изменений в симптоматике. Лишь у 2 пациентов возник болевой синдром в шее и плечах. Из 4 пациентов

с миелопатией незначительное ухудшение неврологической симптоматики отмечалось у одного человека, и один пациент умер по несвязанной причине (онкология), данные о его состоянии отсутствуют [6].

В исследовании, представленном J.W. Fielding с соавт. в 1980 г., описаны 37 пациентов с зубовидной костью, 8 из которых не имели нестабильности и проходили консервативное лечение. По результатам трёхлетнего наблюдения, у них не отмечалось неврологических осложнений. Один пациент с нестабильностью отказался от операции и оставался здоровым с точки зрения неврологической симптоматики в течение последующих 2 лет наблюдений [7].

Однако в литературе присутствуют примеры пациентов со стабильной зубовидной костью, у которых впоследствии развилась нестабильность [4], или примеры того, как у пациента, прошедшего консервативное лечение, развилась параплегия после незначительной травмы [3, 8].

В случаях, когда нестабильность ассоциирована с наличием зубовидной кости и/или присутствует неврологический дефицит, имеются менее убедительные доказательства оправданности консервативного подхода [3].

В настоящее время самое обширное описание результатов консервативного лечения пациентов с зубовидной костью представлено в работе I.J. Helenius с соавт. «Os Odontoideum in Children: Treatment Outcomes and Neurological Risk Factors», изданной в 2019 г. В ней описывается анализ 102 лиц с зубовидной костью, из которых оперативному лечению подвергся 71 пациент, а 31 лечились консервативно. Показаниями для консервативного лечения были максимальное изменение атлантодентального интервала при сгибании и разгибании не более 5 мм и отсутствие симптомов стойкого неврологического дефицита. Пациенты без неврологических нарушений проходили наблюдение, если же имелись явления временного неярко выраженного неврологического дефицита после незначительной травмы, для консервативного лечения использовалась иммобилизация в жёстком воротнике либо жилете Гало в течение 3 месяцев. Также в группу консервативного лечения вошли пациенты, отказавшиеся от оперативного лечения, несмотря на клинические показания. В течение срока наблюдения 2 пациентам, лечившимся консервативно, всё же потребовалось выполнение оперативного лечения из-за развития атлантаксиальной нестабильности и миелопатии. У 1 пациента со стойким неврологическим дефицитом в виде асимметричного неполного тетрапареза, отказавшегося от оперативного лечения, не наблюдалось динамики в изменении неврологического статуса в течение 10 лет наблюдения. Результаты консервативного лечения остальных пациентов оцениваются авторами как удовлетворительные [9].

Тем не менее, несмотря на данные наблюдения, пациентам с зубовидной костью и признаками нестабильности или неврологического дефицита рекомендуется

проведение оперативного лечения [1]. Более того, за пациентами со стабильной зубовидной костью, которым решено проводить консервативное лечение, должно осуществляться долгосрочное наблюдение, чтобы иметь возможность выявить возникновение нестабильности в будущем [3].

Использование галотракции перед операцией и внешней иммобилизации в послеоперационном периоде

Галотракция оказалась очень полезным инструментом при лечении редуцируемых патологий краниоцервикального перехода, который в настоящее время чаще используется для внешней иммобилизации в до- и послеоперационном периодах [10, 11]. Есть несколько определённых показаний к его предоперационному применению в отношении зубовидной кости. При дистопическом варианте зубовидной кости, при котором имеется нередуцируемая компрессия в области большого затылочного отверстия, тракция может быть использована с осторожностью после установки галоаппарата в нейтральное положение и постепенной коррекции с применением рентген-контроля. При достижении выравнивания и редукции наложение жилета поможет временно сохранить положение коррекции, после чего может быть выполнена задняя фиксация со спондилодезом [3, 12].

С.Ф. List ещё в 1941 г. описал применение тракции для восстановления краниовертебральных соотношений [13]. L. Dai с соавт. использовали тракцию в предоперационной подготовке у всех 39 описанных ими пациентов с зубовидной костью с хорошим результатом [5].

С.Т. Ветрилэ и С.В. Колесов описали применение галоаппарата в сочетании с проведённой спицей через остистый отросток С_{II} позвонка при лечении неврвратимых трансдентальных подвывихов и вывихов С_I позвонка. Спицу фиксировали в скобе, которую крепили к штангам галоаппарата при помощи репонирующего устройства. Такая конструкция позволяла существенно повысить точность репозиции, в том числе при застарелых повреждениях [14].

А.А. Кулешов с соавт. в работе «Варианты хирургического лечения застарелых переломов зубовидного отростка С_{II} позвонка» (2019 г.) отмечают, что в случаях выраженного смещения отломков и деформации позвоночного канала с компрессией спинного мозга используют многоэтапные варианты лечения с репозицией в галоаппарате и последующими декомпрессивно-стабилизирующими вмешательствами — моносегментарной фиксацией (проволочной, крючковой, винтовой по Magerl, Harms и т.п.) или окципитоспондилодезом [12]. Данный тезис правомерно применить и в отношении лечения пациентов с зубовидной костью из-за схожести этих клинических состояний [15].

В случаях использования техник дорсальной фиксации, включая субламинарное проведение, при котором

отмечаются более поздние сроки сращения, а также в случаях, связанных с заболеваниями соединительной ткани и синдромом Дауна, при которых сроки сращения (достижения спондилодеза) также увеличены, послеоперационное наложение галокольца может быть хорошим вариантом к рассмотрению [16]. Однако Н.О. Хусаинов, С.В. Виссарионов, Д.Н. Кокушин отмечают, что у детей с синдромом Дауна применение галоаппарата ограничено в связи с низким уровнем интеллекта подавляющего большинства больных, трудностями послеоперационного ухода и необходимостью тщательного наблюдения за пациентами. Применение головодержателя — Шанца или типа «Филадельфия» — у таких пациентов является оптимальным вариантом внешней фиксации шейного отдела позвоночника в послеоперационном периоде [17].

Использование навигации и биомоделей при оперативном лечении

J.E. Brecknell и G.M. Malham в 2008 г. продемонстрировали использование компьютерной томографии в качестве навигации, а также биомоделей как удачное дополнение к дорсальному проведению полиаксиальных винтов у 3 пациентов с зубовидной костью [18].

Биомодели являются достаточно точными инструментами. Трёхмерные реконструкции компьютерной модели, созданной на основе тонких срезов компьютерной томографии, обычно изготавливаются на основе акрилата или пластмассовых смол. Использование биомоделей для предоперационного планирования, предоставления информации пациентам и обучения технике операции может быть весьма полезным, хотя модальность данного утверждения требует дальнейшей проверки и изучения [19].

Варианты хирургического лечения пациентов с зубовидной костью

Невозможно обосновать единый хирургический подход к лечению пациента с нестабильной зубовидной костью и клинической симптоматикой. Парадигма принятия решений должна быть адаптирована к каждому случаю в индивидуальном порядке. Однако есть общие принципы, согласно которым формируется принятие решения о хирургическом доступе и методах фиксации, требующихся для лечения этого состояния. Алгоритм принятия решения в том или ином случае при наличии у пациента зубовидной кости изложен в работе B. Arvin с соавт. 2010 г. «Os odontoideum: etiology and surgical management» (рис. 1) [3].

Как и при многих других состояниях, затрагивающих краниовертебральный переход, оперативное вмешательство в этой области преследует две основные цели: устранить компрессию в зоне большого затылочного отверстия и атлантоаксиальной области и стабилизировать позвоночник по отношению к его субаксиальному отделу, для чего в некоторых случаях прибегают к его фиксации с черепом [3, 10, 20].



Рис. 1. Алгоритм выбора метода лечения пациентов с зубовидной костью.

Fig. 1. Algorithm for selecting the method of treatment for patients with os odontoideum.

Выбор переднего либо заднего доступа

Решение оперировать передним или задним доступом в значительной степени зависит от 2 факторов: во-первых, направления компрессии и, во-вторых, предпочтения, личного опыта и уровня комфорта выбранного доступа для хирурга.

Неправильный передний подвывих, связанный с компрессией спинного мозга, должен оперироваться из вентрального доступа. Задняя компрессия — дорсальным доступом. В случае пациента с зубовидной костью учитываются и другие факторы, такие как положение зубовидной кости и её способность к редукции. Следует отметить, что в подавляющем большинстве случаев можно пользоваться дорсальным доступом. Более того, если редукция достигается при крайнем положении сгибания, передний доступ становится технически сложно-выполнимым [3].

В то же время, если редукция достигается в разгибании, дорсальный доступ можно применять только в том случае, если удастся избежать компрессии спинного мозга. В ряде случаев необходимо использовать возможность декомпрессии из передних доступов, особенно если сохраняется значительная остаточная компрессия после выполнения дорсального этапа. При фиксированной зубовидной кости, в основном дистопическом варианте,

как правило, требуется передняя декомпрессия с применением трансорального либо трансназального доступа с предварительно выполненной дорсальной стабилизацией [3, 15, 21, 22].

Хирургические техники для заднего C₁-C_{II} спондилодеза с использованием полиаксиальных винтов и стержней

А. Goel с соавт. в 1994 г. были первыми, кто описал применение независимых C₁ и C_{II} винтов, соединённых пластиной. В опубликованном ими исследовании с участием 160 пациентов самая большая группа (48 пациентов) имела зубовидную кость, при использовании этой техники отмечались хорошие результаты [23, 24] (рис. 2).

J. Harms, R.P. Melcher в 2001 г. описали методику фиксации C₁-C_{II} сегмента с проведением полиаксиальных винтов через боковые массы C₁ и через pars interarticularis транспедикулярно в C_{II} с последующим выполнением корригирующего манёвра под рентген-контролем и фиксацией стержнями (рис. 3) [25]. Шесть из 37 пациентов, описанных в исследовании, имели зубовидную кость. В позднем послеоперационном периоде у всех пациентов наблюдались рентгенологические признаки спондилодеза. Эта техника имеет значительные преимущества: корригирующий манёвр может быть выполнен интраоперационно,

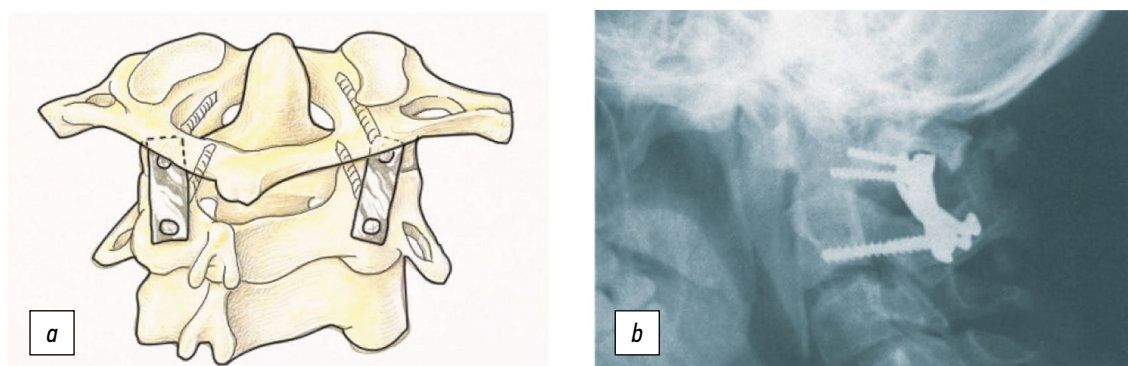


Рис. 2. Методика фиксации C_1 - C_{II} по Goel. *a* — иллюстрация методики, *b* — рентгенограмма в боковой проекции.

Fig. 2. C_1 - C_2 Goel fixation techniques. *a* — illustration of technique, *b* — the X-ray in lateral view.

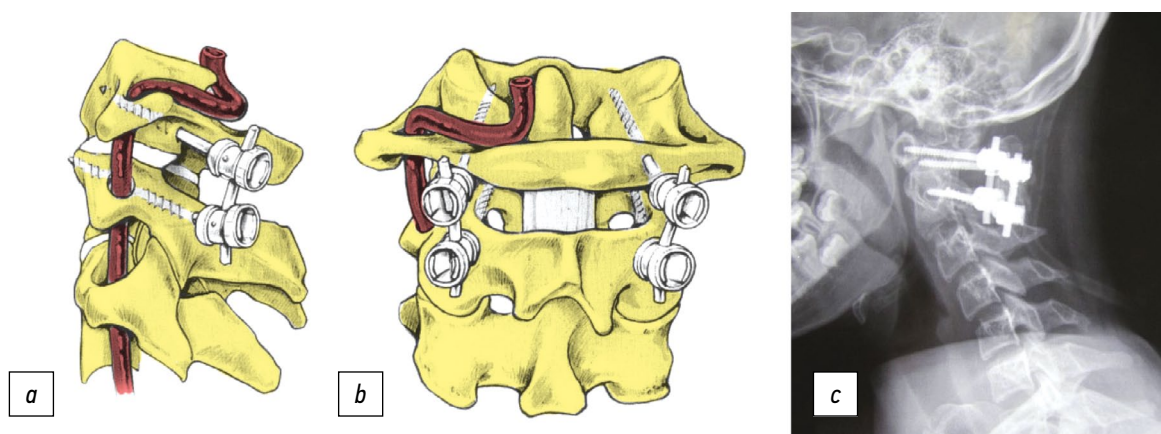


Рис. 3. Методика фиксации C_1 - C_{II} по Harms и Melcher. *a* — вид сбоку, *b* — вид сзади, *c* — рентгенограмма в боковой проекции.

Fig. 3. C_1 - C_2 Harms and Melcher fixation technique. *a* — side view, *b* — back view, *c* — the X-ray in lateral view.

и риск повреждения позвоночной артерии значительно снижен [25].

М. Al-Barbarawi с соавт. в 2005 г. описали комбинацию техники Harms и Melcher с трансартикулярным проведением винтов у пациента с зубовидной костью (рис. 4) [26]. Осложнений в интраоперационном и послеоперационном периодах отмечено не было. При дальнейшем наблюдении на контрольных рентгенограммах и компьютерной томографии — положение элементов металлоконструкции удовлетворительное. Спондилодез сформировался через 3 месяца [26].

F. Magerl и P.S. Seemann в 1979 г. предложили методику задней трансартикулярной фиксации C_1 - C_{II} винтами (рис. 5) [27]. Данная техника показала лучшее сращение, чем субламинарная проволоочная фиксация [3].

C.A. Dickman и V.K. Sonntag в 1998 г. в большой серии исследований с участием 121 пациента, у 9 из которых была зубовидная кость и которым проводилась C_1 - C_{II} фиксация с задним спондилодезом с применением задней трансартикулярной либо субламинарной проволоочной фиксации, продемонстрировали уровень формирования костного блока, равный 98%, при использовании этой техники по сравнению с 86% при использовании задней субламинарной проволоочной фиксации [28].

Хотя существенной разницы в частоте формирования костного блока при использовании трансартикулярной винтовой фиксации и проведении полиаксиальных винтов через боковые массы C_1 и через pars



Рис. 4. Комбинированная методика фиксации C_1 - C_{II} , описанная Al-Barbarawi.

Fig. 4. The combined C_1 - C_2 fixation technique described by Al-Barbarawi.

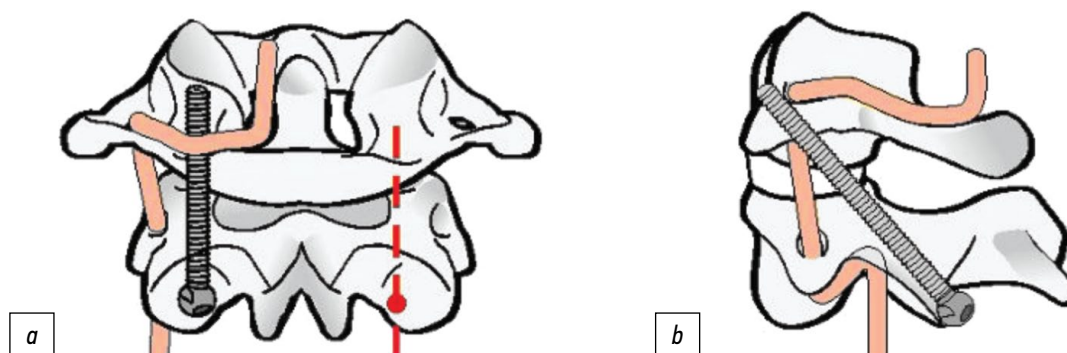


Рис. 5. Методика фиксации C_1 - C_2 по Magerl. *a* — вид сзади, *b* — вид сбоку.

Fig. 5. C_1 - C_2 fixation technique by Magerl. *a* — back view, *b* — side view.

interarticularis транспедикулярно в C_{II} нет, имеются ограничения в плане техники. Во-первых, перед проведением трансартикулярного винта необходимо привести в норму соотношения в атлантоаксиальном суставе, что означает достижение редукции. Во-вторых, правильный угол проведения винта в случаях, когда у пациента имеется выраженная кифотическая деформация грудного отдела, может быть не достигнут. И наконец, примерно пятая часть пациентов с аномалиями краниовертебрального перехода имеют другие костные аномалии в данной области либо аномальное прохождение позвоночной артерии, что увеличивает вероятность её травмирования при использовании этой техники [29, 30].

J. Liu с соавт. в 2019 г. описали методику комплексной редукции при неврправимом вывихе C_1 позвонка на фоне зубовидной кости с последовательным использованием галотракции, давления вперёд за остистый отросток C_{II} позвонка, дистракции на элементах установленной металлоконструкции с последующим смещением C_1 позвонка кзади (рис. 6) [31].

Передняя трансартикулярная фиксация

Метод передней трансартикулярной фиксации, впервые описанный J.R. Barbour в 1971 г. для лечения пациентов с атлантоаксиальной нестабильностью [32], в настоящее время имеет меньшую популярность по сравнению с методами дорсальной фиксации C_1 - C_{II} . Однако W.L. Li с соавт. в работе «Percutaneous anterior transarticular screw fixation for atlantoaxial instability: a case series» (2010 г.) провели ретроспективный анализ 8 случаев пациентов с атлантоаксиальной нестабильностью, у 3 из которых обнаружили зубовидную кость и которым выполнялось оперативное лечение в виде перкутанной передней трансартикулярной фиксации C_1 - C_{II} винтами. По результатам данного исследования, методика передней трансартикулярной фиксации продемонстрировала схожий уровень биомеханической стабильности в сравнении с другими способами фиксации C_1 - C_{II} , а также высокий показатель клинического успеха. Спондилодез сформировался у всех пациентов [33].

Также передняя трансартикулярная фиксация может быть альтернативой фиксации из заднего доступа

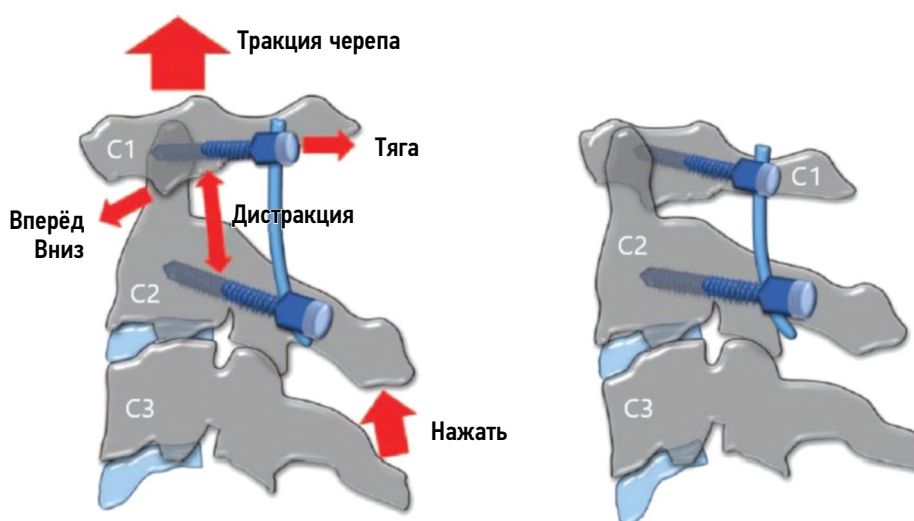


Рис. 6. Схема поэтапной комплексной редукции по J. Liu с соавт.

Fig. 6. Scheme of staged complex reduction by J. Liu et al.

при выраженном грудном кифозе и aberrантном расположении позвоночной артерии [34, 35].

Задняя субламинарная проволоочная фиксация

Ранние хирургические техники с применением субламинарной проволоочной фиксации, описанные A.L. Brooks, E.B. Jenkins и W.E. Gallie, получили переменные результаты формирования спондилодеза [36, 37]. Биомеханически движения ограничены при использовании этих техник в разгибании (из-за распорки или костного трансплантата) и сгибании (из-за субламинарных спиц или трансартикулярных винтов). Большинство сторонников данного хирургического подхода рекомендуют послеоперационную галоиммобилизацию сроком на 3 месяца.

Для осуществления фиксации с использованием этих техник также требуется нормальная задняя дуга C_1 и C_{II} , что в случае врождённых аномалий часто не гарантируется [3].

С появлением трансартикулярной фиксации, возможности проведения полиаксиальных винтов через боковые массы C_1 и через *pars interarticularis* транспедикулярно в C_{II} и различных модификаций метода Harms и Melcher субламинарная проволоочная фиксация встречается всё реже.

Этот метод остаётся полезным инструментом в арсенале хирурга для формирования заднего спондилодеза C_1 - C_{II} в случаях aberrантного прохождения позвоночной артерии и в педиатрической практике [3].

Показания к формированию окципитоспондилодеза

Иногда возникает необходимость в формировании окципитоспондилодеза. Это увеличивает ограничение подвижности в шейном отделе позвоночника при сгибании, разгибании и вращении на 15–20 дополнительных градусов. Частота осложнений при этом методе также выше, в том числе внутричерепной геморагии, ликвореи, несостоятельности раны и инфекционных осложнений [3].

Показания к формированию окципитоспондилодеза у пациентов с зубовидной костью делятся на две категории: случаи, когда имеется нестабильный дистопический вариант зубовидной кости, и случаи, если имеется ассоциация с врождёнными воспалительными процессами и дегенеративными аномалиями, поражающими краниоцервикальный переход. Иногда компрессию создают тело осевого позвонка и зуб, а не зубовидная кость. В таких случаях более обширные операции аксиальной коррекции потребуют обязательного окципитоспондилодеза [3, 10].

Этот метод особенно применим в случаях, когда трансоральная хирургия использовалась для резекции зуба и тела C_{II} , а также при разрушении атлантоаксиального

связочного аппарата, что способствовало развитию тяжёлой окципитоцервикальной нестабильности [3, 15, 21].

Эндоскопические доступы (трансоральный и эндоназальный)

A.H. Menezes в 2008 г. сообщил об обширном опыте использования трансорального доступа у 733 пациентов, из которых у 30 был дистопический вариант зубовидной кости. Расположенная на средней линии зубовидная кость особенно хорошо подходит для выполнения данного доступа [38].

С другой стороны, последовательный, пошаговый релиз передних структур при этом доступе позволяет выполнить редукцию фиксированной ранее деформации, устраняя необходимость в субтракционном манёвре. Эти шаги включают релиз *m. longus colli*, *m. longus capitis*, передней продольной связки, спаек C_1 - C_{II} сустава, передней дуги C_1 и, наконец, апикальной и крыловидных связок [3].

A.H. Шкарубо, A.A. Кулешов с соавт. в 2016 г. описали клинический случай пациента с редким сочетанием зубовидной кости с солитарной костной кистой второго шейного позвонка и самой зубовидной кости. Пациенту было выполнено многоэтапное оперативное лечение, включающее дорсальную стабилизацию в виде окципитоспондилодеза, трансоральное удаление кисты из тела C_{II} позвонка и последующее трансоральное удаление зубовидной кости с солитарной костной кистой [21].

Для выполнения передней декомпрессии путём резекции зубовидного отростка может использоваться эндоскопический эндоназальный доступ.

Впервые в мире эндоскопическое эндоназальное удаление инвагинированного зубовидного отростка позвонка C_{II} (одонтоидэктомия) выполнил в 2005 г. американский нейрохирург A. Kassam, а в России впервые подобная операция была выполнена A.H. Шкарубо в НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко в 2010 г. (рис. 7) [22].

S. Magrini с соавт. в 2008 г. описали эндоскопическую эндоназальную одонтоидэктомию у пациента с синдромом Дауна, зубовидной костью и клиникой прогрессирующего тетрапареза с дыхательными нарушениями. Послеоперационный период протекал без осложнений. Через 2 месяца интенсивной физиотерапии отмечалось улучшение неврологической симптоматики в виде увеличения мышечной силы с 2 до 4 баллов и исчезновения дыхательных расстройств [39].

В качестве итога в вопросах хирургического лечения пациентов с зубовидной костью необходимо предоставить наибольший по количеству прооперированных лиц опыт исследователей из Китая Deng Zhao с соавт. (2015 г.). В исследование были включены 279 пациентов, которым проводилось оперативное лечение по поводу наличия зубовидной кости. Использовались различные

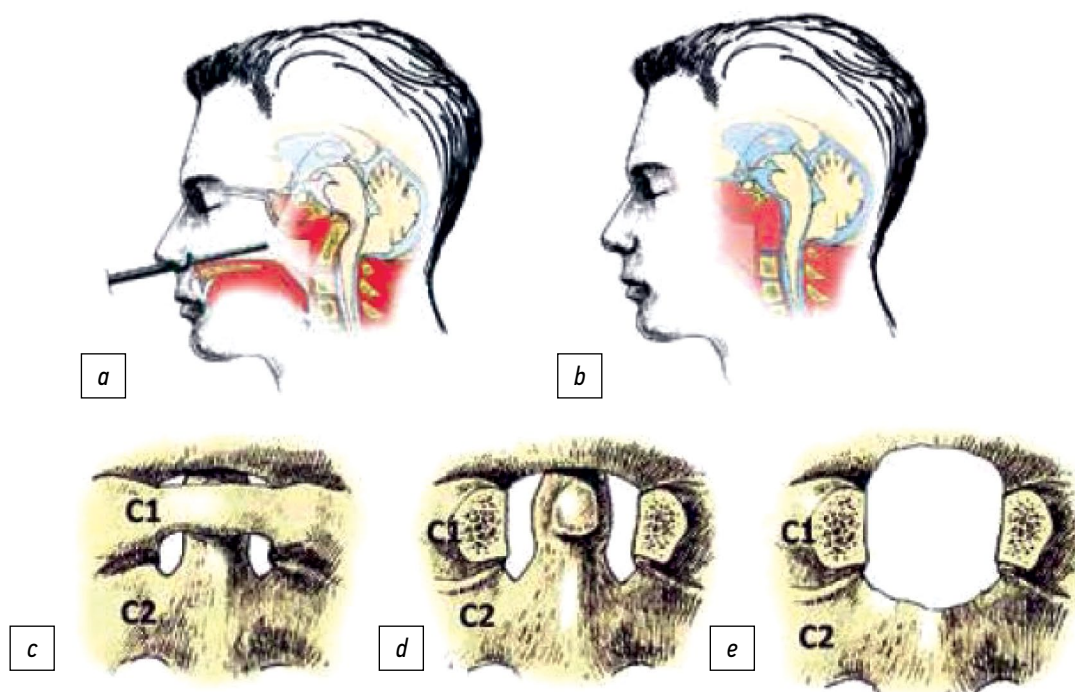


Рис. 7. *a* — схема эндоскопического эндоназального доступа и удаления зубовидного отростка C_{II} позвонка, *b* — состояние после эндоскопической трансназальной резекции инвагинированного зубовидного отростка и декомпрессии стволовых структур, *c* — костные структуры области краниовертебрального перехода, *d* — резекция переднего полукольца C_I позвонка, *e* — резекция зубовидного отростка C_{II} позвонка, части тела C_{II} позвонка и нижних отделов ската.

Fig. 7. *a* — scheme of endoscopic endonasal approach and removal of the C_2 dens, *b* — condition after endoscopic transnasal resection of invaginated C_2 dens and decompression, *c* — CVJ bone structures, *d* — resection of the anterior half ring of the C_1 , *e* — resection of C_2 dens, part C_2 body and the lower parts of basion.

варианты дорсальной фиксации: трансартикулярная фиксация C_I - C_{II} (модифицированная техника Magerl) выполнялась в 38 случаях, педикулярная винтовая фиксация (техника Goel и Harms) — в 202 случаях, окципитоспондилодез до уровня C_{II} — в 35 случаях, более продлённая фиксация окципитоспондилодеза до уровня C_{III} или C_{IV} — в 4 случаях. У 38 пациентов с неправильными вывихами в атлантоаксиальных суставах в одну операционную сессию на первом этапе выполнялся трансоральный релиз.

Общая частота осложнений составила 2,4% (8 пациентов). В частности, они включали ликворею (1 пациент), инфекцию области оперативного вмешательства (4 пациента), пневмонию (2 пациента) и тромбоз глубоких вен нижней конечности (1 пациент). По результатам последующего наблюдения, у 217 пациентов (77,7%) отмечалось улучшение неврологического и физического статуса после операции. У 30 пациентов (10,8%) динамики в изменении статуса не наблюдалось. И ещё 32 пациента (11,5%) отмечали ухудшение.

Согласно результатам последующего обследования с применением лучевых методов исследования, костный блок сформировался у 270 пациентов (96,8%) в среднем через 5,7 месяца. У 9 пациентов (3,2%) отсутствовали признаки формирования костного блока, однако клинических проявлений не отмечалось, конструкция была

стабильна, и дальнейших ревизионных операций не потребовалось [40].

РЕЗЮМЕ

Для рационального предоперационного планирования в качестве дополнительных инструментов всё чаще используются компьютерная томографическая ангио- и миелография, на основе которых можно изготавливать 3D-биоимитации и кастомизированные металлоимплантаты, что, в свою очередь, значительно повышает точность предоперационного планирования и улучшает результаты оперативного лечения [3].

Несмотря на то, что описаны случаи консервативного лечения пациентов с зубовидной костью, в настоящее время большинство авторов придерживаются мнения, что лица с данным пороком краниовертебральной области должны лечиться оперативно [1–3, 17].

Галотракция является важным инструментом для достижения редукции и сохранения стабильности на дооперационном этапе. Этот метод следует применять во всех случаях, когда существует неопределённость в отношении редукции зубовидного отростка [5, 10, 12].

Подходы к оперативному лечению пациентов с зубовидной костью также разнятся. В настоящее время предложено множество вариантов хирургического

лечения данной патологии, однако остаётся несомненным то, что универсальным компонентом в лечении пациентов с зубовидной костью является либо сохранение, либо достижение стабильности на уровне C_1 – C_{II} позвонков и, при необходимости, выполнение декомпрессии [41–43].

Для устранения передней компрессии можно использовать дорсальный доступ, но только в тех случаях, когда возможно вправление и спинной мозг на уровне краниовертебрального перехода не подвергается риску дополнительной компрессии. Во всех остальных случаях вентральной компрессии показано этапное хирургическое лечение в виде трансоральной декомпрессии в сочетании с задним спондилодезом. Существует множество методов для выполнения заднего спондилодеза, однако в настоящее время наиболее предпочтительным вариантом является методика Harms и Melcher с проведением полиаксиальных винтов через боковые массы C_1 и через *pars interarticularis* транспедикулярно в C_{II} с последующим выполнением корригирующего манёвра под рентген-контролем и фиксацией стержнями [10, 25, 40].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зубовидная кость второго шейного позвонка является крайне редкой патологией краниовертебральной области, которая в значительной части случаев приводит к развитию грозных неврологических и функциональных осложнений. С учётом этого понимание подходов к курации и лечению данной группы пациентов является важным для врача травматолога-ортопеда в условиях как амбулатории, так и стационара. Современные подходы к предоперационному планированию и оперативному лечению, в свою очередь, должны быть известны и доступны широкому кругу хирургов-вертебрологов.

Несмотря на то, что существуют сообщения с описанием консервативных подходов к лечению пациентов с зубовидной костью, в настоящее время всё больше исследователей считают, что такие пациенты нуждаются в инструментальной фиксации.

Тем не менее всё ещё имеется потребность в индивидуальном подходе при оценке каждого из случаев с точки зрения как предоперационного планирования,

так и объёма оперативного вмешательства, выбора хирургического доступа, уровня фиксации. Тактика хирургического лечения должна быть выбрана в соответствии с подготовкой и оснащением хирургической бригады, показаниями для того или иного вида декомпрессии и, что немаловажно, пожеланиями пациента и его семьи.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: В.А. Шаров — сбор и анализ литературных источников, написание текста статьи; А.А. Кулешов — редактирование и написание текста статьи; А.Н. Шкарубо — редактирование текста статьи; М.С. Ветрилэ — редактирование текста статьи; И.Н. Лисянский — сбор литературных источников, редактирование текста статьи; С.Н. Макаров — сбор литературных источников, редактирование текста статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке публикации.

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

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. V.A. Sharov — collection and analysis of literary sources, writing the text of the article; A.A. Kuleshov — editing and writing the text of the article; A.N. Shkarubo — editing the text of the article; M.S. Vetrile — editing the text of the article; I.N. Lisyansky — collecting literary sources, editing the text of the article; N.S. Makarov — collecting literary sources, editing the text of the article.

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

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин А.В., Ульрих Э.В. Синдромальный подход к ведению детей с пороками развития шейного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2010. № 3. С. 14–19. doi: 10.14531/ss2010.3.14-19
2. Губин А.В., Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю., Рябых С.О., Бурцев А.В., Анисимов А.Н., Дубонос Ю.В., Очирова П.В. Неврологическая вертебрология: шейный отдел позвоночника у детей // Хирургия позвоночника. 2013. № 3. С. 81–91. doi: 10.14531/ss2013.3.81-91
3. Arvin B., Fournier-Gosselin M.P., Fehlings M.G. Os odontoideum: etiology and surgical management // Neurosurgery. 2010. Vol. 66, № 3, Suppl. P. 22–31. doi: 10.1227/01.NEU.0000366113.15248.07
4. Clements W.D., Mezue W., Mathew B. Os odontoideum congenital or acquired? That's not the question // Injury. 1995. Vol. 26, № 9. P. 640–642. doi: 10.1016/0020-1383(95)00123-q
5. Dai L., Yuan W., Ni B., Jia L. Os odontoideum: etiology, diagnosis, and management // Surg Neurol. 2000. Vol. 53, № 2. P. 106–8; discussion 108–9. doi: 10.1016/s0090-3019(99)00184-6

6. Spierings E.L., Braakman R. The management of os odontoideum. Analysis of 37 cases // *J Bone Joint Surg Br.* 1982. Vol. 64, № 4. P. 422–8. doi: 10.1302/0301-620X.64B4.7096415
7. Fielding J.W., Hensinger R.N., Hawkins R.J. Os Odontoideum // *J Bone Joint Surg Am.* 1980. Vol. 62, № 3. P. 376–83.
8. Klimo P.Jr, Kan P., Rao G., Apfelbaum R., Brockmeyer D. Os odontoideum: presentation, diagnosis, and treatment in a series of 78 patients // *J Neurosurg Spine.* 2008. Vol. 9, № 4. P. 332–42. doi: 10.3171/SPI.2008.9.10.332
9. Helenius I.J., Bauer J.M., Verhofste B., Sponseller P.D., Krengel W.F., Hedequist D., Cahill P.J., Larson A.N., Pahys J.M., Anderson J.T., Martus J.E., Yaszay B., Phillips J.H. Os Odontoideum in Children: Treatment Outcomes and Neurological Risk Factors // *J Bone Joint Surg Am.* 2019. Vol. 101, № 19. P. 1750–1760. doi: 10.2106/JBJS.19.00314
10. Wu X., Wood K.B., Gao Y., Li S., Wang J., Ge T., Zhao B., Shao Z., Yang S., Yang C. Surgical strategies for the treatment of os odontoideum with atlantoaxial dislocation // *J Neurosurg Spine.* 2018. Vol. 28, № 2. P. 131–139. doi: 10.3171/2017.5.SPINE161211
11. Луцик А.А., Раткин И.К., Никитин М.Н. Краниовертебральные повреждения и заболевания. Новосибирск: Издатель, 1998. 551 с.
12. Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Еськин Н.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Пономаренко Г.П., Чернов И.В. Варианты хирургического лечения застарелых переломов зубовидного отростка C2 позвонка // *Хирургия позвоночника.* 2019. Т. 16, № 1. С. 16–24. doi: 10.14531/ss2019.1.16-24
13. List C.F. Neurologic syndromes accompanying developmental anomalies of occipital bone, atlas and axis // *Arch Neurol Psychiatr.* 1941. № 45. P. 577–616. doi: 10.1001/archneurpsyc.1941.02280160009001
14. Ветрилэ С.Т., Колесов С.В. Краниовертебральная патология. Москва: Медицина, 2007. 201–202 с.
15. Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Громов И.С., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Чернов И.В., Митрофанова Е.В., Пономаренко Г.П. Хирургическое лечение неопухолевых заболеваний краниовертебральной области // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2018. Т. 25, № 1. С. 36–41. doi: 10.32414/0869-8678-2018-1-36-41
16. Selman W.R., Spetzler R.F., Brown R. The use of intraoperative fluoroscopy and spinal cord monitoring for transoral microsurgical odontoid resection // *Clin Orthop Relat Res.* 1981. № 154. P. 51–6.
17. Хусаинов Н.О., Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н. Нестабильность краниовертебральной области у детей с синдромом Дауна // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2016. Т. 4, № 3. С. 71–77. doi: 10.17816/PTORS4371-77
18. Brecknell J.E., Malham G.M. Os odontoideum: report of three cases // *J Clin Neurosci.* 2008. Vol. 15, № 3. P. 295–301. doi: 10.1016/j.jocn.2006.07.022
19. D'Urso P.S., Williamson O.D., Thompson R.G. Biomodeling as an aid to spinal instrumentation // *Spine (Phila Pa 1976).* 2005. Vol. 30, № 24. P. 2841–5. doi: 10.1097/01.brs.0000190886.56895.3d
20. Taggard D.A., Menezes A.H., Ryken T.C. Treatment of Down syndrome-associated craniovertebral junction abnormalities // *J Neurosurg.* 2000. Vol. 93, № 2, Suppl. P. 205–13. doi: 10.3171/spi.2000.93.2.0205
21. Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Семёнова Л.А., Шишкина Л.В., Швеи В.В., Ветрилэ М.С., Громов И.С., Маршаков В.В., Чернов И.В. Хирургическое лечение кист кости ската черепа и аксиса // *Вопросы нейрохирургии.* 2016. Т. 80, № 1. С. 88–97. doi: 10.17116/neiro201680188-97
22. Шкарубо А.Н. Атлас эндоскопической эндоназальной хирургии основания черепа и краниовертебрального сочленения. Москва: АБВ-пресс, 2020. С. 208–209.
23. Goel A., Desai K.I., Muzumdar D.P. Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients // *Neurosurgery.* 2002. Vol. 51, № 6. P. 1351–6; discussion 1356–7.
24. Goel A., Laheri V. Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation // *Acta Neurochir (Wien).* 1994. Vol. 129, № 1–2. P. 47–53. doi: 10.1007/BF01400872
25. Harms J., Melcher R.P. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation // *Spine (Phila Pa 1976).* 2001. Vol. 26, № 22. P. 2467–71. doi: 10.1097/00007632-200111150-00014
26. Al-Barbarawi M., Sekhon L.H. Protection of the C1 posterior arch in atlantal lateral mass fixation: technical case report // *J Clin Neurosci.* 2005. Vol. 12, № 1. P. 59–61. doi: 10.1016/j.jocn.2004.03.006
27. Magerl F., Seemann P.S. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P., Weidner A., editors. *Cervical Spine.* Vol. 1. Springer; Strassbourg; Wien; New York, 1985. P. 322–327.
28. Dickman C.A., Sonntag V.K. Posterior C1-C2 transarticular screw fixation for atlantoaxial arthrodesis // *Neurosurgery.* 1998. Vol. 43, № 2. P. 275–80; discussion 280–1. doi: 10.1097/00006123-199808000-00056
29. Madawi A.A., Casey A.T., Solanki G.A., Tuite G., Veres R., Crockard H.A. Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique // *J Neurosurg.* 1997. Vol. 86, № 6. P. 961–8. doi: 10.3171/jns.1997.86.6.0961
30. Paramore C.G., Dickman C.A., Sonntag V.K. The anatomical suitability of the C1-2 complex for transarticular screw fixation // *J Neurosurg.* 1996. Vol. 85, № 2. P. 221–4. doi: 10.3171/jns.1996.85.2.0221
31. Liu J., Zhu L.J., Jiang E.Z., Bao X.G., Hu B., Niu D.Y., Xu G.H. C1-C2 pedicle screw fixation for adolescent with os odontoideum associated atlantoaxial dislocation and a compound reduction technique for irreducible atlantoaxial dislocation // *Chin Med J (Engl).* 2019. Vol. 132, № 10. P. 1253–1256. doi: 10.1097/CM9.0000000000000224
32. Barbour J.R. Screw fixation in fracture of the odontoid process // *S Aust Clin.* 1971. № 5. P. 20.
33. Li W.L., Chi Y.L., Xu H.Z., Wang X.Y., Lin Y., Huang Q.S., Mao F.M. Percutaneous anterior transarticular screw fixation for atlantoaxial instability: a case series // *J Bone Joint Surg Br.* 2010. Vol. 92, № 4. P. 545–9. doi: 10.1302/0301-620X.92B4.22790
34. Wu A.M., Wang X.Y., Zhou F., Zhang X.L., Xu H.Z., Chi Y.L. Percutaneous atlantoaxial anterior transarticular screw fixation combined with mini-open posterior C1/2 wire fusion for patients with a high-riding vertebral artery // *J Spinal Cord Med.* 2016. Vol. 39, № 2. P. 234–9. doi: 10.1179/2045772314Y.00000000298
35. Kim S.M., Lim T.J., Paterno J., Hwang T.J., Lee K.W., Balabhadra R.S., Kim D.H. Biomechanical comparison of anterior and posterior stabilization methods in atlantoaxial instability // *J Neurosurg.* 2004. Vol. 100, № 3, Suppl Spine. P. 277–83. doi: 10.3171/spi.2004.100.3.0277
36. Brooks A.L., Jenkins E.B. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method // *J Bone Joint Surg Am.* 1978. Vol. 60, № 3. P. 279–84.
37. Gallie W.E. Fracture and dislocations of the cervical spine // *Am J Surg.* 1939. № 46. P. 495–499.

38. Menezes A.H. Craniovertebral junction database analysis: incidence, classification, presentation, and treatment algorithms // *Childs Nerv Syst*. 2008. Vol. 24, № 10. P. 1101–8. doi: 10.1007/s00381-008-0605-9

39. Magrini S., Pasquini E., Mazzatenta D., Mascari C., Galassi E., Frank G. Endoscopic endonasal odontoidectomy in a patient affected by Down syndrome: technical case report // *Neurosurgery*. 2008. Vol. 63, № 2. P. E373–4; discussion E374. doi: 10.1227/01.NEU.0000315285.84524.74

40. Zhao D., Wang S., Passias P.G., Wang C. Craniocervical instability in the setting of os odontoideum: assessment of cause, presentation, and surgical outcomes in a series of 279 cases // *Neurosurgery*. 2015. Vol. 76, № 5. P. 514–21. doi: 10.1227/NEU.0000000000000668

41. Павлова О.М., Бурцев А.В., Губин А.В., Рябых С.О. Задняя инструментальная фиксация шейного отдела позвоночника у детей: опыт лечения // *Хирургия позвоночника*. 2017. Т. 14, № 4. С. 27–31. doi: 10.14531/ss2017.4.27-31

42. Рябых С.О., Очирова П.В., Губин А.В., Колесов С.В., Колбовский Д.А., Третьякова А.Н., Рябых Т.В., Медведева С.Н., Савин Д.М., Бурцев А.В., Сайфутдинов М.С. Вертебральный синдром при различных типах мукополисахаридоза: особенности клиники и лечения // *Хирургия позвоночника*. 2019. Т. 16, № 2. С. 81–91. doi: 10.14531/ss2019.2.81-91

43. Hadley M.N., Walters B.C., Grabb P.A., Oyesiku N.M., Przybylski G.J., Resnick D.K., Ryken T.C. Os odontoideum // *Neurosurgery*. 2002. Vol. 50, № 3, Suppl. P. S148–55. doi: 10.1097/00006123-200203001-00023

REFERENCES

- Gubin AV, Ulrikh EV. Syndrome approach to the treatment of children with cervical spine abnormalities. *Spine Surgery*. 2010;(3):014–19. (In Russ). doi: 10.14531/ss2010.3.14-19
- Gubin AV, Ulrikh EV, Mushkin AY, Ryabykh SO, Burtsev AV, Anisimov AN, Dubonosov YuV, Ochirova PV. Emergency vertebrology: cervical spine in children. *Spine Surgery*. 2013;(3):81–91. (In Russ). doi: 10.14531/ss2013.3.81-91
- Arvin B, Fournier-Gosselin MP, Fehlings MG. Os odontoideum: etiology and surgical management. *Neurosurgery*. 2010;66(3 Suppl):22–31. doi: 10.1227/01.NEU.0000366113.15248.07
- Clements WD, Mezue W, Mathew B. Os odontoideum congenital or acquired? That's not the question. *Injury*. 1995;26(9):640–642. doi: 10.1016/0020-1383(95)00123-q
- Dai L, Yuan W, Ni B, Jia L. Os odontoideum: etiology, diagnosis, and management. *Surg Neurol*. 2000;53(2):106–8; discussion 108–9. doi: 10.1016/s0090-3019(99)00184-6
- Spierings EL, Braakman R. The management of os odontoideum. Analysis of 37 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1982;64(4):422–8. doi: 10.1302/0301-620X.64B4.7096415
- Fielding JW, Hensinger RN, Hawkins RJ. Os Odontoideum. *J Bone Joint Surg Am*. 1980;62(3):376–83.
- Klimo PJr, Kan P, Rao G, Apfelbaum R, Brockmeyer D. Os odontoideum: presentation, diagnosis, and treatment in a series of 78 patients. *J Neurosurg Spine*. 2008;9(4):332–42. doi: 10.3171/SPI.2008.9.10.332
- Helenius IJ, Bauer JM, Verhofste B, Sponseller PD, Kregel WF, Hedequist D, Cahill PJ, Larson AN, Pahys JM, Anderson JT, Martus JE, Yaszay B, Phillips JH. Os Odontoideum in Children: Treatment Outcomes and Neurological Risk Factors. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(19):1750–1760. doi: 10.2106/JBJS.19.00314
- Wu X, Wood KB, Gao Y, Li S, Wang J, Ge T, Zhao B, Shao Z, Yang S, Yang C. Surgical strategies for the treatment of os odontoideum with atlantoaxial dislocation. *J Neurosurg Spine*. 2018;28(2):131–139. doi: 10.3171/2017.5.SPINE161211
- Lutsik AA, Ratkin IK, Nikitin MN. *Craniovertebral injuries and diseases*. Novosibirsk: Publisher; 1998. 551 p. (In Russ).
- Kuleshov AA, Shkarubo AN, Eskin NA, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN, Ponomarenko GP, Chernov IV. Options for surgical treatment of chronic C2 odontoid fractures. *Spine Surgery*. 2019;16(1):16–24. (In Russ). doi: 10.14531/ss2019.1.16-24
- List CF. Neurologic syndromes accompanying developmental anomalies of occipital bone, atlas and axis. *Arch Neurol Psychiatr*. 1941;(45):577–616. doi: 10.1001/archneurpsyc.1941.02280160009001
- Vetrile ST, Kolesov SV. *Craniovertebral pathology*. Moscow: Medicine; 2007. 201–202 p. (In Russ).
- Kuleshov AA, Shkarubo AN, Gromov IS, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN, Chernov IV, Mitrofanova EV, Ponomarenko GP. Surgical treatment of non-tumor diseases of the craniovertebral region. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;25(1):36–41. (In Russ). doi: 10.32414/0869-8678-2018-1-36-41
- Selman WR, Spetzler RF, Brown R. The use of intraoperative fluoroscopy and spinal cord monitoring for transoral microsurgical odontoid resection. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;(154):51–6.
- Khusainov NO, Vissarionov SV, Kokushin DN. Instability of the craniovertebral region in children with Down syndrome *Orthopedics, traumatology and reconstructive surgery of childhood*. 2016;4(3):71–77. (In Russ). doi: 10.17816/PTORS4371-77
- Brecknell JE, Malham GM. Os odontoideum: report of three cases. *J Clin Neurosci*. 2008;15(3):295–301. doi: 10.1016/j.jocn.2006.07.022
- D'Urso PS, Williamson OD, Thompson RG. Biomechanical modeling as an aid to spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(24):2841–5. doi: 10.1097/01.brs.0000190886.56895.3d
- Taggard DA, Menezes AH, Ryken TC. Treatment of Down syndrome-associated craniovertebral junction abnormalities. *J Neurosurg*. 2000;93(2 Suppl):205–13. doi: 10.3171/spi.2000.93.2.0205
- Shkarubo AN, Kuleshov AA, Semenova LA, Shishkina LV, Shvets VV, Vetrile MS, Gromov IS, Marshakov VV, Chernov IV. Surgical treatment of bone cysts of the skull slope and axis. *Zh Vopr Neurokhir*. 2016;80(1):88–97. (In Russ). doi: 10.17116/neiro201680188-97
- Shkarubo AN. *Atlas of endoscopic endonasal surgery of the skull base and craniovertebral articulation*. Moscow: ABC Press; 2020. 208–209 p. (In Russ).
- Goel A, Desai KI, Muzumdar DP. Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients. *Neurosurgery*. 2002;51(6):1351–6; discussion 1356–7.
- Goel A, Laheri V. Plate and screw fixation for atlantoaxial subluxation. *Acta Neurochir (Wien)*. 1994;129(1–2):47–53. doi: 10.1007/BF01400872
- Harms J, Melcher RP. Posterior C1–C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(22):2467–71. doi: 10.1097/00007632-200111150-00014
- Al-Barbarawi M, Sekhon LH. Protection of the C1 posterior arch in atlantal lateral mass fixation: technical case report. *J Clin Neurosci*. 2005;12(1):59–61. doi: 10.1016/j.jocn.2004.03.006

27. Magerl F, Seemann PS. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A, editors. *Cervical Spine*. Vol. 1. Springer, Strassbourg, Wien, New York; 1985. 322–327 p.
28. Dickman CA, Sonntag VK. Posterior C1–C2 transarticular screw fixation for atlantoaxial arthrodesis. *Neurosurgery*. 1998;43(2):275–80; discussion 280–1. doi: 10.1097/00006123-199808000-00056
29. Madawi AA, Casey AT, Solanki GA, Tuite G, Veres R, Crockard HA. Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique. *J Neurosurg*. 1997;86(6):961–8. doi: 10.3171/jns.1997.86.6.0961
30. Paramore CG, Dickman CA, Sonntag VK. The anatomical suitability of the C1–2 complex for transarticular screw fixation. *J Neurosurg*. 1996;85(2):221–4. doi: 10.3171/jns.1996.85.2.0221
31. Liu J, Zhu LJ, Jiang EZ, Bao XG, Hu B, Niu DY, Xu GH. C1–C2 pedicle screw fixation for adolescent with os odontoideum associated atlantoaxial dislocation and a compound reduction technique for irreducible atlantoaxial dislocation. *Chin Med J (Engl)*. 2019;132(10):1253–1256. doi: 10.1097/CM9.0000000000000224
32. Barbour JR. Screw fixation in fracture of the odontoid process. *S Aust Clin*. 1971;(5):20.
33. Li WL, Chi YL, Xu HZ, Wang XY, Lin Y, Huang QS, Mao FM. Percutaneous anterior transarticular screw fixation for atlantoaxial instability: a case series. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(4):545–9. doi: 10.1302/0301-620X.92B4.22790
34. Wu AM, Wang XY, Zhou F, Zhang XL, Xu HZ, Chi YL. Percutaneous atlantoaxial anterior transarticular screw fixation combined with mini-open posterior C1/2 wire fusion for patients with a high-riding vertebral artery. *J Spinal Cord Med*. 2016;39(2):234–9. doi: 10.1179/2045772314Y.00000000298
35. Kim SM, Lim TJ, Paterno J, Hwang TJ, Lee KW, Balabhadra RS, Kim DH. Biomechanical comparison of anterior and posterior stabilization methods in atlantoaxial instability. *J Neurosurg*. 2004;100(3 Suppl Spine):277–83. doi: 10.3171/spi.2004.100.3.0277
36. Brooks AL, Jenkins EB. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(3):279–84.
37. Gallie WE. Fracture and dislocations of the cervical spine. *Am J Surg*. 1939;(46):495–499.
38. Menezes AH. Craniovertebral junction database analysis: incidence, classification, presentation, and treatment algorithms. *Childs Nerv Syst*. 2008;24(10):1101–8. doi: 10.1007/s00381-008-0605-9
39. Magrini S, Pasquini E, Mazzatenta D, Mascari C, Galassi E, Frank G. Endoscopic endonasal odontoidectomy in a patient affected by Down syndrome: technical case report. *Neurosurgery*. 2008;63(2):E373–4; discussion E374. doi: 10.1227/01.NEU.0000315285.84524.74
40. Zhao D, Wang S, Passias PG, Wang C. Craniocervical instability in the setting of os odontoideum: assessment of cause, presentation, and surgical outcomes in a series of 279 cases. *Neurosurgery*. 2015;76(5):514–21. doi: 10.1227/NEU.0000000000000668
41. Pavlova OM, Burtsev AV, Gubin AV, Ryabykh SO. Posterior instrumental fixation of the cervical spine in children: treatment experience. *Spine Surgery*. 2017;14(4):27–31. (In Russ). doi: 10.14531/ss2017.4.27-31
42. Ryabykh SO, Ochirova PV, Gubin AV, Kolesov SV, Kolbovsky DA, Tretyakova AN, Ryabykh TV, Medvedeva SN, Savin DM, Burtsev AV, Sayfutdinov MS. Vertebral syndrome in various types of mucopolysaccharidosis: features of the clinic and treatment. *Spine Surgery*. 2019;16(2):81–91. (In Russ). doi: 10.14531/ss2019.2.81-91
43. Hadley MN, Walters BC, Grabb PA, Oyesiku NM, Przybylski GJ, Resnick DK, Ryken TC. Os odontoideum. *Neurosurgery*. 2002;50(3 Suppl):S148–55. doi: 10.1097/00006123-200203001-00023

ОБ АВТОРАХ

Кулешов Александр Алексеевич, д.м.н.;

ORCID: 0000-0002-9526-8274;

eLibrary SPIN: 7052-0220;

e-mail: cito-spine@mail.ru

Шкарубо Алексей Николаевич, д.м.н.,

ведущий научный сотрудник;

ORCID: 0000-0003-3445-3115;

eLibrary SPIN: 3420-3394;

e-mail: ashkarubo@nsi.ru

*** Шаров Владислав Андреевич**,

врач травматолог-ортопед;

адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;

ORCID: 0000-0002-0801-0639;

eLibrary SPIN: 8062-9216;

e-mail: sharov.vlad397@gmail.com

Ветрилэ Марчел Степанович, к.м.н.,

врач травматолог-ортопед;

ORCID: 0000-0001-6689-5220;

eLibrary SPIN: 9690-5117;

e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

AUTHORS' INFO

Alexander A. Kuleshov, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-9526-8274;

eLibrary SPIN: 7052-0220;

e-mail: cito-spine@mail.ru

Alexey N. Shkarubo, MD, Dr. Sci. (Med.),

leading researcher;

ORCID: 0000-0003-3445-3115;

eLibrary SPIN: 3420-3394;

e-mail: ashkarubo@nsi.ru

*** Vladislav A. Sharov**,

traumatologist-orthopedist;

address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;

ORCID: 0000-0002-0801-0639;

eLibrary SPIN: 8062-9216;

e-mail: sharov.vlad397@gmail.com

Marchel S. Vetrile, MD, Cand. Sci. (Med.),

traumatologist-orthopedist;

ORCID: 0000-0001-6689-5220;

eLibrary SPIN: 9690-5117;

e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Лисянский Игорь Николаевич, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0002-2479-4381;
eLibrary SPIN: 9845-1251;
e-mail: lisigornik@list.ru

Макаров Сергей Николаевич, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: 0000-0003-0406-1997;
eLibrary SPIN: 2767-2429;
e-mail: moscow.makarov@gmail.com

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

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

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568102>

Поздравляем профессора Н.С. Гаврюшенко с 80-летием!

АННОТАЦИЯ

Краткая биографическая справка и научные достижения Николая Свиридовича Гаврюшенко, поздравление с 80-летним юбилеем.

Ключевые слова: Гаврюшенко Николай Свиридович; юбилей; травматология и ортопедия; эндопротезирование; испытательная лаборатория; трибология; материаловедение.

Как цитировать:

Поздравляем профессора Н.С. Гаврюшенко с 80-летием! // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 259–261.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568102>

Рукопись получена: 07.08.2023

Рукопись одобрена: 08.08.2023

Опубликована: 14.08.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568102>

Congratulations to Professor Nikolay S. Gavriushenko on his 80th anniversary!

ABSTRACT

Brief biographical information and scientific achievements of Nikolay S. Gavriushenko, congratulations on the 80th anniversary.

Keywords: Nikolay S. Gavriushenko; anniversary; traumatology and orthopedics; endoprosthesis; testing laboratory; tribology; materials science.

To cite this article:

Congratulations to Professor Nikolay S. Gavriushenko on his 80th anniversary! *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):259–261.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568102>

Received: 07.08.2023

Accepted: 08.08.2023

Published: 14.08.2023



25 июня 2023 года исполнилось 80 лет руководителю лаборатории разработки и испытаний медицинских изделий и материалов ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, доктору технических наук, профессору, академику Российской академии естествознания Николаю Свиридовичу Гаврюшенко.

Николай Свиридович — известный российский учёный, специалист в области медицинского материаловедения. Во Всесоюзном институте авиационных материалов (ВИАМ) им были созданы первые отечественные герметизирующие анаэробные композиции, известные под маркой ВАК (виамовская анаэробная композиция).

Свою трудовую деятельность в ЦИТО им. Н.Н. Приорова Николай Свиридович начал в 1978 году, будучи уже кандидатом технических наук и высококвалифицированным материаловедом — разработчиком первых в СССР анаэробных композиций.

За время работы в Центре, на базе лабораторного оборудования, Николай Свиридович организовал производство опытных изделий для травматологии и ортопедии: силиконовых межфаланговых и пястнофаланговых суставов, ладьевидной и полулунной костей, головки лучевой кости, сухожилий сгибателей кисти, акрил-цементов, лавсановых связок, липкой плёнки «ОПАЛ-ЦИТО», термопластичного материала «ПОЛИВИК», пластин и винтов из углепластика УПА-12, эндо-экзопротеза. Исследования, выполненные Н.С. Гаврюшенко в ЦИТО им. Н.Н. Приорова, легли в основу первого в СССР отечественного металлополимерного эндопротеза тазобедренного сустава И.А. Мовшовича — Н.С. Гаврюшенко.

Изучая трибологические характеристики тазобедренных суставов человека, он определил величину моментов трения, рассчитал коэффициенты трения, обосновал

способ снижения трения в суставах с помощью костного жира, сформулировал принцип создания низкофрикционных узлов трения и разработал механизм самопроизвольной подачи смазки в зону трения. Он выдвинул гипотезу возникновения артроза, обнаружил причину нарушения природного механизма трения за счёт прерывания потока смазки через склерозированную субхондральную кость.

Значительный вклад Николай Свиридович внёс в создание в России банка гармонизированных международных стандартов по разделу 150 «Имплантаты в хирургии» Международного комитета стандартизации ISO. Н.С. Гаврюшенко разработал государственный стандарт ГОСТ Р 52640-2006, переведённый в межгосударственный ГОСТ 31621-2012, по экспресс-оценке трибологических свойств узлов трения эндопротезов тазобедренного сустава. В течение десятка лет он представлял Россию в ISO, будучи ответственным секретарём Технического комитета по стандартизации № 453 России «Имплантаты в хирургии».

Николай Свиридович имеет более 100 научных публикаций и около двух десятков патентов. В 2001 году им защищена докторская диссертация на тему «Материаловедческие аспекты создания эрозионностойких узлов трения искусственных суставов человека». В течение 10 лет он читал лекции студентам МАТИ — Российского государственного технологического университета им. К.Э. Циолковского по курсу «Трибология». В 2008 году Высшая аттестационная комиссия Российской Федерации присвоила ему звание профессора. Как специалист в области трибологии суставов Николай Свиридович читал лекции аспирантам и исследователям по проблеме трибологии в природных и искусственных суставах, был председателем Государственной комиссии Московского

авиационного института по приёму дипломных работ инженеров — выпускников кафедры.

В течение последних лет Н.С. Гаврюшенко являлся руководителем шести кандидатских работ и научным консультантом трёх докторских работ. В 2020 году он был избран действительным членом Российской академии естествознания.

Николай Свиридович Гаврюшенко пользуется большим авторитетом и уважением сотрудников Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова и как испытатель известен в стране сообществу, создающему имплантаты, материалы медицинского назначения, ортезы и другие уникальные изделия, необходимые для восстановления

здоровья пациентов. В 2022 году награждён знаком «Отличник здравоохранения».

От всей души поздравляем Николая Свиридовича с юбилеем! Желаем долгих и счастливых лет жизни в полном здравии и в окружении любящих людей. Пусть дело, которому он отдаёт душевные силы, опыт и знания, приносит радость и желание новых профессиональных свершений.

***Коллектив Национального медицинского
исследовательского центра травматологии
и ортопедии им. Н.Н. Приорова, редакция
журнала «Вестник травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова»***

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568103>

Поздравляем А.А. Кулешова с 60-летием!

АННОТАЦИЯ

Краткая биографическая справка и научные достижения Александра Алексеевича Кулешова, поздравление с 60-летним юбилеем.

Ключевые слова: Кулешов Александр Алексеевич; юбилей; травматология и ортопедия; вертебрология; хирургия позвоночника.

Как цитировать:

Поздравляем А.А. Кулешова с 60-летием! // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 2. С. 263–265.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568103>

Рукопись получена: 07.08.2023

Рукопись одобрена: 08.08.2023

Опубликована: 14.08.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568103>

Congratulations to Alexander A. Kuleshov on his 60th anniversary!

ABSTRACT

Brief biographical information and scientific achievements of Alexander A. Kuleshov, congratulations on the 60th anniversary.

Keywords: Alexander A. Kuleshov; anniversary; traumatology and orthopedics; vertebrology; spine surgery.

To cite this article:

Congratulations to Alexander A. Kuleshov on his 60th anniversary! *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(2):263–265.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568103>

Received: 07.08.2023

Accepted: 08.08.2023

Published: 14.08.2023



4 июня 2023 года исполнилось 60 лет известному хирургу-вертебрологу, учёному, доктору медицинских наук, заслуженному врачу Российской Федерации Александру Алексеевичу Кулешову.

Александр Алексеевич родился в 1963 году в Волгоградской области в казачьей станице Алексеевской. После окончания средней школы в 1980 году поступил на педиатрический факультет Волгоградского государственного медицинского института, после успешного окончания которого был распределён в детскую ортопедо-хирургическую больницу МПС в Рузский район Московской области. В 1987 году с отличием окончил интернатуру по травматологии и ортопедии на базе ДКГБ им. Н.Ф. Филатова г. Москвы. Первыми учителями Александра Алексеевича по травматологии и ортопедии были профессор В.П. Немсадзе и профессор Е.П. Кузнецихин.

В 1994 году А.А. Кулешов поступил в аспирантуру в Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. Здесь определилось направление всей последующей научной и практической деятельности Александра Алексеевича — он был направлен для прохождения аспирантуры в отделение патологии позвоночника под руководством профессора Степана Тимофеевича Ветрилэ. В 1994 году А.А. Кулешов успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Эффективность различных методов хирургического вмешательства на межпозвонковых дисках при сколиозе». Вся научная и практическая деятельность А.А. Кулешова была связана с хирургией позвоночника. Более 20 лет Александр Алексеевич проработал под руководством профессора Степана Тимофеевича Ветрилэ, одного из крупнейших вертебрологов нашей страны. Александр Алексеевич стал достойным последователем и преемником профессора С.Т. Ветрилэ, пройдя путь

от научного сотрудника до ведущего научного сотрудника и заведующего отделением. Плодом многолетних исследований и практической работы, связанных с оперативным лечением тяжёлых форм сколиоза, стала докторская диссертация Александра Алексеевича «Тяжёлые формы сколиоза. Оперативное лечение и функциональные особенности некоторых органов и систем», успешно защищённая им в 2007 году.

Активное развитие хирургии позвоночника в последние десятилетия привело к созданию в 2012 году нового отделения вертебрологии в ЦИТО им. Н.Н. Приорова, которое, учитывая огромный опыт практической, научной и организаторской деятельности, было поручено возглавить Александру Алексеевичу.

Александр Алексеевич и возглавляемое им отделение выполняют весь спектр хирургии позвоночника — от краниовертебральной области до крестца, в отделении проводят операции и детям — по поводу врождённых аномалий развития, спондилолистеза, различных типов сколиоза и других деформаций позвоночника, и взрослым с дегенеративной патологией позвоночника, воспалительными, опухолевыми процессами, травмами и их последствиями.

А.А. Кулешов впервые стал использовать индивидуально изготовленные металлоконструкции при оперативном лечении деформаций шейно-грудного перехода, спондилолистеза, для выполнения окципитоспондилодеза, позвоночно-тазовой фиксации и др. Им совместно с коллегами из НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко впервые был предложен и внедрён в практику метод передней фиксации верхнешейного отдела позвоночника. Предложенные методики лечения в 2012 и 2018 гг. были отмечены премиями Первого канала в рамках Национальной премии лучшим врачам России «Призвание», а также

неоднократно отмечены золотыми медалями и наградами на международных выставках и конкурсах.

А.А. Кулешов входит в редакционный совет журналов «Хирургия позвоночника» и «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова», является членом правления Ассоциации вертебрологов России, членом Ассоциации ортопедов-травматологов г. Москвы, действительным членом Международного общества хирургической ортопедии SICOT.

С 2009 года А.А. Кулешов является постоянным членом Главной медицинской комиссии по подготовке космонавтов. А.А. Кулешов является членом диссертационного совета НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, а также возглавляет проблемную комиссию в Центре.

Александр Алексеевич воспитал плеяду хирургов-вертебрологов. Своим богатым опытом и знаниями он щедро делится с молодыми коллегами, являя собой пример учителя и наставника. Его ученики работают во многих медицинских учреждениях страны. Под руководством А.А. Кулешова защищено 7 кандидатских диссертаций, выпущено 8 монографий, более 120 статей, получено 12 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

В 2018 году Александр Алексеевич в коллективе авторов был удостоен премии Правительства Российской

Федерации за разработку и внедрение методов лечения больных с тяжёлыми деформациями позвоночника. Ему было присвоено почётное звание лауреата премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Научная деятельность Александра Алексеевича неотделима от его практической работы. Высококвалифицированный ортопед-вертебролог, внимательный, вдумчивый врач, он вернул к активной жизни сотни детей и взрослых. Высокие профессиональные качества сочетаются в нём с глубоким уважением и интересом к деятельности коллег. За многолетний добросовестный труд Александр Алексеевич Кулешов награждён нагрудным знаком «Отличник здравоохранения», почётным званием «заслуженный врач Российской Федерации».

Свой юбилей Александр Алексеевич встречает в расцвете творческих сил, полный энергии и стремления к решению новых задач. Поздравляем его с замечательным юбилеем и желаем крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов и всего наилучшего!

***Коллектив Национального медицинского
исследовательского центра травматологии
и ортопедии им. Н.Н. Приорова, редакция
журнала «Вестник травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова»***