

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

В Е С Т Н И К травматологии и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА
2024 том 31 №1

N.N. Priorov Journal
of Traumatology
and Orthopedics
2024 Volume 31 Issue 1

УЧРЕДИТЕЛЬ:

ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России

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

Реклама

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

РЕДАКЦИЯ

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

Адрес редакции

127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10

ПОДПИСКА

На сайте журнала:
www.journals.eco-vector.com/0869-8678/

ИНДЕКСАЦИЯ

• РИНЦ (ядро) • SCOPUS • BAK K1 • RSCI
• Dimensions • Crossref • Google Scholar
• Белый список

Оригинал-макет изготовлен
ООО «Эко-Вектор».
Корректор: *С.И. Яли*
Верстка: *Ф.А. Игнащенко*
Обложка: *Ф.А. Игнащенко*

Сдано в набор 08.04.2024.
Подписано в печать 19.04.2024.
Выход в свет 30.04.2024. Формат 60 × 881/8.
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.
Цена свободная.



© ООО «Эко-Вектор», 2024

ISSN 0869-8678 (Print)

ISSN 2658-6738 (Online)

Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

Том 31 | Выпуск 1 | 2024

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ



Официальный печатный орган Общероссийской
Общественной Организации «Ассоциация
травматологов-ортопедов России» (АТОР)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Назаренко Антон Герасимович — профессор РАН, д-р мед. наук, директор
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии
и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-1314-2887

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
ORCID iD: 0000-0001-6689-5220

Цыкунов Михаил Борисович — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный
медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-0994-8602

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Крупаткин Александр Ильич — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный
медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0001-5582-5200

ПРЕДЫДУЩИЕ ГЛАВНЫЕ РЕДАКТОРЫ

Главный редактор (1994–1998)

член-корр. РАН

Юлий Георгиевич Шапошников

Главный редактор (1999–2023)

академик РАН

Сергей Павлович Миронов



Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения ав-
торов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи,
подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, ав-
торы 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

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

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>

Adv. department

Phone: +7 (968) 545 78 20

E-mail: adv2@eco-vector.com

EDITORIAL OFFICE

Executive editor

Diana A. Trukhina

E-mail: vto@eco-vector.com

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

Address: 10, Priorova str., 127299, Moscow,
Russian Federation

SUBSCRIPTION

Online via journal's webpage:

www.journals.eco-vector.com/0869-8678/

INDEXATION

- SCOPUS • RSCI • Dimensions • Crossref
- Google Scholar • White list • eLibrary

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 31 | Issue 1 | 2024

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL



The official publication of the Association
of Traumatologists and Orthopedists of Russia
(ATOR)

EDITOR-IN-CHIEF

Anton G. Nazarenko — professor of the Russian Academy of Sciences, MD,
Professor, Head of N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology
and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-1314-2887

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Marchel S. Vetrile — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center
of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0001-6689-5220

Mikhail B. Tsykunov — MD, Professor the Department
"Medical Rehabilitation" at N.N. Priorov National Medical Research Center
of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-0994-8602

EXECUTIVE SECRETARY

Aleksandr I. Krupatkin — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research
Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0001-5582-5200

EDITORS-IN-CHIEF EMERITUS

Editor-in-Chief (1994–1998)

Yuliy G. Shaposhnikov, MD, Dr. Sci.
(Medicine), Professor

Editor-in-Chief (1999–2023)

Sergei P. Mironov, MD, Dr. Sci.
(Medicine), Professor

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.



Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

Том 31 | Выпуск 1 | 2024

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алиев М.Б.Д. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-2706-4138

Базиндурашвили А.Г. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии
им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
ORCID iD: 0000-0001-8123-6944

Бодрова Р.А. — д-р мед. наук, доцент
КГМА — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,
Казань, Россия
ORCID iD: 0000-0003-3540-0162

Буйлова Т.В. — д-р мед. наук
Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
Нижний Новгород, Россия
ORCID iD: 0000-0003-0282-7207

Виссарионов С.В. — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии
им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
ORCID iD: 0000-0003-4235-5048

Голубев И.О. — д-р мед. наук, проф.
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,
Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-4235-5048

Губин А.В. — д-р мед. наук
Клиника высоких медицинских технологий
им. Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного
университета, Санкт-Петербург, Россия
ORCID iD: 0000-0003-3234-8936

Гуща А.О. — д-р мед. наук
ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-3451-5750

Дубров В.З. — д-р мед. наук, проф.
ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0001-5407-0432

Еськин Н.А. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-4738-7348

Загородний Н.В. — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-6736-9772

Иванов П.А. — д-р мед. наук, проф.
ГБУЗ г. Москвы «НИИ скорой помощи
им. Н.В. Склифосовского» ДЗМ, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-2954-6985

Каграманов С.В. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-8434-1915

Карпенко В.Ю. — д-р мед. наук
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-8280-8163

Коновалов Н.А. — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф.
ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-0824-1848

Крупаткин А.И. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0001-5582-5200

Кулешов А.А. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-9526-8274

Лежнев Д.А. — д-р мед. наук, проф.
ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова» Минздрава России,
Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-7163-2553

Мачак Г.А. — д-р мед. наук
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-7163-2553

Михайлова Л.К. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
Scopus Author ID: 7101764310

Морозов А.К. — д-р мед. наук
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
Scopus Author ID: 57209689451

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
ORCID iD: 0000-0001-5753-8926

Мушкин А.Ю. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт физиопульмонологии» Минздрава России,
Санкт-Петербург, Россия
ORCID iD: 0000-0002-1342-3278

Орлецкий А.К. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия
Scopus Author ID: 25623584100

Очкуренко А.А. — д-р мед. наук, проф.
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-1078-9725

Попков Д.А. — д-р мед. наук, проф., чл.-корр. Французской
академии медицинских наук
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии
им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России,
Курган, Россия
ORCID iD: 0000-0002-8996-867X

Родионова С.С. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-2726-8758

Рябых С.О. — д-р мед. наук.
Научно-исследовательский клинический институт
педиатрии и детской хирургии имени академика
Ю.Е. Вельтищева ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-8293-0521

Салтыкова В.Г. — д-р мед. наук, проф.
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-3879-6457

Сергеев Н.И. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «РНЦПР» Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0003-4147-1928

Снетков А.И. — д-р мед. наук, проф.
ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-2435-6920

Солод Э.И. — д-р мед. наук, проф.
ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия
Scopus Author ID: 57192003306

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
ORCID iD: 0000-0003-0733-2414

Хубутия М.Ш. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф.
ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи
им. Н.В. Склифосовского» ДЗМ, Москва, Россия
ORCID iD: 0000-0002-0746-1884

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

Хосни Г.А.
Университет Бенха, Бенха, Египет

Иванов М. — д-р мед. наук
Образовательные больницы Шеффилда Фонда NHS,
Великобритания
ORCID iD: 0000-0003-3016-8931

Кириенко А.
Клинический институт, Рочцано, Италия
Scopus Author ID: 7007011714

Чаудхари М.
Госпиталь Чодри, Акола, Индия
ORCID iD: 0000-0002-6721-8843

Миткович М.Б. — проф.
Нишский университет, Ниш, Сербия
ORCID iD: 0000-0002-2800-9790

Мадан С.С. — д-р мед. наук
Детский госпиталь, Шеффилд, Великобритания
ORCID iD: 0000-0003-2604-3810

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

Кавагути Е.
Университет Тоямы, Япония
ORCID iD: 0000-0001-7710-6012

N.N. Priorov

Journal of Traumatology and Orthopedics

Volume 31 | Issue 1 | 2024

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

EDITORIAL BOARD

Aliev M.B.D. — M.D., Professor, academician of the Russian Academy of Sciences, National Medical Research Center for Radiology, Moscow, Russia.
ORCID iD: 0000-0003-2706-4138

Baindurashvili A.G. — corresponding member of RAS, MD, Professor, Research children's orthopedic Institute G.I. Turner, Saint-Petersburg, Russia
ORCID iD: 0000-0001-8123-6944

Bodrova R.A. — MD, Professor, KSMA — Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Kazan, Russia
ORCID iD: 0000-0003-3540-0162

Buylova T.V. — MD, N.I. Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University (UNN), Nizhny Novgorod, Russia
ORCID iD: 0000-0003-0282-7207

Viissarionov S.V. — corresponding member of RAS, MD, Professor, G.I. Turner National Medical Research Center of Pediatric Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
ORCID iD: 0000-0003-4235-5048

Golubev I.O. — MD, Professor, RUDN University, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-4235-5048

Gubin A.V. — MD, Dr. Sci. (Medicine), Hospital of Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
ORCID iD: 0000-0003-3234-8936

Gushcha A.O. — Research Center of Neurology, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-3451-5750

Dubrov V.E. — MD, Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0001-5407-0432

Eskin N.A. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-4738-7348

Zagorodny N.V. — corresponding member of RAS, Professor, MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-6736-9772

Ivanov P.A. — MD, docent, Scientific Research Institute for Emergency Medicine named after N.V. Sklifosovsky of the Moscow City Health Department, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-2954-6985

Kagramanov S.V. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-8434-1915

Karpenko V.Y. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-8280-8163

Konovalov N.A. — MD, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-0824-1848

Krupatkin A.I. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0001-5582-5200

Kuleshov A.A. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-9526-8274

Lezhnev D.A. — MD, Professor, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-7163-2553

Machak G.N. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-7163-2553

Mikhailova L.K. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
Scopus Author ID: 7101764310

Morozov A.K. — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
Scopus Author ID: 57209689451

Murylev V.Yu. — MD, Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0001-5753-8926

Mushkin A.Yu. — MD, Professor, St. Petersburg National Medical Research Institute for Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia
ORCID iD: 0000-0002-1342-3278

Orletskiy A.K. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
Scopus Author ID: 25623584100

Ochkurenko A.A. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-1078-9725

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
ORCID iD: 0000-0002-8996-867X

Rodionova S.S. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-2726-8758

Ryabykh S.O. — MD, Dr. Sci. (Medicine), Veltischev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-8293-0521

Saltykova V.G. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-3879-6457

Sergeev N.I. — MD, Professor, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology (RSCRR), Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-4147-1928

Snetkov A.I. — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0002-2435-6920

Solod E.I. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia
Scopus Author ID: 57192003306

Solod E.I. — MD, Professor, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia
ORCID iD: 0000-0003-0733-2414

Khubutiya 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
ORCID iD: 0000-0002-0746-1884

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
ORCID iD: 0000-0003-3016-8931

Kirienko A. — Clinical Institute, Rozzano, Italy
Scopus Author ID: 7007011714

Chaudhary M. — Chaudhary Trust Hospital, Akola, India
ORCID iD: 0000-0002-6721-8843

Mitkovic M.B. — University of Nis, Nis, Serbia
ORCID iD: 0000-0002-2800-9790

Madan S.S. — MBBS, FRCS, MCh, MBA, FlntLM, Sheffield Children's Hospital, Sheffield, United Kingdom
ORCID iD: 0000-0003-2604-3810

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

Kawaguchi Y. — Toyama University, Toyama, Japan
ORCID iD: 0000-0001-7710-6012

СОДЕРЖАНИЕ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С.С. Родионова, Х.З.А. Аси, А.В. Кривова, Э. М. Муртазина

Дооперационные предикторы летальности при переломах проксимального отдела бедренной кости 9

*В.Н. Шиманский, Р.А. Султанов, Д.Г. Юсупова, В.К. Пошатаев, А.А. Зимин, С.В. Тяняшин,
А.Б. Зайцев, В.В. Карнаузов, Н.А. Супонева*

Оценка качества жизни у пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода
с помощью разработанного опросника в условиях нейрохирургической клиники 21

М.В. Паршиков, А.Б. Кошкин, Н.В. Ярыгин, С.В. Новиков, А.А. Прохоров, М.В. Говоров, Р.Н. Алиев, В.В. Гурьев

Опыт применения 3D-моделирования в лечении переломов пилона
(дистального метаэпифиза большеберцовой кости) 31

У.Ф. Мамедов, А.Д. Томов, О.И. Гатамов, Д.А. Попков

Эффективность управляемого роста в коррекции неравенства длины нижних конечностей
в рамках многоуровневых одномоментных ортопедических вмешательств у детей
с гемипаретическими формами церебрального паралича 45

*А.А. Кулешов, А.Г. Назаренко, В.А. Шаров, М.С. Ветрилэ, А.В. Овсянкин, Е.С. Кузьминова,
И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров, Ю.В. Струнина*

Сравнительная характеристика параметров шейного сагиттального баланса
и критериев атлантоаксиальной нестабильности у детей в норме и с синдромом Дауна 55

А.В. Крутько, А.Г. Назаренко, Г.Е. Балычев, Е.С. Байков, О.Н. Леонова

Предикторы успеха декомпрессивных хирургических вмешательств
при дегенеративном поясничном стенозе 67

С. Варма, П.К. Шарма, А. Файзал, А. Лукас

Боли в плечевом суставе: сравнительный анализ данных динамической ультрасонографии
и магнитно-резонансной томографии 81

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

Д.С. Кудашев, Г.Н. Светлова, М.Ю. Сефединова, С.Д. Зуев-Ратников, А.А. Князев

Аваскулярный некроз головки бедренной кости в сочетании
с септическим артритом тазобедренного сустава 91

ОБЗОРЫ

К.Р. Шерматов, М.В. Паршиков, К.М. Меджидов

Летальность при переломах дистального отдела бедренной кости (обзор литературы) 101

Д.И. Казанцев, А.А. Очкуренко, В.А. Пелеганчук, Ю.М. Батрак

Оценка эффективности локальной криотерапии после эндопротезирования коленного сустава
в раннем послеоперационном периоде. Систематический обзор литературы. 109

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Приоровские чтения — 2023. 127

ЮБИЛЕИ

Поздравляем академика РАН Г.П. Котельникова с 75-летием! 133

К столетию лауреата Государственной премии СССР,
премии Совета Министров СССР профессора К.М. Сиваша. 137

— в открытом доступе на сайте журнала

CONTENTS

ORIGINAL STUDY ARTICLES

-  *Svetlana S. Rodionova, Habiballah Zaid A. Asi, Alla V. Krivova, Elmira M. Murtazina*
Preoperative predictors of mortality in fractures of the proximal femur 9
-  *Vadim N. Shimanskiy, Ruslan A. Sultanov, Dzhamilya G. Yusupova, Vladimir K. Poshataev, Aleksey A. Zimin, Sergey V. Tanyashin, Aleksandr B. Zaitsev, Vasily V. Karnaukhov, Natalya A. Suponeva*
Evaluation of the quality of life in patients with meningiomas of the craniovertebral junction using a developed questionnaire in a neurosurgical clinic 21
-  *Mikhail V. Parshikov, Arsenty B. Koshkin, Nikolay V. Yargin, Sergey V. Novikov, Andrey A. Prokhorov, Mikhail V. Govorov, Rasul N. Aliev, Vladimir V. Guriev*
Our experience in 3D-modelling in pilon (distal tibial plafond) fractures 31
-  *Ulvi F. Mamedov, Ahmed D. Tomov, Orkhan I. Gatamov, Dmitry A. Popkov*
The effectiveness of controlled growth in correcting the inequality of the length of the lower extremities in the framework of multi-level simultaneous orthopedic interventions in children with hemiparetic forms of cerebral palsy. 45
-  *Alexander A. Kuleshov, Anton G. Nazarenko, Vladislav A. Sharov, Marchel S. Vetrile, Anatoliy V. Ovsyankin, Elena S. Kuzminova, Igor N. Lisyansky, Sergey N. Makarov, Uliya V. Strunina*
Comparative characteristics of cervical sagittal balance parameters and atlantoaxial instability criteria in normal and Down syndrome children 55
-  *Aleksandr V. Krutko, Anton G. Nazarenko, Gleb E. Balychev, Evgenii S. Baykov, Olga N. Leonova*
Success predictors of decompressive surgical treatment for lumbar degenerative spinal canal stenosis 67
-  *Sparsh Varma, Praveen K. Sharma, Afwaan Faizal, Ajay Lucas*
Exploring shoulder joint pain: a comparative analysis of dynamic ultrasonography and magnetic resonance imaging 81

CLINICAL CASES

- Dmitriy S. Kudashev, Galina N. Svetlova, Maria Yu. Sefedinova, Sergey D. Zuev-Ratnikov, Andrey A. Knyazev*
Avascular necrosis of the femoral head in combination with septic arthritis of the hip joint. 91

REVIEWS

- Kymbatbek R. Shermatov, Mikhail V. Parshikov, Kamal M. Medjidov*
Mortality in fracture of the distal femoral bone (review). 101
- Dmitriy I. Kazantsev, Aleksandr A. Ochkurenko, Vladimir A. Peleganchuk, Yurii M. Batrak*
The evaluation of the effectiveness of cryotherapy after a knee replacement in the early postoperative period. Systematic review. 109

BRIEF MESSAGES

-  Priorovsky Readings — 2023 127

ANNIVERSARY

-  Congratulations to Academician of the Russian Academy of Sciences Gennadiy P. Kotelnikov on his 75th anniversary! 133
-  On the 100th anniversary of the laureate of the USSR State Prize, the USSR Council of Ministers Prize, Professor Konstantin M. Sivash. 137

Дорогие друзья, коллеги!

Наступил 2024 год!

Это 30-й год выпуска нашего журнала «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова», впервые увидевшего свет в 1994 году.

У его истоков стояли выдающиеся отечественные учёные — член-корреспондент РАН Юлий Георгиевич Шапошников (основатель и главный редактор журнала с 1994 по 1998 г.) и академик РАН Сергей Павлович Миронов (главный редактор журнала с 1999 по 2023 г.). Журнал выходит четыре раза в год, у него множество постоянных читателей, прежде всего травматологов-ортопедов. В нём были опубликованы сотни оригинальных статей, описаний клинических случаев, лекций, обзоров литературы по актуальным темам. Сегодня мы бережём и развиваем традиции журнала.

В 2023 году журнал получил высший рейтинг — категорию «К1» в Российской системе цитирования, разработанной ВАК РФ. Принадлежность к этой системе позволяет авторам публиковать материалы для подготовки не только кандидатских, но и докторских диссертационных работ.

С 2023 года статьи, опубликованные в журнале «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова», индексируются в международной информационной базе SCOPUS.

В 2024 году ВАК РФ утвердила дополнительные специальности для публикации в нашем журнале: 3.1.6 — «онкология, лучевая терапия», 3.1.10 — «нейрохирургия», 3.1.25 — «лучевая диагностика», 3.1.33 — «восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия».

От всего коллектива Центра выражаю искреннюю благодарность всем, кто работает над журналом, — редколлегии, издательству, авторам статей, рецензентам и, конечно, читателям.

Всегда ждём ваших новых статей, пожеланий, замечаний и предложений.

С уважением,

**главный редактор журнала «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»,
директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии
и ортопедии им. Н.Н. Приорова» МЗ РФ, главный внештатный
специалист травматолог-ортопед МЗ РФ, профессор РАН А.Г. Назаренко**

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611130>

Дооперационные предикторы летальности при переломах проксимального отдела бедренной кости

С.С. Родионова¹, Х.З.А. Аси², А.В. Кривова², Э. М. Муртазина¹¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия;² Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Возраст и коморбидность рассматриваются как независимые дооперационные предикторы летальности при переломах проксимального отдела бедренной кости, однако их вклад остаётся предметом дискуссии.

Цель. Оценить прогностическую значимость возраста и индекса Charlson CCI для выживаемости лиц старших возрастных групп при переломах проксимального отдела бедренной кости.

Материалы и методы. Ретроспективно-проспективное исследование с включением всех случаев переломов проксимального отдела бедренной кости (коды по МКБ-10: S72.0, S72.1, S72.2), имевших место с 1 января по 31 декабря 2019 года у лиц старше 50 лет городов Твери, Торжка, Ржева, Вышнего Волочка и Кашина. Индекс Charlson для каждого пациента рассчитан с помощью онлайн-калькулятора и использования клинических данных, полученных из историй болезни и амбулаторных карт пациентов. Выживаемость оценивалась с помощью кривых Каплана–Мейера и среднего количества смертей в день на 1000 человек. Интервал наблюдения рассчитывался в днях с момента травмы до события смерти или последнего контакта с пациентом. Минимальный срок наблюдения составлял 876 дней, максимальный — 1492 дня.

Результаты. Выживаемость пациентов закономерно снижалась от менее возрастной к более возрастной группе как среди оперированных, так и неоперированных. Возраст наибольшего риска летальности — 85 лет и старше (медиана выживаемости — 257 дней, 95% ДИ 36,6–478,3). CCI значимо связан с выживаемостью: риск смерти при CCI >3 баллов выше по сравнению с CCI 2–3 балла в зависимости от интервала наблюдения в 3–6 раз. В исследуемой популяции CCI в большей степени, чем возраст, отражал состояние здоровья: в одной возрастной группе были пациенты с разным CCI.

Заключение. Применение в качестве предикторов летальности одновременно возраста и CCI как более точного показателя состояния здоровья позволит запланировать использование в дооперационном и раннем послеоперационном периоде дополнительных медицинских и социальных ресурсов и тем самым повысить выживаемость.

Ключевые слова: индекс Charlson; перелом проксимального отдела бедра; выживаемость; летальность.

Как цитировать:

Родионова С.С., Аси Х.З.А., Кривова А.В., Муртазина Э.М. Дооперационные предикторы летальности при переломах проксимального отдела бедренной кости // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611130>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611130>

Preoperative predictors of mortality in fractures of the proximal femur

Svetlana S. Rodionova¹, Habiballah Zaid A. Asi², Alla V. Krivova², Elmira M. Murtazina¹

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

² Tver' State Medical University, Tver', Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Age and comorbidities are considered independent preoperative predictors of mortality in proximal femoral fractures; however, their contribution remains debatable.

AIM: To assess the prognostic significance of age and Charlson Comorbidity Index (CCI) of the survival of older people with proximal femoral fractures.

MATERIALS AND METHODS: This retrospective prospective study included all cases of proximal femoral fractures that occurred between January 1, 2019, and December 31, 2019, in individuals over 50 years of age from the cities of Tver, Torzhok, Rzhev, VyshnyVolochek, and Kashin. ICD-10 codes: S72.0, S72.1, and S72.2. The CCI of each patient was calculated using an online calculator and clinical data obtained from patient and outpatient records. Statistical analysis. Survival was estimated using Kaplan–Meier curves and the average number of deaths per day per 1000 people. The follow-up interval was obtained in days from the time of injury to the event of death or last contact with the patient. The minimum observation period was 876 days, and the maximum was 1492 days.

RESULTS: The survival rate of patients decreased from younger to older age groups, both among those operated on and those who were not. Patients aged ≥ 85 years were at greatest risk (median survival: 257 days; 95% CI: 36.6–478.3). CCI was significantly associated with survival: the risk of death with CCI >3 was 3–6 times higher than that with CCI 2–3, depending on the follow-up interval. CCI reflected health status more than age: within the same age group, there were patients with different CCIs.

CONCLUSION: Using age and CCI simultaneously as predictors of mortality and more accurate indicators of health status will enable the planning of the utilization of additional medical and social resources in the preoperative and postoperative periods, thereby increasing survival.

Keywords: Charlson index; proximal femur fracture; survival; mortality.

To cite this article:

Rodionova SS, Asi HZA, Krivova AV, Murtazina EM. Preoperative predictors of mortality in fractures of the proximal femur. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):9–19. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611130>

Received: 21.10.2023

Accepted: 14.11.2023

Published online: 11.03.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Перелом проксимального отдела бедренной кости (ППОБК) у лиц старших возрастных групп является распространённой причиной летальности [1], поэтому оценка её риска и ожиданий выживаемости имеет значение для принятия решения о тактике лечения. Эта информация особенно важна для лиц старших возрастных групп, наиболее обременённых коморбидностью [2]. В качестве предоперационных независимых предикторов летальности при ППОБК чаще всего рассматриваются возраст, мужской пол, проживание в доме престарелых, множественные сопутствующие заболевания [3]. Однако убедительных доказательств влияния каждого из них на годовую и тем более среднесрочную летальность нет. Поэтому подчёркивается необходимость продолжения исследований, и прежде всего это касается оценки таких предикторов, как возраст и коморбидность [1, 4–7].

Цель исследования — оценка прогностической значимости возраста и индекса Charlson для выживаемости лиц старше 50 лет при ППОБК. Первичная конечная точка исследования — годовая выживаемость, вторичная — 2- и 3-летняя выживаемость.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено ретроспективно-проспективное исследование.

Критерии соответствия

Все пациенты с ППОБК с кодами диагнозов по МКБ-10 S72.0 (перелом шейки бедра), S72.1 (чрезвертельный перелом), S72.2 (подвертельный перелом).

Условия проведения

Исследование выполнялось с 1 января по 31 декабря 2019 года среди обратившихся в приёмное отделение поликлиники и/или госпитализированных в травматологические отделения городов Твери, Торжка, Ржева, Вышнего Волочка и Кашина.

Методы регистрации исходов

Информация для оценки исходов получена при телефонном контакте (однократном) с пациентом или его родственниками. При несостоявшемся телефонном контакте (не ответили) факт смерти пациента исключался или подтверждался данными региональной системы БАРС (работает с конца 2019 года) или Федеральной нотариальной палаты. Интервал наблюдения рассчитывался в днях с момента травмы до события смерти или последнего контакта с пациентом. Минимальный срок наблюдения составил 876 дней, максимальный — 1492 дня.

Для прогнозирования летальности наряду с возрастом использовали индекс Charlson (CCI). Как конечный показатель мультиморбидного статуса пациента CCI

рассчитывался в баллах с помощью онлайн-калькулятора, куда вносились данные о сопутствующих категориях коморбидности, каждая из которых имеет соответствующий балл (от 1 до 6) со скорректированным риском смертности и добавлением балла, соответствующего возрасту пациента (прилагается в калькуляторе на каждые 10 лет). В нашем исследовании в онлайн-калькулятор вносились данные, полученные из историй болезни или амбулаторных карт. В анализ включено 443 случая перелома, в 111 из них проводилось хирургическое лечение, в 332 — консервативное, поэтому влияние возраста и CCI на выживаемость оценивалось отдельно для оперированных и неоперированных пациентов. Число оперированных пациентов в анализируемой выборке с возрастом значимо снижалось ($p < 0,001$, критерий χ^2 Пирсона). К концу периода наблюдения из 443 пациентов в живых остались 239 человек, умерли 204. Кумулятивная летальность в группе пациентов, получивших хирургическое лечение, составила через 1 год 6,3%, через 2 года — 11,7%, через 3 года — 15,3%, при консервативном лечении — 32,5, 44 и 57,5% соответственно. Выживаемость при различных видах лечения не сравнивалась, так как при хирургическом лечении на выживаемость оказывали дополнительное влияние такие предикторы, как сама операция, длительность дооперационного периода.

Статистический анализ

Использовалась программа SPSS 23. Для оценки связи между порядковыми или номинальными переменными применялся критерий χ^2 Пирсона. Коэффициент парной корреляции рассчитывали по методу Спирмена. Для разделения пациентов на группы по возрасту применяли ROC-кривые, по CCI — кривые Каплана–Мейера. Выживаемость пациентов изучалась с помощью метода Каплана–Мейера. Вероятность дожития до определённого срока дана с 95% доверительным интервалом. Минимальный интервал наблюдения составил 876 дней, максимальный — 1492 дня. Пациенты, выбывшие из наблюдения до максимального срока, были цензурированы (цензурирование справа). Парные сравнения оценивались по логранговому критерию. Среднее число лиц, умерших в день на произвольном интервале, рассчитывалось по формуле:

$$Q \text{ (человек)} = \frac{A \times 1000}{L \times (N - a)},$$

где A — число смертей на интервале, L — длительность интервала в днях, N — изначальное число пациентов в анализируемой группе, a — число пациентов, умерших на предыдущих временных интервалах, Q — среднее число лиц, умерших на интервале в день, на 1000 человек в группе.

Этическая экспертиза

Исследование соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской

декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Возраст и выживаемость

Для получения возрастных групп, наиболее различающихся по выживаемости, использовались ROC-кривые (аgа 0.670). Получены следующие критические точки: 77 лет и моложе (1-я группа), 78 лет и старше (2-я группа), 85 лет и старше (3-я группа).

Число пациентов в выделенных возрастных группах и число смертей в них к концу срока наблюдения раздельно среди неоперированных и оперированных представлены в табл. 1. Выживаемость пациентов по возрастным группам для неоперированных представлена на рис. 1, для оперированных — на рис. 2.

У неоперированных пациентов (рис. 1) при парных сравнениях выявлено, что выживаемость в 1-й группе является значимо большей, чем во 2-й и 3-й, $p=0,001$ и $<0,001$ соответственно. Выживаемость во 2-й группе значимо отличалась от таковой в 3-й группе, $p<0,001$ (логранговый критерий). Медиана выживаемости в 1-й группе к концу наблюдения не была достигнута, во 2-й группе достигалась к 973-му дню (95% ДИ 613,6–1332,4), в 3-й группе — к 257-му дню (95% ДИ 36,6–478,3).

У оперированных пациентов (рис. 2) выживаемость в 1-й группе была значимо большей, чем во 2-й, $p<0,001$ (логранговый критерий). Среди оперированных в 3-й группе было только 3 человека, поэтому статистический анализ не проводился. Медиана выживаемости как в 1-й, так и во 2-й группе не достигалась на интервале наблюдения. Среднее число смертей в день раздельно для групп

оперированных и неоперированных пациентов приведено в табл. 2.

Среди неоперированных (табл. 2) среднее число смертей в день было наибольшим в первые 90 дней, и у лиц старше 85 лет — существенно выше, чем в двух других группах. Если в 1-й группе этот показатель существенно снижался на последующих интервалах, то во 2-й и особенно в 3-й группе он оставался повышенным на всех интервалах наблюдения. У оперированных среднее число смертей в день в 1-й группе было низким на протяжении всего периода наблюдения, во 2-й — несколько выше и практически не менялось первые 2 года, тенденция к снижению показателя отмечена только на интервале 3-го года наблюдения. Оценить показатель в группе старше 85 лет не представлялось возможным, так как в исследуемой выборке пациентов этого возраста практически не оперировали. В течение первого года число смертей в день в возрастной группе 78–84 года было в 4 раза выше, чем в группе ≤ 77 лет.

Влияние индекса коморбидности Charlson на выживаемость

Влияние на выживаемость индекса коморбидности Charlson, так же как и возраста, оценивалось раздельно среди оперированных и неоперированных пациентов. Разделение по CCI проведено согласно принципу получения наибольших различий между группами по кривым выживаемости: 1-я группа — до 3 баллов, 2-я группа — 4–8 баллов и 3-я группа — 9 и более баллов. Число пациентов в выделенных по CCI группах и число смертей в них к концу срока наблюдения, раздельно среди неоперированных и оперированных, представлены в табл. 3. Кривые выживаемости пациентов с различным CCI представлены на рис. 3 (неоперированные) и рис. 4 (оперированные).

При парных сравнениях неоперированных пациентов (рис. 3) выявлено, что выживаемость в группе с CCI

Таблица 1. Исходы перелома проксимального отдела бедренной кости в выделенных возрастных группах оперированных и неоперированных пациентов к концу срока наблюдения

Table 1. Proximal femur fracture outcomes in selected age groups, operated and unoperated patients by the end of follow-up period

Операция	Возрастные группы	Всего пациентов	Число смертей	Редактировано	
				n	%
Нет	1-я	133	49	84	63,2
	2-я	114	66	48	42,1
	3-я	85	70	15	17,6
	Все	332	185	147	44,3
Да	1-я	87	10	77	88,5
	2-я	21	7	14	66,7
	3-я	3	2	1	33,3
	Все	111	19	92	82,9

Примечание. 1-я группа — до 77 лет, 2-я — 78–84 года, 3-я — 85 лет и старше.

Note. Group 1 — under 77 years old, group 2 — 78–84 years old, and group 3 — 85 years old and over.

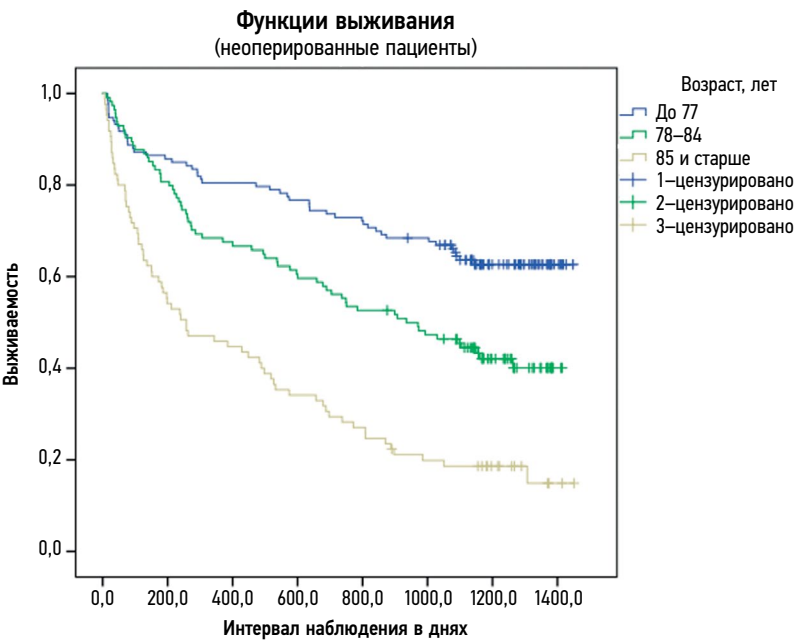


Рис. 1. Кривые выживаемости Каплана–Мейера неоперированных пациентов в выделенных возрастных группах.
Fig. 1. Kaplan-Meier survival curves of unoperated patients in selected age groups.

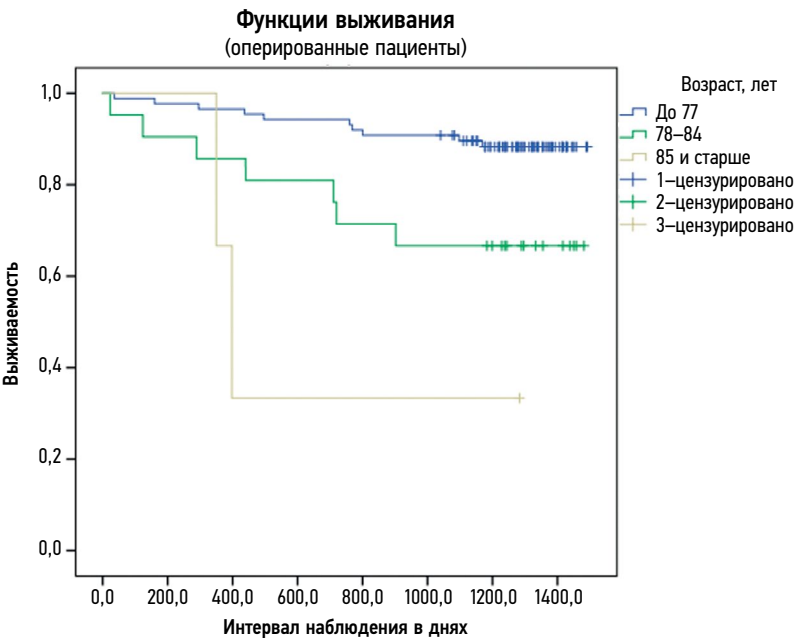


Рис. 2. Кривые выживаемости Каплана–Мейера оперированных пациентов в разных возрастных группах.
Fig. 2. Kaplan-Meier survival curves of operated patients in different age groups.

Таблица 2. Среднее число смертей в день в выделенных возрастных группах на 1000 человек на разных временных интервалах среди неоперированных и оперированных пациентов
Table 2. Average number of deaths per day in selected age groups per 1000 people at different time intervals among unoperated and operated patients

Период наблюдения (дни)	90		91–365		366–730		731–1492	
	Неопер.	Опер.	Неопер.	Опер.	Неопер.	Опер.	Неопер.	Опер.
До 77 лет	1,25	0,13	0,34	0,08	0,26	0,07	0,31	0,1
78–84 года	1,17	0,53	0,85	0,36	0,79	0,45	0,57	0,18
85 лет и старше	3,13		1,20		0,78		0,86	

Таблица 3. Пациенты и исходы перелома проксимального отдела бедренной кости в выделенных по индексу Charlson группах к концу срока наблюдения

Table 3. Patients and outcomes of proximal femoral fracture in the Charlson index-designated groups by the end of follow-up period

Операция	Группы	Всего	Число смертей	Редактировано	
				n	%
Нет	1-я	25	5	20	80,0
	2-я	209	112	97	46,4
	3-я	98	68	30	30,6
	Все	332	185	147	44,3
Да	1-я	36	2	34	94,4
	2-я	68	14	54	79,4
	3-я	7	3	4	57,1
	Все	111	19	92	82,9

Примечание. 1-я группа — до 3 баллов, 2-я группа — 4–8 баллов, 3-я группа — 9 и более баллов.

Note. Group 1 — up to 3 points, group 2 — 4–8 points, group 3 — 9 or more points.

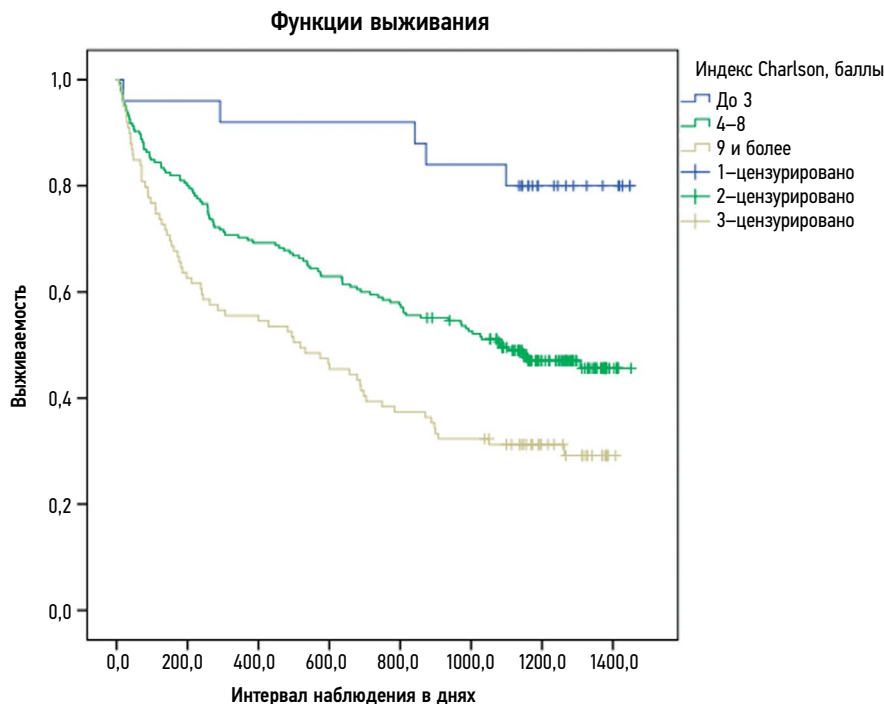


Рис. 3. Кривые выживаемости Каплана–Мейера неоперированных пациентов с различным индексом коморбидности Charlson.

Fig. 3. Kaplan-Meier survival curves of unoperated patients with different Charlson comorbidity index.

до 3 баллов значимо выше, чем во 2-й и 3-й группах, $p=0,003$ и $<0,001$ соответственно, во 2-й группе — выше, чем в 3-й, $p=0,003$ (логранговый критерий). Медиана выживаемости в 1-й группе не достигалась к концу срока наблюдения, во 2-й группе достигалась к 1081-му дню (95% ДИ 758,9–1403,1), в 3-й — к 518-му дню (95% ДИ 207,5–828,5).

При парных сравнениях групп с разным ССИ среди неоперированных пациентов (рис. 4) выявлено, что в 1-й группе выживаемость значимо выше, чем во 2-й и 3-й группах, $p=0,041$ и $0,001$ соответственно (логранговый критерий). Различия между 2-й и 3-й группами статистически незначимы (возможно, из-за малого числа наблюдений

в 3-й группе). Медиана выживаемости в группах не достигалась к концу периода наблюдения.

Так же, как и в возрастных группах, в группах с разным ССИ оценивалось среднее число смертей в день (на 1000 человек) на исследуемых временных интервалах и отдельно для неоперированных и оперированных пациентов (табл. 4).

Среднее число смертей (табл. 4) среди неоперированных было наибольшим во всех группах в первые 90 дней, возрастая во 2-й и 3-й группах по отношению к 1-й группе в 3,7 и 5,6 раза соответственно. На последующих временных интервалах в 1-й группе число смертей оставалось низким, во 2-й — тенденция к снижению отмечена

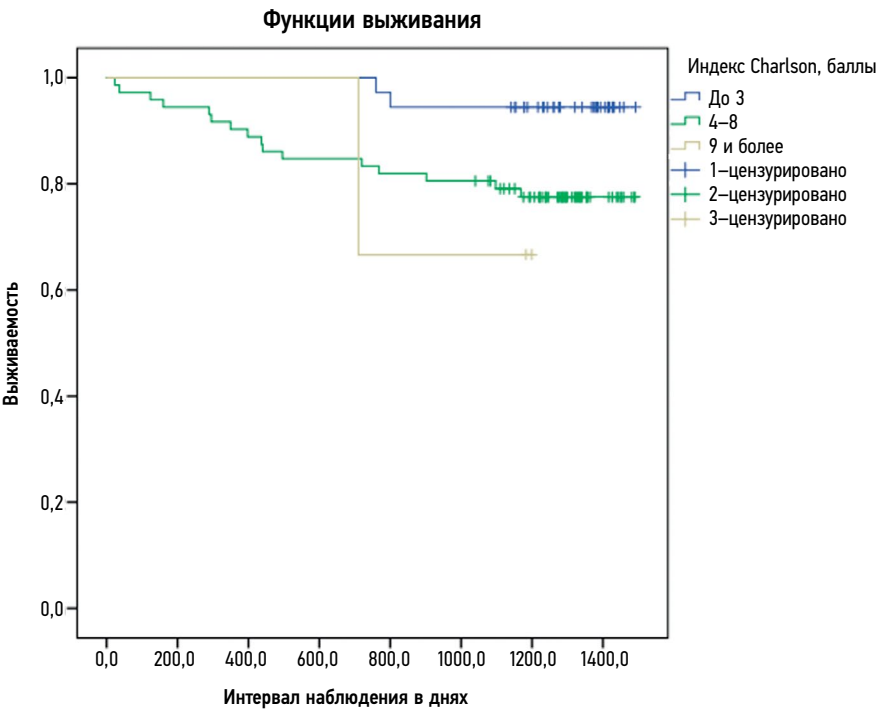


Рис. 4. Кривые выживаемости Каплана–Мейера оперированных пациентов с различным индексом коморбидности Charlson.
Fig. 4. Kaplan-Meier survival curves of operated patients with different Charlson comorbidity index.

Таблица 4. Среднее число смертей в день на 1000 человек среди неоперированных и оперированных пациентов с разным индексом Charlson на анализируемых временных интервалах
Table 4. Mean number of mortality per day / 1000 people among unoperated and operated patients with different Charlson index at the analyzed time intervals

Период наблюдения (дни)	90		91–365		366–730		731–1492	
	Неопер.	Опер.	Неопер.	Опер.	Неопер.	Опер.	Неопер.	Опер.
До 3 баллов	0,44	0,0	0,15	0,0	0,12	0,0	0,12	0,15
4–8 баллов	1,63	0,3	0,64	0,26	0,42	0,21	0,45	0,09
9 и более баллов	2,47		0,78		0,97		0,56	

после первого года, в 3-й группе — только после двух лет. Среди оперированных при ССИ 0–3 балла выживаемость первые 2 года составляла 100%, при ССИ 4–8 баллов выживаемость оказалась несколько ниже и существенно не менялась на интервалах наблюдения. В группе с ССИ ≥9 баллов было всего 7 пациентов, поэтому анализ не проводился.

При сопоставлении возрастных групп и групп, разделённых по ССИ (табл. 5), выявлено, что пациенты с ССИ до 3 баллов как среди оперированных, так и неоперированных были только в возрастной группе 77 лет и моложе. Однако даже в этой возрастной группе основная масса пациентов имели ССИ 4–8 баллов (среди неоперированных — 72,9%, среди оперированных — 56,3%). В возрастной группе 78–84 лет преобладали пациенты с ССИ 4–8 баллов: 60,5% среди неоперированных и 76,2% среди

оперированных. Надо отметить, что в этой возрастной группе среди оперированных оказалось 23,8% пациентов с ССИ ≥9. Что касается возрастной группы 85 лет и старше, то половина пациентов имели ССИ 4–8 баллов, половина — ≥9 баллов, и им крайне редко выполнялось хирургическое лечение. Медиана выживаемости пациентов при сочетании возраста 85 лет и старше и ССИ ≥9 баллов составила 185 дней (95% ДИ 91–280). Корреляция возраста и ССИ в исследуемой выборке составляла 0,635 (корреляция Спирмена).

ОБСУЖДЕНИЕ

В период планирования лечения пациентов с ППОБК для оценки выживаемости чаще ориентируются на возраст. Так, отмечено, что выживаемость после ППОБК

Таблица 5. Сопоставление возрастных групп с группами, разделёнными по индексу Charlson**Table 5.** Comparison of age groups with groups divided by the Charlson index

Операция			Индекс коморбидности Charlson			Всего
			1-я	2-я	3-я	
Нет	Возрастные группы	1-я	25 18,8%	97 72,9%	11 8,3%	133 100,0%
		2-я	0 0,0%	69 60,5%	45 39,5%	114 100,0%
		3-я	0 0,0%	43 50,6%	42 49,4%	85 100,0%
	Всего		25 7,5%	209 63,0%	98 29,5%	332 100,0%
	Да	Возрастные группы	1-я	36 41,4%	49 56,3%	2 2,3%
2-я			0 0,0%	16 76,2%	5 23,8%	21 100,0%
3-я			0 0,0%	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
Всего			36 32,4%	68 61,3%	7 6,3%	111 100,0%

значительно снижается у лиц в возрасте > 65 лет [10–12], что нашло подтверждение и в нашей выборке: выживаемость пациентов как в группе оперированных, так и неоперированных закономерно снижалась от менее возрастной к более возрастной группе. Лица в возрасте 85 лет и старше (в нашей выборке пациенты этого возраста оказались среди неоперированных) были группой наибольшего риска, так как до года не дожили половина неоперированных пациентов (медиана выживаемости 257 дней, 95% ДИ 36,6–478,3), в то время как в группе 78–84 лет до 2,5 года дожили 50% пациентов, а в группе 77 лет и моложе медиана выживаемости не была достигнута как среди оперированных, так и среди неоперированных даже к концу срока наблюдения. Среднее число смертей в день среди пациентов 85 лет и старше также на всех интервалах наблюдения было существенно выше по сравнению с другими возрастными группами. По некоторым данным, риск летальности резко возрастает с достижением возраста 83,4 года [13], по данным нашей выборки — это возраст 85 лет и старше. Однако роль возраста как предиктора летальности, по мнению ряда авторов, ограничена. Так, N.H. Varady с соавт. [14] показали, что при ППОБК в оценке риска летальности ССИ превосходит роль не только отдельных сопутствующих заболеваний, но и возраста. Как показатель оценки летальности ССИ используется с 1987 года [15]. И хотя изначально оценка ССИ не предназначалась для пациентов с ППОБК, в настоящее время показана его высокая прогностическая значимость и при этой патологии [14, 16].

Проведённая в нашем исследовании оценка ССИ прежде всего выявила низкий уровень состояния здоровья лиц с ППОБК: все пациенты с ССИ 2–3 балла оказались в возрастной группе 77 лет и моложе. Более того, большая часть пациентов этой возрастной группы как среди неоперированных (72,3%), так и оперированных (56,3%) имели ССИ от 4 до 8 баллов или даже ≥ 9 — 8,3 и 2,3% соответственно.

По некоторым данным, увеличение ССИ с 1–2 до 3–4 баллов повышает годовую летальность у пациентов с ППОБК с 26 до 52% [17], при ССИ ≥ 4 баллов риск смерти по сравнению с ССИ 2–3 балла увеличивается от 3,1 до 8,5 раза [16]. Снижение выживаемости при ССИ ≥ 4 баллов отмечено и другими исследователями [18]. При ССИ ≥ 4 баллов 65-летний уровень выживаемости в 2 раза ниже по сравнению с выживаемостью лиц с ССИ 3 балла и ниже [17]. Это касается и 10-летней выживаемости [2]. В нашей выборке выживаемость пациентов с ССИ до 3 баллов была значимо выше по сравнению с группами с ССИ 4–8 и ≥ 9 баллов среди как неоперированных, так и оперированных пациентов ($p=0,041$, $0,001$ соответственно), что проявлялось медианой выживаемости сравниваемых групп, а также средним числом смертей в день на 1000 человек. Этот показатель увеличивался от 1-й ко 2-й и 3-й группе в зависимости от интервала наблюдения в 3 и более раза.

Для оценки риска летальности используются и другие критерии, например классификация физического состояния, разработанная Американским обществом анестезиологов (ASA). Однако, по имеющимся данным [19],

прогностическая ценность ССИ является самой высокой среди всех предикторов летальности, и его оценка может, в том числе, влиять на принятие такого непопулярного решения, как решение не оперировать пациента [20]. Что касается использования для оценки риска летальности при ППОБК такого показателя, как ASA [21], то имеются доказательства [14], что ССИ в оценке 90-дневной и годичной летальности показывает более точные результаты по сравнению с ASA (для 90-дневной смертности точность выше на 42%, для годичной — на 112%).

В нашей популяционной выборке отмечена статистически значимая корреляция возраста и ССИ. Тем не менее мы полагаем, что каждый из них может быть только одним из критериев риска летальности, так как в одной возрастной группе могут быть пациенты с разным ССИ, который влияет на выживаемость независимо от возраста.

Ограничения исследования

Ограничения исследования связаны с его ретроспективным характером: исследователи были вынуждены полагаться на медицинские записи, сделанные другими врачами, и вполне возможно, что сопутствующих заболеваний было больше, чем зарегистрировано. Также мы не смогли контролировать потенциальные мешающие факторы, которые могли повлиять на результаты, такие как приём лекарств, курение, послеоперационный уход за пациентом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Группой максимального риска летальности при ППОБК являются пациенты 85 лет и старше с ССИ ≥ 9 баллов. Медиана выживаемости этих пациентов — 185 дней

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xu B.Y., Yan S., Low L.L., et al. Predictors of poor functional outcomes and mortality in patients with hip fracture: a systematic review // BMC Musculoskelet Disord. 2019. Vol. 20, № 1. P. 568. doi: 10.1186/s12891-019-2950-0
2. Miettinen S.S.A., Savolainen S., Kröger H. Charlson comorbidity index predicts the 10-year survivorship of the operatively treated hip fracture patients // Eur J Orthop Surg Traumatol. 2023. Vol. 33, № 4. P. 1141–1148. doi: 10.1007/s00590-022-03259-2
3. Fangke H., Chengying J., Jing S., Peifu T., Yan W. Preoperative predictors for mortality following hip fracture surgery: A systematic review and meta-analysis // Injury. 2012. Vol. 43, № 6. P. 676–685. doi: 10.1016/j.injury.2011.05.017
4. Pereira S.R., Puts M.T., Portela M.C., Sayeg M.A. The impact of pre fracture and hip fracture characteristics on mortality in older persons in Brazil // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2010. Vol. 468, № 7. P. 1869–1883. doi: 10.1007/s11999-009-1147-5
5. Sterling R.S. Gender and race/ethnicity differences in hip fracture incidence, morbidity, mortality, and function // Clin Orthop Relat Res. 2011. Vol. 469, № 7. P. 1913–8. doi: 10.1007/s11999-010-1736-3

(95% ДИ 91–280). Одновременное применение в качестве предикторов летальности возраста и ССИ как более точного показателя состояния здоровья позволит планировать использование в дооперационном и раннем послеоперационном периоде дополнительных медицинских и социальных ресурсов и тем самым улучшить годичную и среднесрочную выживаемость при ППОБК.

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 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.

6. Ishidou Y., Koriyama C., Kakoi H., et al. Predictive factors of mortality and deterioration in performance of activities of daily living after hip fracture surgery in Kagoshima, Japan // Geriatr Gerontol Int. 2017. Vol. 17, № 3. P. 391–401. doi: 10.1111/ggi.12718
7. Kimura A., Matsumoto Y., Wakata Y., et al. Predictive factors of mortality of patients with fragility hip fractures at 1 year after discharge: A multicenter, retrospective study in the northern Kyushu district of Japan // Journal of Orthopaedic Surgery. 2019. Vol. 27, № 3. P. 2309499019866965. doi: 10.1177/2309499019866965
8. Ondeck N.T., Bohl D.D., Bovonratwet P., et al. Discriminative ability of commonly used indices to predict adverse outcomes after poster lumbar fusion: a comparison of demographics, ASA, the modified Charlson Comorbidity Index, and the modified Frailty Index // Spine J. 2018. Vol. 18, № 1. P. 44–52. doi: 10.1016/j.spinee.2017.05.028
9. Ondeck N.T., Bohl D.D., Bovonratwet P., et al. Predicting adverse outcomes after total hip arthroplasty: a comparison of demographics, the American Society of Anesthesiologists class, the modified Charlson comorbidity index, and the modified frailty index // J Am Acad Orthop Surg. 2018. Vol. 26, № 20. P. 735–743. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00009

10. Schousboe J.T. Mortality after osteoporotic fractures: What proportion is caused by fracture and is preventable? // *J Bone Miner Res.* 2017. Vol. 32, № 9. P. 1783–1788. doi: 10.1002/jbmr.3216
11. Paksima N., Koval K.J., Aharanoff G., et al. Predictors of mortality after hip fracture: a 10-year prospective study // *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2008. Vol. 66, № 2. P. 111–117.
12. Galler M., Zellner M., Roll C., et al. A prospective study with ten years follow-up of two-hundred patients with proximal femoral fracture // *Injury.* 2018. Vol. 49, № 4. P. 841–845. doi: 10.1016/j.injury.2018.02.026
13. Li X., Zhang P., Zhu S., et al. All-cause mortality risk in aged femoral intertrochanteric fracture patients // *J Orthop Surg Res.* 2021. Vol. 16, № 1. P. 727. doi: 10.1186/s13018-021-02874-9
14. Varady N.H., Gillinov S.M., Yeung C.M., et al. The Charlson and Elixhauser Scores Outperform the American Society of Anesthesiologists Score in Assessing 1-year Mortality Risk After Hip Fracture Surgery // *Clin Orthop Relat Res.* 2021. Vol. 479, № 9. P. 1970–1979. doi: 10.1097/CORR.0000000000001772
15. Charlson M.E., Pompei P., Ales K.L., MacKenzie C.R. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation // *Journal of Chronic Diseases.* 1987. Vol. 40, № 5. P. 373–383. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8
16. Raichandani K., Agarwal S., Jain H., Bharwani N. Mortality profile after 2 years of hip fractures in elderly patients treated

- with early surgery // *J Clin Orthop Trauma.* 2021. Vol. 18. P. 1–5. doi: 10.1016/j.jcot.2021.04.00B
17. Jiang L., Chou A.C.C., Nadkarni N., et al. Charlson Comorbidity Index Predicts 5-Year Survivorship of Surgically Treated Hip Fracture Patients // *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation.* 2018. Vol. 9. P. 2151459318806442. doi: 10.1177/2151459318806442
18. Cher E.W.L., Allen J.C., Howe T.S., Koh J.S.B. Comorbidity as the dominant predictor of mortality after hip fracture surgeries // *Osteoporos Int.* 2019. Vol. 30, № 12. P. 2477–2483. doi: 10.1007/s00198-019-05139-8
19. Xing F., Luo R., Chen W., Zhou X. The risk-adjusted Charlson comorbidity index as a new predictor of one-year mortality rate in elderly Chinese patients who underwent hip fracture surgery // *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021. Vol. 107, № 3. P. 102860. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102860
20. Frenkel R.T., Assaly A., Vitenberg M., Shemesh S., Burg A., Haviv B., Velkes S. Outcome of non-surgical treatment of proximal femur fractures in the fragile elderly population // *Injury.* 2019. Vol. 50, № 7. P. 1347–1352. doi: 10.1016/j.injury.2019.05.022
21. Дубров В.З., Шелупаев А.А., Арутюнов Г.П., и др. Переломы проксимального отдела бедренной кости. Клиника, диагностика и лечение (Клинические рекомендации, в сокращении) // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2021. Т. 28, № 4. С. 49–89. doi: 10.17816/vto100763

REFERENCES

1. Xu BY, Yan S, Low LL, et al. Predictors of poor functional outcomes and mortality in patients with hip fracture: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):568. doi: 10.1186/s12891-019-2950-0
2. Miettinen SSA, Savolainen S, Kröger H. Charlson comorbidity index predicts the 10-year survivorship of the operatively treated hip fracture patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2023;33(4):1141–1148. doi: 10.1007/s00590-022-03259-2
3. Fangke H, Chengying J, Jing S, Peifu T, Yan W. Preoperative predictors for mortality following hip fracture surgery: A systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2012;43(6):676–685. doi: 10.1016/j.injury.2011.05.017
4. Pereira S, Puts MT, Portela MC, Sayeg MA. The impact of pre fracture and hip fracture characteristics on mortality in older persons in Brazil. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2010;468(7):1869–1883. doi: 10.1007/s11999-009-1147-5
5. Sterling RS. Gender and race/ethnicity differences in hip fracture incidence, morbidity, mortality, and function. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(7):1913–8. doi: 10.1007/s11999-010-1736-3
6. Ishidou Y, Koriyama C, Kakoi H, et al. Predictive factors of mortality and deterioration in performance of activities of daily living after hip fracture surgery in Kagoshima, Japan. *Geriatr Gerontol Int.* 2017;17(3):391–401. doi: 10.1111/ggi.12718
7. Kimura A, Matsumoto Y, Wakata Y, et al. Predictive factors of mortality of patients with fragility hip fractures at 1 year after discharge: A multicenter, retrospective study in the northern Kyushu district of Japan. *Journal of Orthopaedic Surgery.* 2019;27(3):2309499019866965. doi: 10.1177/2309499019866965
8. Ondeck NT, Bohl DD, Bovonratwet P, et al. Discriminative ability of commonly used indices to predict adverse outcomes after poster lumbar fusion: a comparison of demographics, ASA, the modified

- Charlson Comorbidity Index, and the modified Frailty Index. *Spine J.* 2018;18(1):44–52. doi: 10.1016/j.spinee.2017.05.028
9. Ondeck NT, Bohl DD, Bovonratwet P, et al. Predicting adverse outcomes after total hip arthroplasty: a comparison of demographics, the American Society of Anesthesiologists class, the modified Charlson comorbidity index, and the modified frailty index. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(20):735–743. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00009
10. Schousboe JT. Mortality after osteoporotic fractures: What proportion is caused by fracture and is preventable? *J Bone Miner Res.* 2017;32(9):1783–1788. doi: 10.1002/jbmr.3216
11. Paksima N, Koval KJ, Aharanoff G, et al. Predictors of mortality after hip fracture: a 10-year prospective study. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2008;66(2):111–117.
12. Galler M, Zellner M, Roll C, et al. A prospective study with ten years follow-up of two-hundred patients with proximal femoral fracture. *Injury.* 2018;49(4):841–845. doi: 10.1016/j.injury.2018.02.026
13. Li X, Zhang P, Zhu S, et al. All-cause mortality risk in aged femoral intertrochanteric fracture patients. *J Orthop Surg Res.* 2021;16(1):727. doi: 10.1186/s13018-021-02874-9
14. Varady NH, Gillinov SM, Yeung CM, et al. The Charlson and Elixhauser Scores Outperform the American Society of Anesthesiologists Score in Assessing 1-year Mortality Risk After Hip Fracture Surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 2021;479(9):1970–1979. doi: 10.1097/CORR.0000000000001772
15. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *Journal of Chronic Diseases.* 1987;40(5):373–383. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8
16. Raichandani K, Agarwal S, Jain H, Bharwani N. Mortality profile after 2 years of hip fractures in elderly patients treated with early surgery. *J Clin Orthop Trauma.* 2021;18:1–5. doi: 10.1016/j.jcot.2021.04.00B

17. Jiang L, Chou ACC, Nadkarni N, et al. Charlson Comorbidity Index Predicts 5-Year Survivorship of Surgically Treated Hip Fracture Patients. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*. 2018;9:2151459318806442. doi: 10.1177/2151459318806442
18. Cher EWL, Allen JC, Howe TS, Koh JSB. Comorbidity as the dominant predictor of mortality after hip fracture surgeries. *Osteoporos Int*. 2019;30(12):2477–2483. doi: 10.1007/s00198-019-05139-8
19. Xing F, Luo R, Chen W, Zhou X. The risk-adjusted Charlson comorbidity index as a new predictor of one-year mortality rate in elderly Chinese patients who underwent hip fracture

- surgery. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021;107(3):102860. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102860
20. Frenkel RT, Assaly A, Vitenberg M, Shemesh S, Burg A, Haviv B, Velkes S. Outcome of non-surgical treatment of proximal femur fractures in the fragile elderly population. *Injury*. 2019;50(7):1347–1352. doi: 10.1016/j.injury.2019.05.022
21. Dubrov VE, Shelupaev AA, Arutyunov GP, et al. Fractures of the proximal femur. Clinical features, diagnosis and treatment (Clinical guidelines, abridged version). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(4):49–89. doi: 10.17816/vto100763

ОБ АВТОРАХ

*** Родионова Светлана Семёновна**, д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10;
ORCID: 0000-0002-2726-8758;
eLibrary SPIN: 3529-8052;
e-mail: rod06@inbox.ru

Аси Хабибллах Заид Ахмед;
ORCID: 0000-0002-9194-743X;
e-mail: habeb.asi395@mail.ru

Кривова Алла Владимировна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-9722-1285;
eLibrary SPIN: 9755-0627;
e-mail: krivova267@gmail.com

Муртазина Эльмира Мидхатовна;
ORCID: 0009-0000-6903-4012;
e-mail: nes_murtazina@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Svetlana S. Rodionova**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
address: 10 Priorova str., 127299 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-2726-8758;
eLibrary SPIN: 3529-8052;
e-mail: rod06@inbox.ru

*** Habiballah Zaid A. Asi**;
ORCID: 0000-0002-9194-743X;
e-mail: habeb.asi395@mail.ru

Alla V. Krivova, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0002-9722-1285;
eLibrary SPIN: 9755-0627;
e-mail: krivova267@gmail.com

Elmira M. Murtazina;
ORCID: 0009-0000-6903-4012;
e-mail: nes_murtazina@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto608174>

Оценка качества жизни у пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода с помощью разработанного опросника в условиях нейрохирургической клиники

В.Н. Шиманский¹, Р.А. Султанов¹, Д.Г. Юсупова², В.К. Пошатаев¹, А.А. Зимин²,
С.В. Таняшин¹, А.Б. Зайцев³, В.В. Карнаухов^{1,4}, Н.А. Супонева²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия;

² Научный центр неврологии, Москва, Россия;

³ Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия;

⁴ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Валидированного инструмента для оценки качества жизни, специфичного для конкретного заболевания, на данный момент не разработано. Опубликованные работы зарубежных коллег только частично отражают качество жизни пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода и не охватывают весь спектр функциональных нарушений при данном заболевании.

Цель. Разработать и валидировать опросник для изучения качества жизни пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода.

Материалы и методы. Проведено ретро- и проспективное исследование 119 пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода до и после хирургического и комбинированного (хирургическое удаление опухоли с последующим проведением лучевой терапии) лечения с использованием разработанного валидированного опросника.

Результаты. Разработан и валидирован опросник качества жизни для пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода. Расчёт внутренней согласованности шкалы показал, что значение коэффициента альфы Кронбаха составляет 0,78 ($p < 0,001$) и подтверждает, таким образом, её достаточный уровень. При анализе чувствительности опросника показано, что оценки до и после операции значимо не различались ($p = 0,62$, t -критерий).

Заключение. В результате проведённого исследования был создан первый в мировой и отечественной литературе опросник качества жизни для пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода. В краткосрочном периоде отразить динамику качества жизни данный опросник не способен.

Ключевые слова: менингиома; краниовертебральный переход; качество жизни; валидация; опухоли основания черепа; задняя черепная ямка.

Как цитировать:

Шиманский В.Н., Султанов Р.А., Юсупова Д.Г., Пошатаев В.К., Зимин А.А., Таняшин С.В., Зайцев А.Б., Карнаухов В.В., Супонева Н.А. Оценка качества жизни у пациентов с менингиомами области краниовертебрального перехода с помощью разработанного опросника в условиях нейрохирургической клиники // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 21–30. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto608174>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto608174>

Evaluation of the quality of life in patients with meningiomas of the craniovertebral junction using a developed questionnaire in a neurosurgical clinic

Vadim N. Shimanskiy¹, Ruslan A. Sultanov¹, Dzhamilya G. Yusupova², Vladimir K. Poshataev¹, Aleksey A. Zimin², Sergey V. Tanyashin¹, Aleksandr B. Zaitsev³, Vasiliy V. Karnaukhov^{1,4}, Natalya A. Suponeva²

¹ Burdenko Neurosurgical Center, Moscow, Russia;

² Neurology Research Center, Moscow, Russia;

³ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

⁴ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A validated tool for assessing the quality of life specific to a particular disease has not yet been developed. Previous studies only partially investigated the quality of life of patients with craniovertebral junction meningiomas and did not include the entire spectrum of functional disorders in this disease.

AIM: To develop and validate a questionnaire to assess the quality of life of patients with craniovertebral junction meningiomas.

MATERIALS AND METHODS: A retrospective and prospective study of 119 patients with craniovertebral junction meningiomas was conducted before and after surgical and combined (surgical removal of the tumor followed by radiation therapy) treatment using a validated questionnaire developed.

RESULTS: A quality of life questionnaire for patients with craniovertebral junction meningiomas was developed and validated. Determining the internal consistency of the scale showed that the Cronbach alpha coefficient was $\alpha=0.78$ ($p<0.001$), confirming its sufficient level. In analyzing the sensitivity of the questionnaire, the estimates before and after surgery did not differ significantly ($p=0.62$, t -criterion).

CONCLUSIONS: This study developed the first quality of life questionnaire worldwide for patients with craniovertebral junction meningiomas. In summary, this questionnaire is not able to reflect the dynamics of the quality of life.

Keywords: meningioma; craniovertebral junction; quality of life; validation; skull base tumor; posterior fossa.

To cite this article:

Shimanskiy VN, Sultanov RA, Yusupova DG, Poshataev VK, Zimin AA, Tanyashin SV, Zaitsev AB, Karnaukhov VV, Suponeva NA. Evaluation of the quality of life in patients with meningiomas of the craniovertebral junction using a developed questionnaire in a neurosurgical clinic. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):21–30. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto608174>

ОБОСНОВАНИЕ

Менингиомы области краниовертебрального перехода (МОКВП) — это доброкачественные медленно растущие опухоли, происходящие из клеток паутинной оболочки головного мозга. Они составляют 1,5–3,2% среди всех интракраниальных менингиом (4–23 человека на 1 млн населения) и 6–8% среди менингиом задней черепной ямки. МОКВП диагностируют преимущественно у взрослых пациентов (средний возраст — 50,1 года) [1]. Женщины болеют чаще мужчин, соотношение варьирует от 2:1 до 3,6:1 [2].

Точная оценка качества жизни у пациентов с МОКВП в последние годы становится всё более важной. Несмотря на то, что показатели летальности при данной патологии близки к нулю, инвалидизация при МОКВП может достигать 30% после лечения [2–4]. В настоящее время пациентам с МОКВП доступны разные методы терапии. Они включают в себя хирургическое, лучевое и комбинированное (хирургическое с последующим проведением лучевой терапии) лечение. Также в некоторых случаях применяется тактика наблюдения с выполнением регулярных магнитно-резонансных томограмм [2, 4]. По данным отечественной и мировой литературы, клинические проявления при МОКВП чрезвычайно разнообразны. Наиболее частыми симптомами являются головная боль, боль в шее и шаткость при ходьбе. Также у пациентов выявляются мышечная слабость и снижение чувствительности в конечностях, чаще с ипсилатеральной стороны, и нарушение глотания и осиплость голоса в до- и послеоперационном периоде [2, 3, 5].

Учитывая, что МОКВП являются доброкачественными опухолями, вопрос качества жизни пациентов до и после лечения представляется особенно актуальным. Благодаря усовершенствованиям технологии нейровизуализации эти опухоли диагностируются раньше и при меньших размерах, что требует от врачей тщательной оценки рисков и преимуществ перед принятием решения о методе лечения. Неврологический и функциональный дефицит, выявляемый врачом у пациента, не всегда может совпадать с личным мнением исследуемого о своей проблеме. При сборе анамнеза и оценке состояния должны учитываться два не зависящих друг от друга мнения: врача и пациента. Показатели, описываемые в литературе, такие как сохранение функции глотания после операции, атаксия и мышечная слабость, прямым образом могут влиять на качество жизни пациентов после лечения. Известно, что 42% пациентов с интракраниальными менингиомами испытывают чувство тревожности в послеоперационном периоде, а число работающих пациентов после лечения сокращается на 20% [6–8].

Существуют многочисленные исследования по данному заболеванию, которые связаны с тактикой лечения, течением послеоперационного периода и оценкой функционального и неврологического статуса, однако валидированного инструмента для оценки качества жизни,

специфичного для конкретного заболевания, на данный момент не разработано. Опубликованные работы зарубежных коллег только частично отражают качество жизни пациентов с МОКВП и не охватывают весь спектр функциональных нарушений при данном заболевании. Наиболее близким по содержащимся критериям оценки качества жизни у пациентов с опухолями задней черепной ямки является опросник PANQOL (Penn Acoustic Neuroma Quality-of-Life Scale), однако он разрабатывался для лиц с невриномами слухового нерва, в связи с чем в него не включены подпункты, касающиеся нарушения глотания, атаксии, дисфонии и прочих характерных для пациентов с МОКВП неврологических выпадений [9]. Также стоит отметить универсальный опросник SF-36, который применяется при многочисленных заболеваниях для оценки качества жизни [10]. Однако в нём также отсутствуют разделы, отражающие специфику МОКВП. В 2018 году в работе A. Raco и соавт. было проведено исследование качества жизни у пациентов с МОКВП после хирургического лечения. Авторы предлагают оценивать качество жизни по шкале Карновского и выявляют предикторы исходов на основании полученных результатов [11]. Шкала Карновского отражает в целом степень независимости и инвалидизации пациента (по аналогии с модифицированной шкалой Рэнкина), но в отличие от шкалы Рэнкина нарушения выражаются не в стадиях/степенях, а в процентах от нормы. То есть шкала Карновского оценивает состояние пациента в целом, не отражая отдельные аспекты качества жизни, связанные с очаговой неврологической симптоматикой [12].

Таким образом, для точной оценки качества жизни пациентов с МОКВП с учётом характерного для данного заболевания симптомокомплекса необходим специфический валидированный инструмент. Система оценки результатов лечения, используемая Всемирной организацией здравоохранения, базируется на трёх составляющих: нарушении функции органов и систем, ограничении активности и социальной роли в жизни общества [13]. Идеальный инструмент должен отражать нарушения качества жизни на каждом из этих трёх уровней.

Учитывая эти принципы, целью описанного исследования были разработка и валидация первого специфического опросника качества жизни для пациентов с МОКВП на русском языке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено ретро- и проспективное исследование качества жизни с участием пациентов с первичными менингиомами области краниовертебрального перехода.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- возраст старше 18 лет;

- лечение только в центре нейрохирургии;
- носители русского языка.

Критерии исключения:

- возраст младше 18 лет;
- пациенты с множественными первичными менигиомами;
- лица, которые не являются носителями русского языка.

Условия проведения

Исследование проведено на базе Национального медицинского исследовательского центра (НМИЦ) нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко в период с 2005 по 2022 год.

Описание медицинского вмешательства

С целью подготовки будущего инструмента был проведён тщательный обзор литературы, в котором особое внимание уделялось исследованиям из открытых источников [5, 9, 10, 14–16]. На основании проведённого поиска литературы был создан предварительный опросник, содержащий 20 утверждений биполярной шкалы Лайкерта с градацией от 1 («абсолютно не согласен») до 5 («абсолютно согласен»), отражавших степень согласия с представленным утверждением [16]. В данном опроснике больным предлагалось оценить своё состояние исходя из предложенных суждений, основанных на жалобах пациентов. К типовым и наиболее часто встречающимся жалобам относятся: боль в шее с иррадиацией в голову, шаткость походки, онемение и слабость в руках и ногах, а также в плечевом поясе, затруднение при глотании и осиплость голоса. Изначально опросник отражал нарушения в области тревожности, расстройства функции равновесия, функции каудальной группы черепных нервов, функции верхних и нижних конечностей, а также общего состояния. Выбор данных категорий основывался на тщательном анализе клинической картины, характерной для МОКВП.

Первичная апробация первой версии опросника проводилась в формате индивидуального собеседования. Целью данного этапа было проверить и максимально приблизить содержание опросника к культурным и языковым особенностям русскоязычного населения. Сбор данных проводился на базе НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко у пациентов с МОКВП после подписания добровольного информированного согласия. Ключевыми моментами данного этапа являлись:

- понимание сформулированных суждений в опроснике;
- наличие или отсутствие психологического дискомфорта при выборе ответа;
- логичность в интерпретации полученных данных.

В рамках второго этапа проверялась внешняя валидность опросника на основании мнения пациентов, а также содержательная валидность на основании мнения специалистов-экспертов.

Далее было проведено обсуждение с высококвалифицированными специалистами — нейрохирургами, неврологами, лингвистами, которые имеют учёную степень. Отбор суждений для шкалы производился в процессе пилотного тестирования, после которого был скорректирован текст опросника, осуществлён окончательный выбор наиболее оптимального количества и вариантов вопросов. В результате повторного обсуждения с экспертами была получена окончательная версия опросника качества жизни для пациентов с МОКВП, состоящего из 18 пунктов.

Характеристика пациентов, участвовавших в исследовании

В данном исследовании приняли участие 119 пациентов (из которых 99 были женщинами) с менигиомами области краниовертебрального перехода, получивших хирургическое ($n=90$) и комбинированное (сочетание хирургического и лучевого, $n=29$) лечение. Медиана возраста пациентов составила 59 (51–66) лет. Здесь и далее данные приведены в виде медианы и межквартильного интервала Me (IQR).

Медиана объёма опухоли составила 7,0 (3,1–13,0) см³. По топографо-анатомической характеристике опухоли имели переднебоковое (65,5%), боковое (16,8%), заднебоковое (10,1%), переднее (4,2%) и заднее (3,4%) расположение.

Нарушение функции каудальной группы черепных нервов до операции отмечалось в 36% случаев, а после операции — в половине случаев. Частота болевого синдрома после операции по сравнению с исходным состоянием увеличилась с 77 до 89%. В то же время частота снижения мышечной силы уменьшилась с 48 до 39%. У пациентов отмечались сопутствующие заболевания: гипертоническая болезнь — у 29%, сахарный диабет — у 22%, ишемическая болезнь сердца — у 14%. В результате проведённых операций большинство пациентов не отметили существенных изменений (61,3%), ухудшение зафиксировано в 22,3% случаев, а улучшение отметили 17,4% больных.

Компрессия ствола головного мозга I степени отмечалась в 23,8%, II степени — в 37,2%, III — в 39,0% случаев. В 43% случаев наблюдалось окутывание позвоночной артерии опухолью.

Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Процедура валидации

В данной работе в исследовании психометрических показателей участвовала группа врачей-специалистов, которые проводили оценку до и после операции.

Психометрические показатели

Надёжность шкалы отражает её устойчивость к различным ошибкам измерения и включает ряд параметров, среди которых в данном исследовании оценивалась внутренняя согласованность [17].

Таблица 1. Характеристика пациентов, включённых в исследование**Table 1.** Characteristics of patients included in the study

Группа (вид лечения)	Кол-во пациентов, <i>n</i>	Пол		Возраст, лет
		муж.	жен.	
Хирургическое	90	15	75	59 (51–66)
Комбинированное	29	5	24	59 (51–67)
Вся выборка	119	20	99	59 (51–66)

Примечание. Данные представлены в виде *Me* (IQR) — медиана и межквартильный размах.

Note. Data are presented as *Me* (IQR) — median and interquartile range.

Внутренняя согласованность шкалы показывает степень взаимосвязи оценок между всеми пунктами шкалы. Для оценки данной характеристики шкалы применяли общепринятый критерий — коэффициент альфа Кронбаха, при интерпретации которого учитывали, что приемлемое значение критерия составляет от 0,7 и более.

Валидность — это способность шкалы оценивать именно те характеристики, для изучения которых шкала была создана. Исследование шкалы включало оценку содержательной валидности. Этот аспект валидности отражает, насколько пункты шкалы соответствуют заложенному в неё смысловому компоненту, и оценивается путём экспертной оценки.

Другим важнейшим психометрическим свойством опросника является чувствительность, то есть способность выявлять динамику в состоянии пациента в результате лечения. Для оценки чувствительности разработанного опросника сопоставляли результаты по шкале до операции и на 7-е сутки после неё.

Статистический анализ данных

Размер репрезентативной выборки определяли в соответствии с общепринятыми рекомендациями [2]. Объём группы в 119 человек был достаточным для проведения всех требуемых расчётов с достаточным уровнем статистической значимости. Размер выборки связан с низкой распространённостью заболевания.

Результаты, полученные на полной выборке больных ($n=119$) как до лечения, так и после него, соответствовали нормальному распределению, что определило использование параметрических методов статистического анализа. При исследовании психометрических параметров шкалы применяли следующие методы статистического анализа данных: внутреннюю согласованность, как указывалось выше, оценивали посредством коэффициента альфа Кронбаха, чувствительность — с помощью *t*-критерия для связанных выборок. Во всех случаях проверки гипотез пороговым уровнем значимости считался $p < 0,05$. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 23.

Этическая экспертиза

Все манипуляции, выполненные в исследовании с участием людей, соответствовали стандартам локального этического комитета, а также Хельсинкской декларации 1964 г. и более поздним поправкам к ней или сопоставимым этическим стандартам. Для исследования этого типа формального согласия локального этического комитета не требуется.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании оценок специалистов-экспертов получены высокие показатели содержательной валидности — понятность, лёгкость и удобство оценки и информативность опросника в целом. В процессе анкетирования все пациенты отметили понятность и доступность информации в опроснике, а также лёгкость его заполнения. В среднем заполнение опросника пациентом составило 5 мин. Комментарии по некоторым суждениям, выявленные в ходе тестирования, были незначительны.

Предложенная нами окончательная версия опросника качества жизни для пациентов с МОКВП (приложение 1) состоит из 6 блоков. Блок 1 содержит вопросы, которые отражают тревожность пациентов по поводу своего заболевания. В блок 2 включены вопросы, направленные на определение степени нарушения равновесия. В блоке 3 содержатся вопросы о нарушении каудальной группы черепных нервов (нарушение глотания, нарушение движения языка). Вопросы блока 4 позволяют выявить имеющиеся нарушения функции верхних и нижних конечностей. Блок 5 отражает общее состояние пациентов в бытовой деятельности. Вопросы блока 6 содержат вопросы о влиянии имеющихся нарушений на социальную жизнь человека. Каждый блок состоит из трёх вопросов, которые в полной мере отражают клинические проявления и проблемы, связанные с ними, у пациентов с МОКВП. Каждый вопрос оценивался от 1 («абсолютно не согласен») до 5 баллов («абсолютно согласен») и отражал степень согласия с представленным утверждением, суммарный результат по каждому блоку мог составлять от 3 до 15 баллов, или от 18 до 90 баллов за весь опросник. Чем больше количество баллов, тем более выражены

нарушения и тем ниже качество жизни. Результаты оценки качества жизни с помощью разработанного опросника были проанализированы статистическими методами. Максимальное количество баллов за каждый блок — 15, минимальное — 3. Максимальное количество баллов за весь опросник — 80, минимальное — 18. Высокому уровню нарушений соответствуют 12–15 (80–65) баллов. Умеренному уровню — 9–11 (64–49) баллов. Низкому уровню — 6–8 (48–33) баллов. Нарушения отсутствуют — 3–5 (18–32) баллов.

Психометрические свойства опросника

Расчёт внутренней согласованности шкалы показал, что значение коэффициента альфа Кронбаха составляет 0,78 ($p < 0,001$) и подтверждает, таким образом, её достаточный уровень.

Оценка содержательной валидности продемонстрировала, что пункты опросника соответствуют заложенному в него смысловому компоненту (что было показано при проведении экспертных комиссий).

При анализе чувствительности опросника было показано, что оценки до операции (средний балл = $54,8 \pm 9,8$) и после операции (средний балл = $55,7 \pm 10,1$) значительно не различались ($p = 0,62$, t -критерий) (рис. 1). Отсутствие динамики до и после операции может быть связано с адаптацией пациентов к имеющимся нарушениям.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты целого ряда литературных данных свидетельствуют о том, что спланированная тактика лечения пациентов с МОКВП влияет на их функциональные исходы и качество жизни [2–4, 18]. Использование

стандартизированного опросника для оценки качества жизни пациентов с МОКВП позволит составить полную картину заболевания с учётом мнения врача и пациента о данной проблеме.

В результате исследования проведены апробация и валидация опросника для оценки симптомов/проблем, влияющих на качество жизни пациентов с МОКВП, и выполнено тестирование его психометрических свойств. В ходе апробации инструмента пациенты отмечали ясность и лаконичность при выборе ответов на вопросы.

Методы, выбранные для валидации опросника, основаны на классических подходах к оценке качества жизни и направлены на определение содержательности инструмента и его применимости в клинической практике. Ключевой психометрической характеристикой, которую проверяли в ходе апробации опросника для оценки пригодности его применения в клинической практике, являлась надёжность, то есть способность его устойчивости к различным ошибкам измерения. Среди прочего в данном исследовании оценивалась внутренняя согласованность. Внутренняя согласованность шкалы показывает степень взаимосвязи оценок между всеми пунктами шкалы. Для оценки данной характеристики шкалы применяли общепринятый критерий — коэффициент альфа Кронбаха α , в нашем исследовании он составляет 0,78, что означает высокую точность получаемых результатов.

В ходе исследования изучена возможность определять различия показателей симптомов/проблем между пациентами в зависимости от клинических признаков, а также зависимость суммарного балла по опроснику от количества испытываемых пациентами симптомов/проблем, связанных с заболеванием, что является очень важным свойством опросника и свидетельствует о достоверности

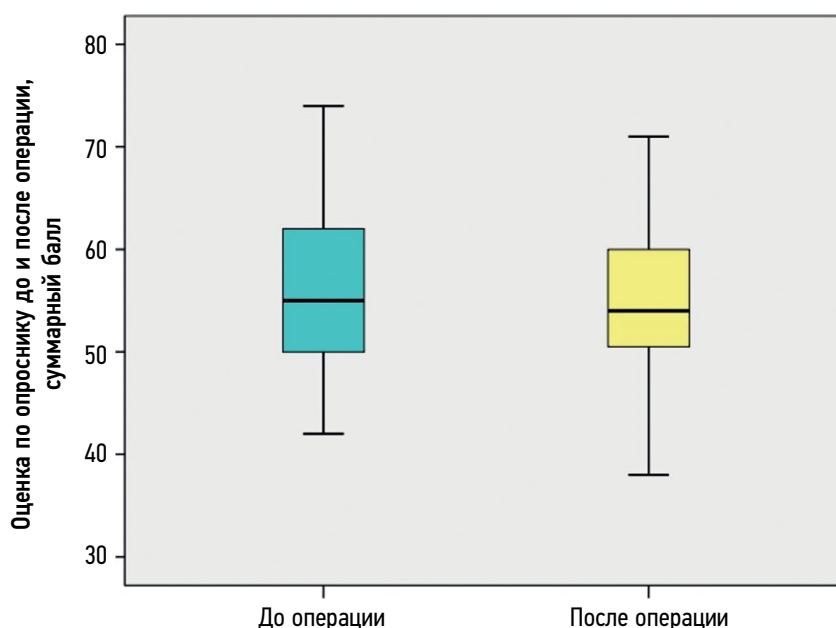


Рис. 1. Оценка по опроснику до операции и через 7 дней после неё.

Fig. 1. Evaluation according to the questionnaire before and 7 days after surgery.

и информативности данных, которые можно получить при его использовании у пациентов с разными формами заболевания и при разной выраженности его проявлений. В доступной литературе нами была найдена одна работа, посвящённая качеству жизни пациентов с МОКВП. В исследовании А. Расо и соавт. (2018) главным выводом является то, что на исход влияют радикальность и топографо-анатомическое расположение опухоли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате исследования был создан первый в мировой и отечественной литературе опросник оценки качества жизни пациентов с менигиомами области краниовертебрального перехода. Он оказался надёжным и простым в использовании скрининговым инструментом оценки качества жизни. В краткосрочном периоде (через 7 дней после операции) отразить динамику качества жизни данный опросник оказался не способен — мы полагаем, что его можно будет использовать в динамике через более продолжительный период времени. Учитывая хорошие психометрические свойства, разработанный нами инструмент может быть рекомендован к использованию у пациентов с менигиомами области краниовертебрального перехода в клинической неврологической и нейрохирургической практике.

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: В.Н. Шиманский — хирургическое лечение пациентов, редактирование статьи; Р.А. Султанов — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Д.Г. Юсупова, В.К. Пошатаев, А.Б. Зайцев — курация, подготовка и написание текста статьи; А.А. Зимин — статистический анализ данных, подготовка и написание текста статьи; С.В. Танышин — хирургическое лечение пациентов, редактирование статьи; В.В. Карнаухов — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников; Н.А. Супонева — курация, редактирование статьи.

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. V.N. Shimanskiy, S.V. Tanyashin — surgical treatment; V.N. Shimanskiy, S.V. Tanyashin, N.A. Suponeva — editing an article; R.A. Sultanov, V.V. Karnaukhov — literature review; R.A. Sultanov, D.G. Yusupova, V.K. Poshataev, A.A. Zimin, A.B. Zaitsev — wrote the manuscript with input from all authors; A.A. Zimin — analyzed data.

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. Arnautovic K.I., Al-Mefty O., Husain M. Ventral foramen magnum meningiomas // *Neurosurgery*. 2000. Vol. 92 Suppl 1. P. 71–80. doi: 10.3171/spi.2000.92.1.0071
2. Fernandes M.W., De Aguiar P.H., Galafassi G.Z., et al. Foramen magnum meningioma: Series of 20 cases. Complications, risk factors for relapse, and follow-up // *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*. 2021. Vol. 12, № 4. P. 406–11. doi: 10.4103/jcvjs.jcvjs_58_21
3. Paun L., Gondar R., Borrelli P., Meling T.R. Foramen magnum meningiomas: a systematic review and meta-analysis // *Neurosurgical Review*. 2021. Vol. 44, № 5. P. 2583–2596. doi: 10.1007/s10143-021-01478-5
4. Pirotte B.J., Brothi J., DeWitte O. Management of anterolateral foramen magnum meningiomas: surgical vs conservative decision making // *Neurosurgery*. 2010. Vol. 67 Suppl 3. P. 58–70. doi: 10.1227/01.NEU.0000382971.63877.DD
5. Samii M., Klekamp J., Carvalho G. Surgical Results for Meningiomas of the Craniocervical Junction // *Neurosurgery*. 1996. Vol. 39, № 6. P. 1086–1095. doi: 10.1097/00006123-199612000-00003
6. Nassiri F., Price B., Shehab A., et al.; International Consortium on Meningiomas. Life after surgical resection of a meningioma:

a prospective cross-sectional study evaluating health-related quality of life // *Neuro-Oncology*. 2019. Vol. 21 Suppl 1. P. 32–43. doi: 10.1093/neuonc/ny152

7. Timmer M., Seibl-Leven M., Wittenstein K., et al. Long-Term Outcome and Health-Related Quality of Life of Elderly Patients After Meningioma Surgery // *World Neurosurgery*. 2019. Vol. 125. P. 697–710. doi: 10.1016/j.wneu.2019.01.158

8. Wirsching H.G., Morel C., Roth P., Weller M. Socioeconomic burden and quality of life in meningioma patients // *Quality Life Research*. 2020. Vol. 29, № 7. P. 1801–1808. doi: 10.1007/s11136-020-02461-1

9. Shaffer B.T., Cohen M.S., Bigelow D.C., Ruckenstein M.J. Validation of a disease-specific quality-of-life instrument for acoustic neuroma: the Penn Acoustic Neuroma Quality-of-Life Scale // *Laryngoscope*. 2010. Vol. 120, № 8. P. 1646–54. doi: 10.1002/lary.20988

10. Ware J.E. Jr, Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection // *Medical Care*. 1992. Vol. 30, № 6. P. 473–83.

11. Raco A., Pesce A., Toccaceli G., et al. Quality of Life After Craniovertebral Junction Meningioma Resection: Shaping the Real Neurologic and Functional Expectancies About These Surgeries in a

Contemporary Large Multicenter Experience // *World Neurosurgery*. 2018. Vol. 110. P. 583–591. doi: 10.1016/j.wneu.2017.05.177

12. Karnofsky D.A., Burchenal J.H. The evaluation of chemotherapeutic agents against neoplastic disease // *Cancer research*. 1948. Vol. 8. P. 388–389.

13. Escorpizo R., Stucki G., Cieza A., Davis K., Stumbo T., Riddle D.L. Creating an interface between the International Classification of Functioning, Disability and Health and physical therapist practice // *Physical Therapy*. 2010. Vol. 90, № 7. P. 1053–63. doi: 10.2522/ptj.20090326

14. In J., Kang H., Kim J.H., et al. Tips for troublesome sample-size calculation // *Korean Journal Anesthesiology*. 2020. Vol. 73, № 2. P. 114–120. doi: 10.4097/kja.19497

15. Keshwara S.M., Gillespie C.S., Mustafa M.A., et al. Quality of life outcomes in incidental and operated meningiomas (QUALMS): a cross-sectional cohort study // *Journal of Neuro-oncology*. 2023. Vol. 161, № 2. P. 317–327. doi: 10.1007/s11060-022-04198-y

16. Likert R. A technique for the measurement of attitudes // *Archives of Psychology*. 1932. Vol. 22, № 140. P. 5–55.

17. Белова А.Н. Шкалы, тесты и опросники в неврологии и нейрохирургии. Москва: Практическая медицина, 2018. 696 с. EDN: LSYFLZ

18. Mehta G.U., Zenonos G., Patibandla M.R., et al. Outcomes of stereotactic radiosurgery for foramen magnum meningiomas: an international multicenter study // *Journal Neurosurgery*. 2018. Vol. 129, № 2. P. 383–389. doi: 10.3171/2017.3.JNS163008

REFERENCES

1. Arnautovic KI, Al-Mefty O, Husain M. Ventral foramen magnum meningiomas. *Neurosurgery*. 2000;92 Suppl 1:71–80. doi: 10.3171/spi.2000.92.1.0071

2. Fernandes MW, De Aguiar PH, Galafassi GZ, et al. Foramen magnum meningioma: Series of 20 cases. Complications, risk factors for relapse, and follow-up. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*. 2021;12(4):406–11. doi: 10.4103/jcvjs.jcvjs_58_21

3. Paun L, Gondar R, Borrelli P, Meling TR. Foramen magnum meningiomas: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical Review*. 2021;44(5):2583–2596. doi: 10.1007/s10143-021-01478-5

4. Pirotte BJ, Brotchi J, DeWitte O. Management of anterolateral foramen magnum meningiomas: surgical vs conservative decision making. *Neurosurgery*. 2010;67 Suppl 3:58–70. doi: 10.1227/01.NEU.0000382971.63877.DD

5. Samii M, Klekamp J, Carvalho G. Surgical Results for Meningiomas of the Craniocervical Junction. *Neurosurgery*. 1996;39(6):1086–1095. doi: 10.1097/00006123-199612000-00003

6. Nassiri F, Price B, Shehab A, et al.; International Consortium on Meningiomas. Life after surgical resection of a meningioma: a prospective cross-sectional study evaluating health-related quality of life. *Neuro-Oncology*. 2019;21 Suppl 1:32–43. doi: 10.1093/neuonc/noy152

7. Timmer M, Seibl-Leven M, Wittenstein K, et al. Long-Term Outcome and Health-Related Quality of Life of Elderly Patients After Meningioma Surgery. *World Neurosurgery*. 2019;125:697–710. doi: 10.1016/j.wneu.2019.01.158

8. Wirsching HG, Morel C, Roth P, Weller M. Socioeconomic burden and quality of life in meningioma patients. *Quality Life Research*. 2020;29(7):1801–1808. doi: 10.1007/s11136-020-02461-1

9. Shaffer BT, Cohen MS, Bigelow DC, Ruckenstein MJ. Validation of a disease-specific quality-of-life instrument for acoustic neuroma:

the Penn Acoustic Neuroma Quality-of-Life Scale. *Laryngoscope*. 2010;120(8):1646–54. doi: 10.1002/lary.20988

10. Ware JE Jr, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical Care*. 1992;30(6):473–83.

11. Raco A, Pesce A, Toccaceli G, et al. Quality of Life After Craniovertebral Junction Meningioma Resection: Shaping the Real Neurologic and Functional Expectancies About These Surgeries in a Contemporary Large Multicenter Experience. *World Neurosurgery*. 2018;110:583–591. doi: 10.1016/j.wneu.2017.05.177

12. Karnofsky DA, Burchenal JH. The evaluation of chemotherapeutic agents against neoplastic disease. *Cancer research*. 1948;8:388–389.

13. Escorpizo R, Stucki G, Cieza A, Davis K, Stumbo T, Riddle DL. Creating an interface between the International Classification of Functioning, Disability and Health and physical therapist practice. *Physical Therapy*. 2010;90(7):1053–63. doi: 10.2522/ptj.20090326

14. In J, Kang H, Kim JH, et al. Tips for troublesome sample-size calculation. *Korean Journal Anesthesiology*. 2020;73(2):114–120. doi: 10.4097/kja.19497

15. Keshwara SM, Gillespie CS, Mustafa MA, et al. Quality of life outcomes in incidental and operated meningiomas (QUALMS): a cross-sectional cohort study. *Journal of Neuro-oncology*. 2023;161(2):317–327. doi: 10.1007/s11060-022-04198-y

16. Likert R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. 1932;22(140):5–55.

17. Belova AN. *Scales, tests and questionnaires in neurology and neurosurgery*. Moscow: Practical Medicine; 2018. 696 p. (In Russ). EDN: LSYFLZ

18. Mehta GU, Zenonos G, Patibandla MR, et al. Outcomes of stereotactic radiosurgery for foramen magnum meningiomas: an international multicenter study. *Journal Neurosurgery*. 2018;129(2):383–389. doi: 10.3171/2017.3.JNS163008

ОБ АВТОРАХ

Шиманский Вадим Николаевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-3816-847X;
eLibrary SPIN: 6970-6906;
e-mail: vadim@shimansky.ru

AUTHORS' INFO

Vadim N. Shimanskiy, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0002-3816-847X;
eLibrary SPIN: 6970-6906;
e-mail: vadim@shimansky.ru

*** Султанов Руслан Айратович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 125047, Москва,
4-я Тверская-Ямская ул., д. 16;
ORCID: 0000-0003-1363-7564;
eLibrary SPIN: 6865-6586;
e-mail: rus4455@yandex.ru

Юсупова Джамиля Гереевна; канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-5826-9112;
eLibrary SPIN: 7532-8030;
e-mail: dzhamilya-d@mail.ru

Попатаев Владимир Кириллович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-3279-3733;
eLibrary SPIN: 5349-2639;
e-mail: glaser@list.ru

Зимин Алексей Алексеевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-9226-2870;
eLibrary SPIN: 9525-1805;
e-mail: zimin.alexey82@gmail.com

Таняшин Сергей Владимирович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0001-8351-5074;
eLibrary SPIN: 5490-1820;
e-mail: STanyashin@nsi.ru

Зайцев Александр Борисович, канд. фил. наук;
ORCID: 0000-0003-3774-3070;
eLibrary SPIN: 6791-7630;
e-mail: zaytsev_a_b@staff.sechenov.ru

Карнаухов Василий Витальевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-2581-8648;
eLibrary SPIN: 6112-2714;
e-mail: VKarnayhov@nsi.ru

Супонева Наталья Александровна, д-р мед. наук, профессор,
член-корреспондент РАН;
ORCID: 0000-0003-3956-6362;
eLibrary SPIN: 3223-6006;
e-mail: suponeva@neurology.ru

*** Ruslan A. Sultanov**; MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 16 4th Tverskaya-Yamskaya str.,
125047 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-1363-7564;
eLibrary SPIN: 6865-6586;
e-mail: rus4455@yandex.ru

Dzhamilya G. Yusupova; MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-5826-9112;
eLibrary SPIN: 7532-8030;
e-mail: dzhamilya-d@mail.ru

Vladimir K. Poshataev, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-3279-3733;
eLibrary SPIN: 5349-2639;
e-mail: glaser@list.ru

Alexey A. Zimin, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-9226-2870;
eLibrary SPIN: 9525-1805;
e-mail: zimin.alexey82@gmail.com

Sergey V. Tanyashin, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0001-8351-5074;
eLibrary SPIN: 5490-1820;
e-mail: STanyashin@nsi.ru

Alexandr B. Zaytsev, Cand. Sci. (Phil.);
ORCID: 0000-0003-3774-3070;
eLibrary SPIN: 6791-7630;
e-mail: zaytsev_a_b@staff.sechenov.ru

Karnaukhov V. Vasiliy, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-2581-8648;
eLibrary SPIN: 6112-2714;
e-mail: VKarnayhov@nsi.ru

Natalia A. Suponeva, MD, Dr. Sci. (Med.), professor,
corresponding member of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-3956-6362;
eLibrary SPIN: 3223-6006;
e-mail: suponeva@neurology.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Приложение 1. Опросник оценки качества жизни для пациентов с менигиомами области краниовертебрального перехода **Suppl. 1. Quality of life assessment questionnaire for patients with meningiomas of the craniovertebral junction**

В эту анкету включены вопросы о ваших симптомах, а также способности выполнять определённые действия.
Пожалуйста, ответьте на вопросы, исходя из своего состояния за последние 3 месяца.
Оцените, насколько вы согласны или не согласны с каждым суждением, и обведите только ОДНУ цифру

	Абсолютно не согласен	Скорее не согласен	Затрудняюсь ответить	Скорее согласен	Абсолютно согласен
Блок 1					
1. Мне кажется, что с моим диагнозом мне никто не может помочь	1	2	3	4	5
2. Я испытываю тревогу за своё состояние здоровья	1	2	3	4	5
3. Из-за болезни меня часто охватывает чувство страха	1	2	3	4	5

Блок 2

1. Меня беспокоят шаткость и неустойчивость при ходьбе	1	2	3	4	5
2. Из-за головокружения у меня возникают трудности во время ходьбы	1	2	3	4	5
3. Мне трудно передвигаться при плохом освещении	1	2	3	4	5

Блок 3

1. Во время приёма пищи я испытываю затруднения при глотании	1	2	3	4	5
2. Я поперхиваюсь при употреблении жидкости	1	2	3	4	5
3. Из-за ограниченной подвижности языка моя речь стала невнятной	1	2	3	4	5

Блок 4

1. Мне не хватает сил, чтобы выполнять бытовую работу по дому	1	2	3	4	5
2. У меня снижена чувствительность в руках и ногах	1	2	3	4	5
3. Меня ограничивает, что левая и правая половины моего тела работают по-разному	1	2	3	4	5

Блок 5

1. Меня беспокоит сильная боль в шейно-затылочной области	1	2	3	4	5
2. Повышение артериального давления негативно сказывается на моей активности	1	2	3	4	5
3. Мне трудно сосредоточиться на чтении или просмотре телевизора	1	2	3	4	5

Блок 6

1. Из-за проблем с равновесием, боюсь, меня могут принять за пьяного	1	2	3	4	5
2. Осиплость голоса ограничивает моё общение с людьми	1	2	3	4	5
3. Заболевание негативно влияет на мою повседневную деятельность	1	2	3	4	5

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto606713>

Опыт применения 3D-моделирования в лечении переломов пилона (дистального метаэпифиза большеберцовой кости)

М.В. Паршиков¹, А.Б. Кошкин^{1,2}, Н.В. Ярыгин¹, С.В. Новиков², А.А. Прохоров¹,
М.В. Говоров¹, Р.Н. Алиев⁴, В.В. Гурьев¹

¹ Российский университет медицины, Москва, Россия;

² Городская клиническая больница № 17, Москва, Россия;

³ Городская клиническая больница им. С.П. Боткина, Москва, Россия;

⁴ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Проблема хирургического лечения переломов дистального отдела большеберцовой кости остаётся актуальной, несмотря на большое количество исследований на эту тему, развитие медицинских технологий диагностики и медицинских имплантов. Одним из ключевых моментов лечения таких переломов является предоперационное планирование. Эта процедура за 100 лет претерпела большие изменения — от рисунков на плоскостных рентгенограммах до создания 3D-моделей и симуляции открытой репозиции и внутренней фиксации *in vitro*.

Цель. Оценка возможностей использования 3D-прототипов реальных диагностических изображений пациентов с переломами дистального отдела большеберцовой кости.

Материалы и методы. В исследовании использовались методы открытого, проспективного, рандомизированного, сравнительного анализа. В рабочую группу вошли 30 пациентов с переломами пилона, остеосинтез планировался с применением 3D-моделей, в контрольную — столько же человек с использованием традиционных методов планирования. Были изучены параметры операции (время, кровопотеря, лучевая нагрузка), а также качество репозиции и отдалённые результаты. Также оценивали удобство использования 3D-моделей хирургами и удобство общения с пациентами методом анкетирования.

Результаты. Согласно полученным результатам, применение предоперационного планирования с использованием 3D-моделей имело преимущество по сравнению с традиционным планированием.

Заключение. Изготовление 3D-прототипа перелома пилона позволяет улучшить качество планирования оперативного лечения переломов этой локализации.

Ключевые слова: переломы пилона; 3D-моделирование; предоперационное планирование.

Как цитировать:

Паршиков М.В., Кошкин А.Б., Ярыгин Н.В., Новиков С.В., Прохоров А.А., Говоров М.В., Алиев Р.Н., Гурьев В.В. Опыт применения 3D-моделирования в лечении переломов пилона (дистального метаэпифиза большеберцовой кости) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 31–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto606713>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto606713>

Our experience in 3D-modelling in pilon (distal tibial plafond) fractures

Mikhail V. Parshikov¹, Arsenty B. Koshkin^{1,2}, Nikolay V. Yargin¹, Sergey V. Novikov², Andrey A. Prokhorov³, Mikhail V. Govorov², Rasul N. Aliev⁴, Vladimir V. Guriev¹

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia;

² City Clinical Hospital № 17, Moscow, Russia;

³ Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

⁴ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Internal fixation of pilon fractures remains challenging despite the development of new technologies in medical imaging and implant design and various scientific investigations on this problem. A key point in therapeutic strategy is preoperative planning. Since the beginning of the twenty-first century, the procedure has changed dramatically from plain radiograph drawing to 3D models and internal fixation simulation *in vitro*.

AIM: This study aimed to evaluate 3D modeling in pilon fracture osteosynthesis preoperative planning.

MATERIALS AND METHODS: The study used open, prospective, randomized, and comparative analysis. We analyzed the data of 60 patients with pilon fractures who had undergone surgical treatment for pilon fractures between July 1, 2020, and December 12, 2021, in Moscow City Hospital No. 17. In 30 patients, 3D models were used in preoperative planning, and in another 30 patients, the traditional planning method was performed. The operation time, intraoperation, X-ray dosage, blood loss, fracture reduction quality, and long-term results were analyzed. Additionally, the surgeon's comfort in applying the 3D model and ease of doctor–patient communication were assessed using questionnaires.

RESULTS: Results showed that 3D modeling in pilon fracture osteosynthesis preoperative planning has advantages over traditional preoperative planning.

CONCLUSION: Therefore, 3D planning is a promising novel method for distal tibial fracture internal fixation preoperative planning, which provides significant higher degree of fracture anatomy comprehension and facilitates reduction maneuvers and implant positioning.

Keywords: pilon fractures; 3D modeling; preoperative planning.

To cite this article:

Parshikov MV, Koshkin AB, Yargin NV, Novikov SV, Prokhorov AA, Govorov MV, Aliev RN, Gur'ev VV. Our experience in 3D-modelling in pilon (distal tibial plafond) fractures. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):31–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto606713>

ОБОСНОВАНИЕ

Переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости, часто называемые переломами пилона, составляют приблизительно 5–10% от всех её переломов. Их причиной, как правило, являются травмы высокой энергии, при которых компрессионные силы большой интенсивности приводят к многооскольчатым повреждениям суставной поверхности [1]. Открытая репозиция и внутренняя фиксация являются признанным мировым стандартом в их лечении [2, 3]. Несмотря на достижения научно-технического прогресса, использование в диагностике и лечении переломов пилона компьютерной томографии (КТ) с трёхмерной (3D) реконструкцией и современных пластин с угловой стабильностью, риск развития неудовлетворительных результатов у пациентов остаётся высоким [4]. Остеоартроз голеностопного сустава чаще всего развивается вследствие его травм, и именно такие переломы являются одной из частых его причин [5].

Самым важным фактором в снижении риска развития артроза голеностопного сустава и неблагоприятных исходов лечения переломов пилона в целом является анатомичная репозиция суставной поверхности [6, 7]. Это обуславливает перед хирургом задачу правильного выбора хирургического доступа, метода фиксации, при этом необходимо учитывать состояние мягких тканей и собственный опыт. Н. Kleinertz и соавт. [8], изучая возможности основных доступов к суставной поверхности пилона, отметили, что ни один из них не обеспечивает 100% визуализацию, в то время как сочетание одного из передних с одним из задних доступов в комбинации с интраоперационной дистракцией способно обеспечить полную визуализацию суставной поверхности.

В настоящее время большинство хирургов, добиваясь точной реконструкции трёхмерной структуры, каковой является голеностопный сустав, продолжают использовать при планировании двухмерные диагностические изображения, что может являться причиной проблем с анатомичной репозицией и некоторых послеоперационных осложнений. В связи с этим получение максимально полной информации об особенностях конкретного перелома представляется нам очень важной задачей.

Большой интерес представляет использование 3D-моделирования в лечении переломов пилона.

Трёхмерная печать — быстро развивающаяся технология, позволяющая создать реальный физический объект, обладающий всеми характеристиками его цифрового прототипа. В процессе печати 3D-принтер слой за слоем создаёт объект без каких-либо искажений. 3D-печать была изобретена и запатентована американским инженером Charles Hull [9] и предназначалась для использования в промышленности и архитектуре. Однако достаточно быстро технология нашла своё применение в медицине.

Напечатанная на 3D-принтере на основе обработанных изображений КТ пациента модель перелома обеспечивает отличную визуализацию дистального сегмента большеберцовой кости во всех плоскостях, позволяет оперирующей бригаде оценить все специфические характеристики перелома, подтвердить его тип, расположение, количество и характер смещения отломков, наличие костного дефекта. Вместе с этим 3D-модель создаёт условия для индивидуального, точного и рационального планирования. Хирургу доступна простая визуализация всех особенностей перелома перед операцией, что является очевидным преимуществом и основанием для выработки оптимального плана операции.

Цель исследования — оценить возможности 3D-печати в лечении переломов пилона и разработать алгоритм её использования в предоперационном планировании.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

В исследовании использовались методы открытого, проспективного, рандомизированного и сравнительного анализа. Дизайн исследования представлен на рис. 1.

Условия проведения

В исследовании приняли участие 60 пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости, проходившие лечение в ГБУЗ «Городская клиническая больница № 17 Департамента здравоохранения г. Москвы» в период с 1 июля 2020 по 31 декабря 2021 г.

Критерии соответствия

Критериями включения были:

- возраст старше 18 лет;

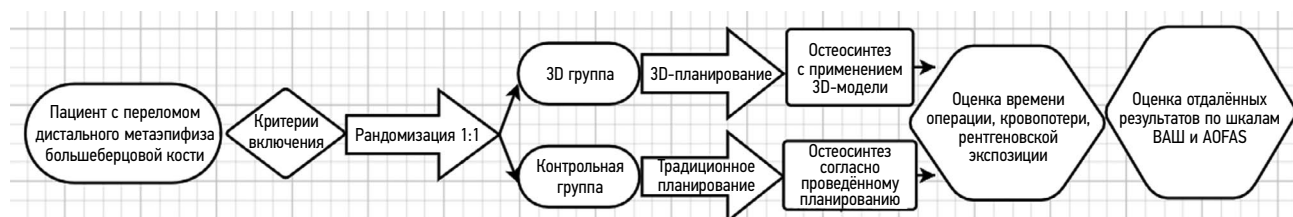


Рис. 1. Дизайн исследования.

Fig. 1. Trial design.

- закрытые переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости сроком не более 2 недель с момента травмы;
- отсутствие, в том числе в анамнезе, травм или операций, а также врождённых деформаций контралатеральной большеберцовой кости;
- подписанное информированное согласие.

Критерии не включения:

- застарелые или патологические переломы;
- открытые переломы;
- тяжёлые повреждения мягких тканей, соответствующие типам IC4 и IC5 классификации АО;
- пациенты с множественной и/или сочетанной травмой;
- пациенты с тяжёлыми сопутствующими заболеваниями;
- пациенты с онкологическими заболеваниями в анамнезе;
- пациенты с анемией любого генеза;
- беременные женщины;
- открытые переломы пилона большеберцовой кости.

Описание медицинского вмешательства

Пациентам предоставлена информация о целях и методах исследования. В каждом случае подписано добровольное информированное согласие. Все 60 пациентов при помощи таблицы случайных чисел были распределены в рабочую (3D) и контрольную группы (по 30 пациентов). Из включённых пациентов всего у восьмерых в силу различных причин не отслежены отдалённые результаты (3 пациента в контрольной и 5 пациентов в 3D-группе), вследствие чего они исключены из исследования. Таким образом, в финальной его части в контрольной группе оставалось 27, а в рабочей — 25 человек. Превалирующим механизмом травмы в обеих группах было падение с высоты (21/27 в контрольной и 22/25 в 3D-группе). У всех

пациентов помимо перелома дистального отдела большеберцовой кости также имелся перелом малоберцовой кости. При поступлении им осуществлялось наложение аппарата наружной фиксации. Возрастно-половой состав, характеристика повреждений по классификации переломов и повреждений мягких тканей АО, а также среднее время от получения травмы до операции и срок окончательного остеосинтеза представлены в табл. 1.

Печать 3D-модели

Данные КТ-сканирования пациентов с переломами пилона (в аппарате наружной фиксации) получали с аппарата GE Evolution EVO (США). В формате DICOM их переводили в 3D-формат в программе AW Server v3.2 (GE Software, США). Получали модель, очищенную от «шумов» и со сглаженной шероховатостью на поверхности большеберцовой кости. Далее данные были обработаны в программе для 3D-печати (Prusa-Slicer 2.4.1) и отправлены в печать на соответствующий принтер (Creality Ender 6, Creality, Китай). Таким образом, получали полноразмерные модели переломов пилона.

Медицинский персонал, принявший участие в исследовании

Исследование проведено на базе отделения травматологии ГБУЗ «Городская клиническая больница № 17» Департамента здравоохранения г. Москвы. В нём (этап 3D-планирования, хирургическая операция, анкетирование) приняли участие 5 врачей травматологического отделения, каждый из которых имел высшую квалификационную категорию, прошёл базовый и продвинутое курсы внутренней фиксации переломов АО. Им был предоставлен полный доступ к литературным источникам о возможностях 3D-планирования в травматологии и ортопедии, объяснены этапы изготовления модели, обеспечен доступ к 3D-принтеру.

Таблица 1. Характеристика пациентов

Table 1. Patients' characteristics

Показатель	Группа	
	3D	Контрольная
Общее количество, чел.	30	30
Отслежены результаты, чел.	25	27
Половой состав, муж./жен.	13/12	14/13
Средний возраст, лет	42,3±9,3	42,5±9
Сторона, справа/слева	11/14	11/16
Классификация АО	43C1-7, 43C2-9, 43C3-9	43C1-8, 43C2-10, 43C3-9
Классификация повреждений мягких тканей АО	IC1-13, IC2-9, IC-3	IC1-15, IC2-8, IC-4
Время от момента травмы до наложения аппарата наружной фиксации, ч	9±5	11±4
Время от наложения аппарата наружной фиксации до погружного синтеза, дней	7±4	6±3

Планирование операции

Для осуществления хирургического лечения больным рабочей группы операционной бригаде была дана возможность выполнить остеосинтез перелома пилона *in vitro* при помощи 3D-модели перелома, полностью воспроизводящей его морфологию. С её помощью определялась локализация основных фрагментов для фиксации, наличие вальгусной или вирусной деформации. Учитывая полученные данные, выбирали хирургический доступ. В ходе симуляции остеосинтеза производили манёвры репозиции отломков и их фиксацию, подбор соответствующих пластин и винтов для полноразмерной модели. При необходимости выполняли моделирование пластины для идеального позиционирования на 3D-прототипе. В финале симуляции импланты подходящей длины устанавливали в оптимальной позиции. Выполняли фотофиксацию симуляции операции, импланты стерилизовали и готовили для операции. Каждому из пациентов были продемонстрированы 3D-модели их повреждений, импланты для остеосинтеза, объяснены основные этапы операции.

В контрольной группе оценка характера перелома и репозиции осуществлялась на основании данных КТ-исследования до операции и интраоперационного осмотра на электронно-оптическом преобразователе. Подбор фиксатора, размера винтов и моделирование пластины (при необходимости) осуществлялись интраоперационно.

Остеосинтез дистального метаэпифиза большеберцовой кости

Хирургические вмешательства больным из обеих групп выполняла та же бригада, что и осуществляла симуляцию. Во время операций применяли доступы и приёмы репозиции согласно принципам АО. Хирургические вмешательства проводили под спинномозговой анестезией на стандартном ортопедическом операционном столе в положении на спине (в случае передних доступов) и на животе (при задних). При комбинации доступов и их смене пациента переворачивали. До выполнения погружного остеосинтеза аппарат наружной фиксации демонтировали. Выбор доступа осуществляли в зависимости от локализации ключевых фрагментов и согласно таблицам визуализации суставной поверхности дистального отдела большеберцовой кости по Kleinert [17].

В ходе операции контроль для оценки характера перелома и качества репозиции в обеих группах осуществляли с помощью электронно-оптического преобразователя GE Evolution (США). Хирургической бригаде (рабочая группа) во время операции были доступны 3D-модель, заранее отобранная премоделированная (при необходимости) пластина и винты соответствующего размера. При оперировании пациентов из контрольной группы подбор фиксаторов и их моделирование осуществляли во время вмешательства (до операции типоразмерный ряд пластин и винтов подобран на основании данных КТ).

Послеоперационное ведение

Всем больным послеоперационные мероприятия проводили по единому стандарту, без различий по продолжительности антибактериальной, антикоагулянтной, обезболивающей терапии, контроля отёка, режима нагрузки на оперированную конечность. Внешняя иммобилизация не проводилась.

Параметры оценки

Интраоперационно оценивались время операции, объём кровопотери (гравиметрическим методом), рентгеновская экспозиция. Успешность репозиции перелома оценивали визуально и по плоскостным рентгенограммам, параметрам Burwell–Charnley [11]. Функциональные результаты включали в себя объём движений в голеностопном суставе, оценивались по шкале American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) и визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Последняя использовалась для оценки боли, ощущаемой пациентом. Она представляет собой непрерывную шкалу в виде горизонтальной или вертикальной линии длиной 10 см (100 мм) с расположенными на ней двумя крайними точками: «отсутствие боли» и «сильнейшая боль, какую только можно представить». 100-балльная шкала AOFAS интерпретирует ≥ 90 баллов как отличный результат, 80–89 — как хороший, 70–79 — как удовлетворительный и ≤ 69 — как плохой [10]. Также оценивали количество осложнений в обеих группах. Заживление перелома фиксировали на плоскостных рентгенограммах при регистрации костной мозоли. Консолидацию перелома в течение 6 месяцев считали удовлетворительным результатом, консолидацию от 6 до 9 месяцев — замедленной. Перелом, не заживший за 9 месяцев, считали несросшимся. Неправильно сросшимся считался перелом с угловой или ротационной деформацией. Посттравматический артроз голеностопного сустава фиксировали при болезненных движениях в суставе с рентгенологическими признаками сужения суставной щели, остеосклероза и наличием деформации.

Для анализа результатов также применяли анкетирование хирургов и пациентов согласно оценке использования 3D-модели перелома. Опросники представлены в табл. 2 и 3.

Статистическая обработка данных

Анализ данных проводился с использованием t-критерия и дисперсионного анализа (ANOVA/MANOVA). Определялись соотношения межгрупповой дисперсии и внутригрупповой дисперсии в измеряемых данных. Показателем изменчивости служила сумма квадратов отклонения полученных значений от среднего.

Этическая экспертиза

Получено одобрение локального этического комитета ГБУЗ «Городская клиническая больница № 17» Департамента здравоохранения г. Москвы» на проведение

Таблица 2. Опросник для врачей «Оценка использования 3D-модели перелома»**Table 2.** Physician questionnaire "Fracture 3D-modelling application"

№	Вопрос
1.	Соответствует ли 3D-модель перелома реальной его анатомии? (1 — абсолютно не соответствует; 10 — полностью соответствует)
2.	Была ли польза от применения 3D-модели при предоперационном планировании? (1 — абсолютно не согласен; 10 — полностью согласен)
3.	Была ли польза от применения 3D-модели при общении с коллегами, операционными сёстрами, пациентами? (1 — абсолютно не согласен; 10 — полностью согласен)
4.	Вы удовлетворены использованием 3D-модели перелома? (1 — абсолютно не удовлетворён; 10 — полностью удовлетворён)
5.	Планируете ли Вы применение 3D-модели при следующих планированиях? (1 — точно нет; 10 — непременно да)

Таблица 3. Опросник для пациентов об удовлетворённости лечением с применением 3D-моделей**Table 3.** Questionnaire for the patients "3D modelling-assisted treatment satisfaction"

№	Вопрос
1.	Насколько 3D-модель перелома помогла улучшить общение с хирургом? (1 — никак не улучшила; 10 — существенно улучшила)
2.	Помогла ли 3D-модель понять характер полученного перелома? (1 — никак не помогла; 10 — существенно помогла)
3.	Помогла ли 3D-модель понять план операции? (1 — никак не помогла; 10 — существенно помогла)
4.	Удовлетворены ли Вы использованием 3D-модели перелома? (1 — абсолютно не удовлетворён; 10 — полностью удовлетворён)

исследования 3D-моделирования при предоперационном планировании в лечении переломов пилона (протокол № 1 от 27.01.2020 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования представлены в табл. 4 и 5.

Проведённый дисперсионный анализ количественных показателей подтвердил преимущество 3D-группы по сравнению с контрольной в виде статистически значимого сокращения лучевой нагрузки, времени операции и, как следствие, уменьшения объёма кровопотери. Также у пациентов 3D-группы статистически значимо снизился болевой синдром при оценке по ВАШ по сравнению с результатами лиц контрольной группы.

Осложнения

У 3 пациентов из 3D-группы и 5 из контрольной группы наблюдалась поверхностная инфекция, купированная антибиотикотерапией и ежедневными перевязками с антисептиками. У одного больного в 3D-группе и 3 пациентов в контрольной группе сформировался посттравматический артроз голеностопного сустава. После назначения консервативного лечения (физиотерапия, использование индивидуальных стелек, местное применение димексида и курс нестероидных противовоспалительных средств)

была достигнута ремиссия. Повторных хирургических вмешательств не потребовалось.

Анкетирование

Результаты опроса врачей показали большую пользу применения 3D-моделей и высокий уровень удовлетворённости им. По мнению хирургов, 3D-модель является высококачественным понятным визуальным изделием, существенно облегчающим предоперационное планирование (рис. 2).

Пациенты также отметили высокую удовлетворённость общением с врачом, использующим 3D-модель, и пониманием плана лечения.

Клинический пример

Пациент Н., мужчина, 39 лет. Травма в результате падения с высоты около 3 м. По данным КТ диагностированы внутрисуставные переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости слева со смещением отломков и нижней трети малоберцовой кости со смещением отломков (АО 43–2) (рис. 3). Кожные покровы IC-2. Сопутствующих повреждений нет. Через 5 часов после поступления в приёмное отделение осуществлена фиксация левой большеберцовой кости в аппарате наружной фиксации, выполнено восстановление длины и оси левой голени. Проведена компьютерная томография, на основе

Таблица 4. Дисперсионный (ANOVA Краскела–Уоллиса) и парный сравнительный анализ исходных значений количественных показателей

Table 4. Dispersion Kruskal–Wallis (ANOVA) and paired comparative analysis of initial quantitate parameters

Показатель	Группа	
	3D (n=30)	Контрольная (n=30)
Время операции, мин H (4, N=60) =26,41, p=0,0001	73±8*	92±9*
Интраоперационная кровопотеря, мл H (4, N=60) =21,31, p=0,0001	118±20,1*	162±24,2*
Лучевая нагрузка, мЗвт H (4, N=59) =5,79, p=0,22	19±7*	32±6*
Время заживления перелома, мес H (4, N=59) =14,83, p=0,005	5	5,1
Минимальный период наблюдения, мес H (4, N=59) =11,56, p=0,02	20,2±2,1	19,9±2,3
Объём движений в голеностопном суставе, 0	Тыльное сгибание H (4, N=59) =13,61, p=0,009	16,3±4
	Подошвенное сгибание H (4, N=59) =6,58, p=0,16	23,8*
Боли в голеностопном суставе (по ВАШ) H (4, N=80) =26,41, p=0,0001	3,7 (2–7)*	3,1*

Примечание. * — различия статистически значимы между соответствующими группами.

Note. * significant difference between corresponding groups.

Таблица 5. Результаты лечения пациентов

Table 5. The treatment results

Показатель		Результат, n		Доля в процентах	
		3D-группа	Контрольная группа	3D-группа	Контрольная группа
Качество репозиции по Burwell–Charnley	Хорошее	21	14	84	51
	Удовлетворительное	4	10	16	38
	Неудовлетворительное	0	3	0	11
	Отличные и хорошие (77–96)	20/25	14/27	80	52
Показатели AOFAS	Удовлетворительные (52–74)	5/25	12/27	20	44
	Неудовлетворительные (47)		1/27	0	6
Количество осложнений		5/25	8/27	20	29
Поверхностная инфекция		3	5	12	18
Артроз голеностопного сустава		1	3	4	11

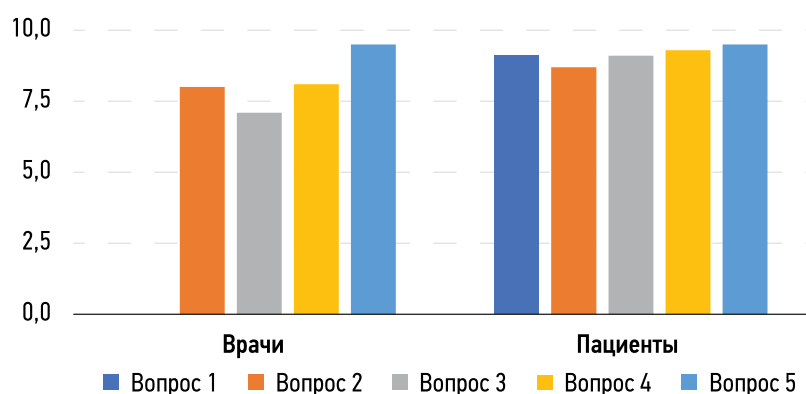


Рис. 2. Оценка врачами и пациентами применения 3D-моделей при лечении переломов пилон (результаты анкетирования).

Fig. 2. Patients and doctors evaluation of 3D-modelling in pilon fractures treatment.

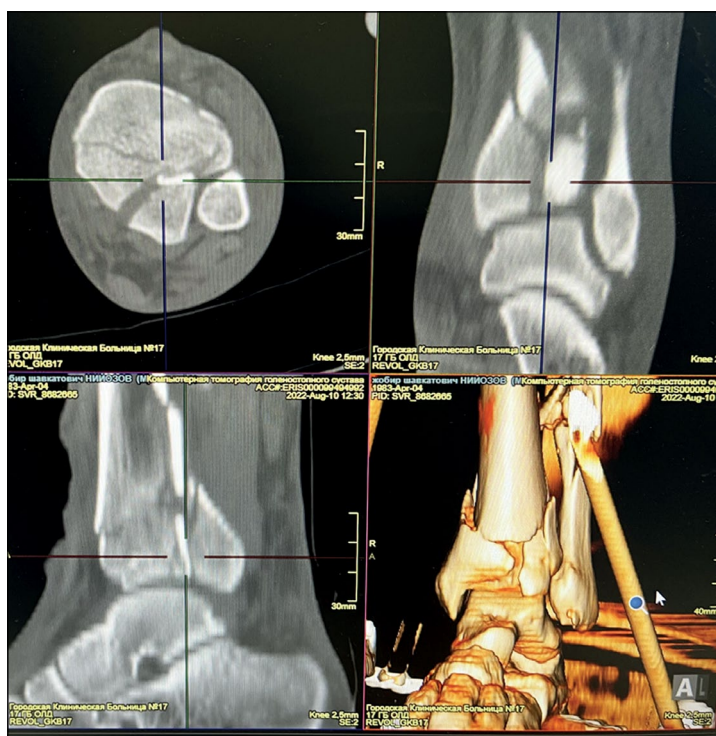


Рис. 3. Пациент Н., 39 лет, состояние костных фрагментов до внутренней фиксации (компьютерная томография).

Fig. 3. Patient N., 39 years old, the pilon fracture fragments position before internal fixation (CT findings).



Рис. 4. 3D-прототип модели перелома в аппарате наружной фиксации, предоперационное планирование.

Fig. 4. 3D fracture model after external fixation; preoperative planning.

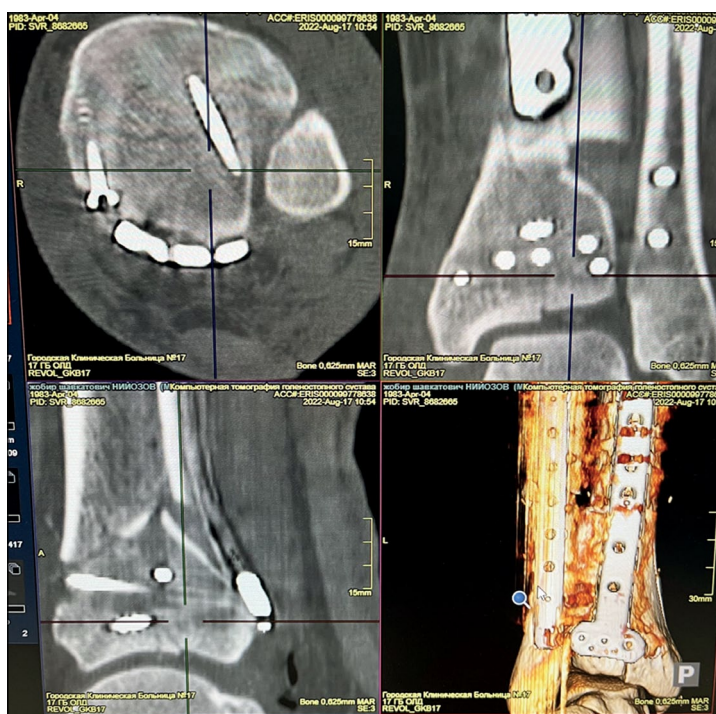


Рис. 5. Данные контроля методом компьютерной томографии после операции.

Fig. 5. Post-op CT findings.

которой сформирован файл STL, на 3D-принтере распечатан прототип перелома.

Проведено предоперационное планирование. Учитывая расположение ключевых фрагментов преимущественно в задней полусфере, а также наличие фликтеп по передней поверхности голени в нижней трети, принято решение произвести остеосинтез из заднего доступа. Для большеберцовой кости подобрана пластина типа LCP Medial Proximal Tibial Plate, выполнено её премоделирование и определена оптимальная длина винтов, для малоберцовой кости — 1/3 трубчатая пластина для установки из заднелатерального доступа (рис. 4).

Через 7 дней осуществлён демонтаж аппарата, после чего пациент перевёрнут на живот и выполнена внутренняя фиксация метаэпифизов костей голени из заднелатерального доступа согласно разработанному предоперационному плану. Время операции составило 57 минут. Интраоперационная кровопотеря — 75 мл, количество снимков на электронно-оптическом преобразователе — 19. По критериям Burwell–Charnley качество репозиции хорошее (рис. 5).

Течение послеоперационного периода гладкое. На следующий день больной приступил к разработке движений в голеностопном суставе.

На контрольном осмотре через 6 месяцев жалоб не предъявляет. Оценка по шкале AOFAS — 77 баллов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основной задачей хирургического лечения переломов пилона являются анатомичная репозиция отломков

и восстановление оси/длины/ротации дистального отдела большеберцовой кости, что позволяет начать раннюю разработку движений в голеностопном суставе и нагрузку на повреждённую конечность [13]. Следовательно, улучшение понимания морфологии перелома — залог успеха его лечения. Технологии рентгенографии и даже компьютерной томографии не обеспечивают 100% её понимания. Уникальность механизма перелома и отсутствие всеобъемлющей единообразной классификации существенно затрудняют общение врачей и принятие решений при планировании лечения этих переломов.

Применение 3D-печати в травматологии и ортопедии за последние годы всё чаще входит в рутинную практику [14–21]. В данном исследовании выполнена 3D-реконструкция данных КТ пациента в файл STL, позволяющая распечатать полноразмерный трёхмерный прототип перелома, обеспечив тем самым отличную визуализацию перелома во всех плоскостях. Вместе с этим 3D-модель создаёт условия для индивидуального, точного и рационального планирования. Хирургу доступна простая визуализация всех деталей перелома перед операцией, что является очевидным преимуществом и основанием для выработки оптимального плана операции. Возможность симуляции остеосинтеза на 3D-модели способна повысить точность репозиции и стабильность фиксации [22]. Использование 3D-моделей при лечении переломов в области голеностопного сустава демонстрирует уникальные преимущества, такие как уменьшение времени операции, интраоперационной кровопотери и правильного подбора имплантов, а в долгосрочном плане — улучшение результатов лечения (согласно

критериям анатомичной репозиции) и уменьшение количества осложнений [23].

В настоящем исследовании произведено сравнение хирургического лечения переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости по современным стандартам с традиционным предоперационным планированием, с дополнением 3D-модель-ассистированием. В рабочей группе возможность предоперационной симуляции остеосинтеза позволила существенно снизить затраты времени на подбор нужных размеров, формы импланта и разработать чёткий план репозиции перелома. Полученное в результате симуляции остеосинтеза представление о положении пластины/пластин и длины винтов дополнительно снижает количество выполненных рентгеновских снимков, время операции, кровопотерю. Данные функционального исхода, AOFAS и BASH позволяют прогнозировать улучшение результатов хирургического лечения в целом при использовании 3D-моделирования. Количество осложнений в 3D-группе также ниже по сравнению с контрольной, однако, учитывая относительно малую выборку и небольшой срок наблюдения, этот показатель требует дальнейшего анализа.

Важной частью лечебного процесса является коммуникация врача и пациента [24]. Имеются публикации об использовании 3D-моделей различных переломов для улучшения понимания ситуации пациентами, повышения её комплаентности [25]. Лучшее понимание характера перелома может помочь пациенту и его родственникам во время реабилитационного периода после операции. Стандартные медицинские изображения слишком сложны и иногда страшны для пациентов, их родственников и даже медицинского персонала другой специализации, что сильно затрудняет коммуникацию. Согласно данным проведённого исследования, оценка уровня понимания и доверия между врачом и пациентом в 3D-группе оценивалась на 9–10 баллов. Больные и их родственники были удовлетворены общением с врачом, что повышало понимание характера травмы, принципов реабилитации и повышало приверженность рекомендациям врача. Схожие результаты описаны при использовании 3D-моделей в общении с пациентами после эндопротезирования тазобедренного сустава [26].

В плане перспектив применения 3D-моделей в травматологии и ортопедии нельзя не отметить их пользу при обучении молодых хирургов [27].

Тем не менее использование 3D-моделей имеет некоторые ограничения. Во-первых, при изготовлении 3D-модели в настоящем исследовании использовались КТ-данные в костном режиме без данных о состоянии мягких тканей и их кровоснабжения. Также отсутствие мягких тканей на 3D-модели может дезориентировать хирурга в плане места укладки пластины и направления проведения винтов, как это описано в статье о 3D-моделировании остеосинтеза вертлужной впадины и лучезапястного сустава [28]. Во-вторых, непосредственно печать одной 3D-модели занимает в среднем

10–12 часов, что затрудняет её использование в неотложных случаях, а с учётом времени программной обработки более длительный процесс предоперационной подготовки несколько деэкономит экономию времени в ходе операции [29]. Более того, технология 3D-печати подразумевает использование специфического программного обеспечения, квалифицированный персонал, наличие специальных принтеров и расходных материалов, что может удорожать стоимость лечения, хотя со временем стоимость применения этой технологии постепенно снижается. Тем не менее существует мнение, что 3D-печать, безусловно полезная при планировании остеосинтеза сложных переломов, не должна использоваться рутинно, в 100% случаев [30]. Разумеется, при внедрении применения 3D-моделей необходимо учитывать кривую обучения персонала, что может влиять на время изготовления моделей и их качество.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение 3D-моделей в планировании хирургического лечения переломов дистального отдела большеберцовой кости представляет собой новый перспективный и высокотехнологичный способ, позволяющий сократить время операции, оптимизировать репозицию, уменьшить кровопотерю и упростить выбор и адаптацию соответствующих имплантов для остеосинтеза.

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: М.В. Паршиков, А.Б. Кошкин, Н.В. Ярыгин — концепция и дизайн исследования; А.Б. Кошкин, С.В. Новиков, А.А. Прохоров — сбор и обработка материала; М.В. Говоров, А.Б. Кошкин — статистическая обработка; А.Б. Кошкин, М.В. Паршиков — написание текста; Р.Н. Алиев, В.В. Гурьев, М.В. Паршиков — редактирование текста.

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 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. M.V. Parshikov, A.B. Koshkin, N.V. Yargin — concept and design of the study; A.B. Koshkin, S.V. Novikov, A.A. Prokhorov — data collection and processing; M.V. Govorov, A.B. Koshkin — statistical processing of the data; A.B. Koshkin, M.V. Parshikov — text writing; R.N. Aliev, V.V. Guriev, M.V. Parshikov — 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. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mauffrey C., Vasario G., Battiston B., et al. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications // *Acta Orthop Belg.* 2011. Vol. 77, № 4. P. 432–440.
2. Bear J., Rollick N., Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures // *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018. Vol. 11, № 4. P. 537–545. doi: 10.1007/s12178-018-9519-7
3. Liporace F.A., Yoon R.S. Decisions and staging leading to definitive open management of pilon fractures: where have we come from and where are we now? // *J Orthop Trauma.* 2012. Vol. 26, № 8. P. 488–498. doi: 10.1097/BOT.0b013e31822fbdbe
4. Harris A.M., Patterson B.M., Sontich J.K., Vallier H.A. Results and outcomes after operative treatment of high-energy tibial plafond fractures // *Foot Ankle Int.* 2006. Vol. 27, № 4. P. 256–265. doi: 10.1177/107110070602700406
5. Valderrabano V., Horisberger M., Russell I., Dougall H., Hintermann B. Etiology of ankle osteoarthritis // *Clin Orthop Relat Res.* 2009. Vol. 467, № 7. P. 1800–6. doi: 10.1007/s11999-008-0543-6
6. De-las-Heras-Romero J., Lledo-Alvarez A.M., Lizaur-Utrilla A., Lopez-Prats F.A. Quality of life and prognostic factors after intra-articular tibial pilon fracture // *Injury.* 2017. Vol. 48, № 6. P. 1258–1263. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.023
7. Tochigi Y., Rudert M.J., McKinley T.O., Pedersen D.R., Brown T.D. Correlation of dynamic cartilage contact stress aberrations with severity of instability in ankle incongruity // *J Orthop Res.* 2008. Vol. 26, № 9. P. 1186–1193. doi: 10.1002/jor.20589
8. Kleinertz H., Tessarzyk M., Schoof B., et al. Visualization of the distal tibial plafond articular surface using four established approaches and the efficacy of instrumented distraction: a cadaveric study // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022. Vol. 48, № 5. P. 4031–4041. doi: 10.1007/s00068-022-01927-w
9. Hull C.W., inventor; Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography. United States patent US 4575330. 1986 March 11.
10. Ibrahim T., Beiri A., Azzabi M., et al. Reliability and validity of the subjective component of the american orthopaedic foot and ankle society clinical rating scales // *J Foot and Ankle Surg.* 2007. Vol. 46, № 2. P. 65–74. doi: 10.1053/j.jfas.2006.12.002
11. Burwell H.N., Charnley A.D. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement // *The Journal of Bone & Joint Surgery (British Volume).* 1965. Vol. 47, № 4. P. 634–660.
12. Muller M.E., Nazarian S., Koch P., Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. New York: Springer, 1990.
13. D'Heurle A., Kazemi N., Connelly C., et al. Prospective randomized comparison of locked plates versus nonlocked plates for the treatment of high-energy pilon fractures // *Journal of Orthopaedic Trauma.* 2015. Vol. 29, № 9. P. 420–423. doi: 10.1097/BOT.0000000000000386
14. Bai J., Wang Y., Zhang P., et al. Efficacy and safety of 3D print-assisted surgery for the treatment of pilon fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials // *J Orthop Surg Res.* 2018. Vol. 13, № 1. P. 283. doi: 10.1186/s13018-018-0976-x
15. Meng M., Wang J., Sun T., et al. Clinical applications and prospects of 3D printing guide templates in orthopaedics // *J Orthop Translat.* 2022. Vol. 34. P. 22–41. doi: 10.1016/j.jot.2022.03.001
16. Chepelev L., Wake N., Ryan J., et al.; RSNA Special Interest Group for 3D Printing. Radiological Society of North America (RSNA) 3D printing Special Interest Group (SIG): guidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios // *3D Print Med.* 2018. Vol. 4, № 1. P. 11. doi: 10.1186/s41205-018-0030-y
17. Auricchio F., Marconi S. 3D printing: clinical applications in orthopaedics and traumatology // *EFORT Open Rev.* 2017. Vol. 1, № 5. P. 121–127. doi: 10.1302/2058-5241.1.000012
18. Skelley N.W., Smith M.J., Ma R., Cook J.L. Three-dimensional Printing Technology in Orthopaedics // *J Am Acad Orthop Surg.* 2019. Vol. 27, № 24. P. 918–925. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00746
19. Alemayehu D.G., Zhang Z., Tahir E., et al. Preoperative Planning Using 3D Printing Technology in Orthopedic Surgery // *Biomed Res Int.* 2021. P. 7940242. doi: 10.1155/2021/7940242
20. Pal A.K., Bhanakar U., Ray B. Three-dimensional (3D) printing: A potentially versatile tool in the field of medicine // *Indian J Clin Anat Physiol.* 2022. Vol. 9, № 2. P. 78–84. doi: 10.18231/j.ijcap.2022.020
21. Morgan C., Khatri C., Hanna S.A., Ashrafian H., Sarraf K.M. Use of three-dimensional printing in preoperative planning in orthopaedic trauma surgery: a systematic review and meta-analysis // *World J Orthop.* 2019. Vol. 11, № 1. P. 57–67. doi: 10.5312/wjo.v11.i1.57
22. Zhuang Y., Cao S., Lin Y., et al. Minimally invasive plate osteosynthesis of acetabular anterior column fractures using the two-incision minimally invasive approach and a preshaped three dimension plate // *International Orthopaedics.* 2016. Vol. 40, № 10. P. 2157–2162. doi: 10.1007/s00264-015-3111-1
23. Yang L., Shang X.-W., Fan J.-N., et al. Application of 3D Printing in the Surgical Planning of Trimalleolar Fracture and Doctor-Patient Communication // *BioMed Research International.* 2016. Vol. 2016. P. 2482086. doi: 10.1155/2016/2482086
24. Portalatín E.L., Carrazana L.F., Colon R., et al. Orthopaedic Surgeon Communication Skills: Perception of Empathy and Patient Satisfaction Through the Use of Anatomic Models // *JAAOS: Global Research and Reviews.* 2018. Vol. 2, № 11. P. e07. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-18-00071
25. Lou Y., Cai L., Wang C., et al. Comparison of traditional surgery and surgery assisted by three dimensional printing technology in the treatment of tibial plateau fractures // *International Orthopaedics.* 2017. Vol. 41, № 9. P. 1875–1880. doi: 10.1007/s00264-017-3445-y

26. Won S.-H., Lee Y.-K., Ha Y.-C., Suh Y.-S., Koo K.-H. Improving pre-operative planning for complex total hip replacement with a Rapid Prototype model enabling surgical simulation // *The Bone & Joint Journal*. 2013. Vol. 95-B, № 11. P. 1458–1463. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.31878
27. Rong X., Wang B., Chen H., et al. Use of rapid prototyping drill template for the expansive open door laminoplasty: A cadaveric study // *Clin Neurol Neurosurg*. 2016. Vol. 150. P. 13–7. doi: 10.1016/j.clineuro.2016.08.013
28. Merema B.J., Kraeima J., Ten Duis K., et al. The design, production and clinical application of 3D patient-specific implants

- with drilling guides for acetabular surgery // *Injury*. 2017. Vol. 48, № 11. P. 2540–7. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.059
29. Cho W., Job A.V., Chen J., Baek J.H. A review of current clinical applications of three-dimensional printing in spine surgery // *Asian Spine J*. 2018. Vol. 12, № 1. P. 171–7. doi: 10.4184/asj.2018.12.1.171
30. Buijze G.A., Leong N.L., Stockmans F., et al. Three-dimensional compared with two-dimensional preoperative planning of corrective osteotomy for extra-articular distal radial malunion: A multicenter randomized controlled trial // *J Bone Joint Surg Am*. 2018. Vol. 100, № 14. P. 1191–202. doi: 10.2106/JBJS.17.00544

REFERENCES

1. Mauffrey C, Vasario G, Battiston B, et al. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. *Acta Orthop Belg*. 2011;77(4):432–440.
2. Bear J, Rollick N, Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(4):537–545. doi: 10.1007/s12178-018-9519-7
3. Liporace FA, Yoon RS. Decisions and staging leading to definitive open management of pilon fractures: where have we come from and where are we now? *J Orthop Trauma*. 2012;26(8):488–498. doi: 10.1097/BOT.0b013e31822fbdbe
4. Harris AM, Patterson BM, Sontich JK, Vallier HA. Results and outcomes after operative treatment of high-energy tibial plafond fractures. *Foot Ankle Int*. 2006;27(4):256–265. doi: 10.1177/107110070602700406
5. Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B. Etiology of ankle osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(7):1800–6. doi: 10.1007/s11999-008-0543-6
6. De-las-Heras-Romero J, Lledo-Alvarez AM, Lizaur-Utrilla A, Lopez-Prats FA. Quality of life and prognostic factors after intra-articular tibial pilon fracture. *Injury*. 2017;48(6):1258–1263. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.023
7. Tochigi Y, Rudert MJ, McKinley TO, Pedersen DR, Brown TD. Correlation of dynamic cartilage contact stress aberrations with severity of instability in ankle incongruity. *J Orthop Res*. 2008;26(9):1186–1193. doi: 10.1002/jor.20589
8. Kleinertz H, Tessarzyk M, Schoof B, et al. Visualization of the distal tibial plafond articular surface using four established approaches and the efficacy of instrumented distraction: a cadaveric study. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022;48(5):4031–4041. doi: 10.1007/s00068-022-01927-w
9. Hull CW, inventor; *Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography*. United States patent US 4575330. 1986 March 11.
10. Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, et al. Reliability and validity of the subjective component of the american orthopaedic foot and ankle society clinical rating scales. *J Foot and Ankle Surg*. 2007;46(2):65–74. doi: 10.1053/j.jfas.2006.12.002
11. Burwell HN, Charnley AD. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement. *The Journal of Bone & Joint Surgery (British Volume)*. 1965;47(4):634–660.
12. Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. *The comprehensive classification of fractures of long bones*. New York: Springer; 1990.
13. D’Heurle A, Kazemi N, Connelly C, et al. Prospective randomized comparison of locked plates versus nonlocked plates for the treatment of high-energy pilon fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2015;29(9):420–423. doi: 10.1097/BOT.0000000000000386
14. Bai J, Wang Y, Zhang P, et al. Efficacy and safety of 3D print-assisted surgery for the treatment of pilon fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):283. doi: 10.1186/s13018-018-0976-x
15. Meng M, Wang J, Sun T, et al. Clinical applications and prospects of 3D printing guide templates in orthopaedics. *J Orthop Translat*. 2022;34:22–41. doi: 10.1016/j.jot.2022.03.001
16. Chepelev L, Wake N, Ryan J, et al.; RSNA Special Interest Group for 3D Printing. Radiological Society of North America (RSNA) 3D printing Special Interest Group (SIG): guidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios. *3D Print Med*. 2018;4(1):11. doi: 10.1186/s41205-018-0030-y
17. Auricchio F, Marconi S. 3D printing: clinical applications in orthopaedics and traumatology. *EFORT Open Rev*. 2017;1(5):121–127. doi: 10.1302/2058-5241.1.000012
18. Skelley NW, Smith MJ, Ma R, Cook JL. Three-dimensional Printing Technology in Orthopaedics. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(24):918–925. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00746
19. Alemayehu DG, Zhang Z, Tahir E, et al. Preoperative Planning Using 3D Printing Technology in Orthopedic Surgery. *Biomed Res Int*. 2021;2021:7940242. doi: 10.1155/2021/7940242
20. Pal AK, Bhanakar U, Ray B. Three-dimensional (3D) printing: A potentially versatile tool in the field of medicine. *Indian J Clin Anat Physiol*. 2022;9(2):78–84. doi: 10.18231/j.ijcap.2022.020
21. Morgan C, Khatri C, Hanna SA, Ashrafian H, Sarraf KM. Use of three-dimensional printing in preoperative planning in orthopaedic trauma surgery: a systematic review and meta-analysis. *World J Orthop*. 2019;11(1):57–67. doi: 10.5312/wjo.v11.i1.57
22. Zhuang Y, Cao S, Lin Y, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis of acetabular anterior column fractures using the two-incision minimally invasive approach and a preshaped three dimension plate. *International Orthopaedics*. 2016;40(10):2157–2162. doi: 10.1007/s00264-015-3111-1
23. Yang L, Shang X-W, Fan J-N, et al. Application of 3D Printing in the Surgical Planning of Trimalleolar Fracture and Doctor-Patient Communication. *BioMed Research International*. 2016;2016:2482086. doi: 10.1155/2016/2482086
24. Portalatin EL, Carrazana LF, Colon R, et al. Orthopaedic Surgeon Communication Skills: Perception of Empathy and Patient Satisfaction Through the Use of Anatomic Models. *JAAOS: Global Research and Reviews*. 2018;2(11):e07. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-18-00071
25. Lou Y, Cai L, Wang C, et al. Comparison of traditional surgery and surgery assisted by three dimensional printing technology in

the treatment of tibial plateau fractures. *International Orthopaedics*. 2017;41(9):1875–1880. doi: 10.1007/s00264-017-3445-y

26. Won S-H, Lee Y-K, Ha Y-C, Suh Y-S, Koo K-H. Improving pre-operative planning for complex total hip replacement with a Rapid Prototype model enabling surgical simulation. *The Bone & Joint Journal*. 2013;95-B(11):1458–1463. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.31878

27. Rong X, Wang B, Chen H, et al. Use of rapid prototyping drill template for the expansive open door laminoplasty: A cadaveric study. *Clin Neurol Neurosurg*. 2016;150:13–7. doi: 10.1016/j.clineuro.2016.08.013

28. Merema BJ, Kraeima J, Ten Duis K, et al. The design, production and clinical application of 3D patient-specific implants with

drilling guides for acetabular surgery. *Injury*. 2017;48(11):2540–7. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.059

29. Cho W, Job AV, Chen J, Baek JH. A review of current clinical applications of three-dimensional printing in spine surgery. *Asian Spine J*. 2018;12(1):171–7. doi: 10.4184/asj.2018.12.1.171

30. Buijze GA, Leong NL, Stockmans F, et al. Three-dimensional compared with two-dimensional preoperative planning of corrective osteotomy for extra-articular distal radial malunion: A multicenter randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(14):1191–202. doi: 10.2106/JBJS.17.00544

ОБ АВТОРАХ

Паршиков Михаил Викторович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-4201-4577;
eLibrary SPIN: 5838-4366;
e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

*** Кошкин Арсентий Борисович**;
адрес: Россия, 127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4;
ORCID: 0000-0002-7616-2255;
eLibrary SPIN: 4561-6000;
e-mail: febris@mail.ru

Ярыгин Николай Владимирович, д-р мед. наук, профессор,
член-корреспондент РАН;
ORCID: 0000-0003-4322-6985;
eLibrary SPIN: 3258-4436;
e-mail: dom1971@yandex.ru

Новиков Сергей Викторович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-5667-5184;
e-mail: nadin-79@bk.ru

Прохоров Андрей Алексеевич;
ORCID: 0000-0002-4130-1307;
e-mail: dr.prokhorov.aa@yandex.ru

Говоров Михаил Владимирович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-4873-3230;
eLibrary SPIN: 5444-1777;
e-mail: svgovorova2011@yandex.ru

Алиев Расул Николаевич, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-0876-1301;
eLibrary SPIN: 1263-7372;
e-mail: rasulmed@yandex.ru

Гурьев Владимир Васильевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0009-0008-0842-5739;
eLibrary SPIN: 8987-2622;
e-mail: drguriev@mail.ru

AUTHORS' INFO

Mikhail V. Parshikov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0003-4201-4577;
eLibrary SPIN: 5838-4366;
e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

*** Arseny B. Koshkin**;
address: 4 Dolgorukovskaya str., 127006 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-7616-2255;
eLibrary SPIN: 4561-6000;
e-mail: febris@mail.ru

Nikolay V. Yargin, MD, Dr. Sci. (Med.), professor, corresponding
member of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-4322-6985;
eLibrary SPIN: 3258-4436;
e-mail: dom1971@yandex.ru

Sergey V. Novikov, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-5667-5184;
e-mail: nadin-79@bk.ru

Andrey A. Prokhorov;
ORCID: 0000-0002-4130-1307;
e-mail: dr.prokhorov.aa@yandex.ru

Mikhail V. Govorov, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-4873-3230;
eLibrary SPIN: 5444-1777;
e-mail: svgovorova2011@yandex.ru

Rasul N. Aliev, MD, Cand. Sci. (Med.), assistant professor;
ORCID: 0000-0002-0876-1301;
eLibrary SPIN: 1263-7372;
e-mail: rasulmed@yandex.ru

Vladimir V. Guriev, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0009-0008-0842-5739;
eLibrary SPIN: 8987-2622;
e-mail: drguriev@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto609554>

Эффективность управляемого роста в коррекции неравенства длины нижних конечностей в рамках многоуровневых одномоментных ортопедических вмешательств у детей с гемипаретическими формами церебрального паралича

У.Ф. Мамедов¹, А.Д. Томов², О.И. Гатамов¹, Д.А. Попков^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Г.А. Илизарова, Курган, Россия;² Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Многоуровневые одномоментные ортопедические вмешательства при гемипаретических формах детского церебрального паралича подразумевают не только коррекцию ортопедических осложнений на вовлечённой конечности, но и уравнивание или уменьшение неравенства длины конечностей. Остаётся неизвестной оценка эффективности коррекции неравенства длины конечностей методикой управляемого роста при одновременном улучшении функции вовлечённой конечности выполнением многоуровневого ортопедического вмешательства.

Цель. Анализ параметров коррекции неравенства длины сегментов нижних конечностей методом управляемого роста у детей со спастической гемиплегией в рамках многоуровневых ортопедических вмешательств.

Материалы и методы. Результаты коррекции неравенства длины нижних конечностей методом управляемого роста (экстрафизарного эпифизиодеза), выполненной в рамках многоуровневых одномоментных вмешательств, были изучены у 24 детей со спастической гемиплегией.

Результаты. Длительность коррекции составила в среднем 18 месяцев при выполнении операции на бедре и 18,5 месяца при торможении роста на голени. В целом, учитывая длину сегментов и бедра, и голени, достигнутая коррекция была вполне удовлетворительной. До операции разница в суммарной длине бедра и голени составляла 18 (11÷23) мм, а после периода коррекции — 4 (–4,5÷5,75) мм. Интересно отметить, что при выполнении эпифизиодеза до возраста 11 лет присутствует тенденция гиперкоррекции укорочения вовлечённой конечности при учёте разницы в длине сегмента «бедро–голень». По мере увеличения возраста в момент вмешательства (особенно во второй половине пубертатного периода) эффективность методики управляемого роста снижается. Во всех случаях, когда величина коррекции составила в итоге менее 1 см, возраст пациентов превышал 144 месяца (12 лет).

Заключение. Учитывая преимущества многоуровневых вмешательств при детском церебральном параличе, выполнение управляемого роста в рамках единой операции с реконструктивными элементами на вовлечённой конечности является предпочтительным. Контролируемый и обратимый характер экстрафизарного временного эпифизиодеза позволяет достичь требуемой коррекции без высоких рисков избыточного торможения роста. Выполнение операции управляемого роста предпочтительнее не позднее возраста 12–13 лет, учитывая остаточный потенциал роста.

Ключевые слова: спастическая гемиплегия; управляемый рост; многоуровневые одномоментные вмешательства.

Как цитировать:

Мамедов У.Ф., Томов А.Д., Гатамов О.И., Попков Д.А. Эффективность управляемого роста в коррекции неравенства длины нижних конечностей в рамках многоуровневых одномоментных ортопедических вмешательств у детей с гемипаретическими формами церебрального паралича // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto609554>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto609554>

The effectiveness of controlled growth in correcting the inequality of the length of the lower extremities in the framework of multi-level simultaneous orthopedic interventions in children with hemiparetic forms of cerebral palsy

Ulvi F. Mamedov¹, Ahmed D. Tomov², Orkhan I. Gatamov¹, Dmitry A. Popkov^{1,2}

¹ Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia;

² Priorov Central Institute for Trauma and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION: Multilevel simultaneous orthopedic interventions in hemiparetic cerebral palsy imply correction of orthopedic complications on the involved limb and equalization or reduction of the inequality of the limb length. The effectiveness of correcting the inequality of limb length by controlled growth while improving the function of the involved limb by performing a multilevel orthopedic intervention remains unknown.

AIM: To analyze the parameters of correction of the inequality of the length of the segments of the lower extremities using controlled growth in children with spastic hemiplegia in the framework of multilevel orthopedic interventions.

MATERIALS AND METHODS: In 24 children with spastic hemiplegia, the results of correction of the inequality of the length of the lower extremities by controlled growth (extraphyseal epiphysiodesis) performed within the framework of multilevel simultaneous interventions were studied.

RESULTS: The duration of correction was, on average, 18 months during hip surgery and 18.5 months with growth inhibition in the lower leg. Generally, considering the length of the segments of both the thigh and lower leg, the correction achieved was relatively satisfactory. Preoperatively, the difference in the total length of the thigh and lower leg was 18 mm (11–23), and after the correction period, it was 4 mm (–4.5–5.75). In performing epiphysiodesis before age 11 years, hypercorrection of the shortening of the involved limb may occur, considering the difference in the length of the thigh–shin segment. As age increases at the time of intervention (especially in the second half of puberty), the effectiveness of the controlled growth technique decreases. In all cases, when the correction value was <1 cm, patients' age exceeded 144 months (12 years).

CONCLUSION: Given the advantages of multilevel interventions in cerebral palsy, performing controlled growth within a single operation with reconstructive elements on the involved limb is preferable. The controlled and reversible nature of extraphyseal temporary epiphysiodesis is beneficial in achieving the required correction without high risks of excessive growth inhibition. Performing a controlled growth operation is preferable when the patient is ≤12–13 years old, considering the residual growth potential.

Keywords: spastic hemiplegia; guided growth; single-event multilevel surgery.

To cite this article:

Mamedov UF, Tomov AD, Gatamov OI, Popkov DA. The effectiveness of controlled growth in correcting the inequality of the length of the lower extremities in the framework of multi-level simultaneous orthopedic interventions in children with hemiparetic forms of cerebral palsy. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):45–54. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto609554>

Received: 15.10.2023

Accepted: 14.11.2023

Published online: 04.03.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Частота встречаемости гемипаретических форм церебрального паралича у детей доходит до 15,3% [1, 2]. Возникающие глобальные двигательные нарушения, как правило, относятся к уровням I–II по классификации Gross Motor Function Classification System (GMFCS) [3]: 87,8% — уровень I, 7,1% — уровень II по GMFCS [2].

Многоуровневые одномоментные ортопедические вмешательства при гемипаретических формах детского церебрального паралича (ДЦП) подразумевают не только коррекцию ортопедических осложнений на вовлечённой конечности, но и уравнивание или уменьшение неравенства длины конечностей [4–6].

Необходимость коррекции неравенства длины нижних конечностей при спастических гемипарезах у детей обусловлена зависимыми нарушениями походки: при величине укорочения 1 см и более при ходьбе босиком обнаруживали снижение скорости ходьбы и длины шага [7], разница в длине 1 см и более предрасполагает к рецидиву эквинусной контрактуры после первичного её устранения [8]. Кроме того, до настоящего времени неизвестен эффект одновременной многоуровневой коррекции ортопедических осложнений ДЦП (контрактур, деформаций) и, соответственно, улучшения функции вовлечённой конечности на параметры уравнивания длины конечностей при одновременном использовании методики управляемого роста.

Цель исследования — анализ параметров коррекции неравенства длины сегментов нижних конечностей методом управляемого роста у детей со спастической гемиплегией в рамках многоуровневых ортопедических вмешательств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Работа построена на основании анализа лечения 24 пациентов, которым выполнялось оперативное лечение в период с 2017 по 2022 г.

Критерии соответствия

Критерием включения в данное исследование являлся диагноз церебрального паралича (G80.2) по Международной классификации болезней [9] у детей в возрасте менее 15 лет, когда рентгенологически определялись открытые зоны роста области коленного сустава контралатеральной (здоровой) конечности.

Обязательным условием являлась возможность стандартной рентгеновской оценки длины сегментов нижних конечностей перед операцией, а также после завершения применения пластин управляемого роста (их удаления), когда рентген-телеметрия выполнялась с расстояния не менее 250 см у детей в вертикальной позе и при возможности полного разгибания коленных суставов [10].

Соответственно, из исследования исключены дети с иными диагнозами, случаи, когда не производились вмешательства на вовлечённой конечности, дети старше 15 лет либо случаи, когда было невозможно выполнение рентгеновского исследования по вышеуказанным критериям.

Условия проведения

Все оперативные вмешательства проводились в НМИЦ ТО им. Г.А. Илизарова. Для выполнения данного исследования и лечения необходимо наличие в стационаре возможности осуществления обзорной рентгенографии конечностей для оценки разницы их длины и наличие в операционной электронного оптического преобразователя.

Описание медицинского вмешательства

Выполненные оперативные вмешательства подразумевали коррекцию контрактур и деформаций на вовлечённой конечности за счёт многоуровневых ортопедических вмешательств и одновременное выполнение методики временного торможения роста на здоровой конечности. Через два доступа с медиальной и латеральной сторон накладывалась 8-образная пластина и фиксировалась соответственно к эпифизу и метафизу кости под многоуровневой рентгеноскопией.

При анализе эффективности методики управляемого роста исследовали:

- изменения длины сегментов (здорового с торможением роста и контралатерального) в период наблюдения;
- скорость торможения роста оперированного сегмента здоровой конечности (мм/мес) [11];
- сопоставление скорости торможения роста в зависимости от возраста (выраженного в месяцах) выполнения операции;
- достижение планируемой коррекции неравенства длины конечностей.

Для оценки результатов лечения данная публикация учитывает критерии оценки по шкале Gillette [12]. Более детальный анализ параметров движений и объективной оценки походки, включая компьютерный анализ, требует широкого представления материала, что выходит за рамки данной работы и требований формата статьи.

Оперативное вмешательство выполнялось по методике экстрафизарного временного блокирования роста [13] с использованием отечественных титановых пластин (разработчик — ООО «Метис», г. Томск).

Отметим, что ввиду обратимости процедуры управляемого роста, а также целесообразности выполнения её совместно с ортопедическими элементами операции на вовлечённой конечности (под единственной анестезией) изучение костного возраста для определения оптимального момента эпифизиодеза не проводилось.

Статистический анализ

Для статистической обработки данных применяли программу AtteStat 12.0.5. Количественные характеристики выборочных совокупностей представлены в таблицах в виде медианы с уровнем распределения процентилей 25÷75%.

Этическая экспертиза

На проведение исследований было получено разрешение комитета по этике. Исследования проводились в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками от 2000 года, «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 года. Пациенты или родители пациентов, уполномоченные сотрудники социальных учреждений подтверждали согласие на проведение исследования и публикацию результатов без идентификации личности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из серии 54 пациентов детского возраста с ДЦП, прооперированных в период 2017–2022 гг. с применением метода управляемого роста, удалось выделить 24 пациента, соответствующих критериям включения. По уровню нарушения двигательных функций все пациенты были классифицированы как соответствующие уровню I по GMFCS.

В 8 случаях метод управляемого роста применялся на бедре (группа 1), в 15 — на большеберцовой кости (группа 2). В одном случае экстафизарный эпифизиодез использовали как на бедре, так и на голени, и для анализа сегменты были отнесены к соответствующим группам.

В табл. 1 представлена общая характеристика групп.

В табл. 2 приведены параметры эффективности управляемого роста в сравнении с вовлечённой бедренной костью.

В табл. 3 приведены параметры действия управляемого роста на голени.

Рис. 1 и 2 дают представление о зависимости от возраста выполнения операции как скорости торможения роста здорового сегмента (бедро или голени), так и достигнутой величины коррекции.

Очевидно, что по мере увеличения возраста в момент вмешательства (особенно во второй половине пубертатного периода) эффективность методики управляемого роста снижается. Отметим, что во всех случаях, когда величина коррекции составила в итоге менее 1 см, возраст пациентов превышал 144 месяца (12 лет).

В целом, учитывая длину сегментов и бедра, и голени, достигнутая коррекция была вполне удовлетворительной. До операции разница в суммарной длине бедра и голени составляла 18 (11÷23) мм, а после периода коррекции — 4 (–4,5÷5,75) мм. Интересно отметить, что при выполнении эпифизиодеза до достижения возраста 11 лет присутствует тенденция гиперкоррекции укорочения вовлечённой конечности при учёте разницы в длине сегмента «бедро–голень» (рис. 3).

Клинический пример

Пациент, 11 лет и 8 месяцев, с диагнозом «ДЦП, левосторонний гемипарез» поступил в Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии с жалобами на укорочение левой нижней конечности, хромоту и ограничение движений в левом коленном и голеностопном суставах. На обзорной телерентгенограмме нижних конечностей стоя в прямой проекции

Таблица 1. Демографические характеристики групп, длительность применения пластин управляемого роста

Table 1. Demographic characteristics of groups, duration of use of controlled growth plates

Группа	Возраст момента операции, мес	Пол (ж/м)	Длительность эпифизиодеза, мес
1-я (бедро)	142 (109÷156)	2/7	18 (17÷23)
2-я (голень)	144 (107÷154,8)	5/11	18,5 (12,8÷25,5)

Таблица 2. Параметры действия управляемого роста на бедре

Table 2. Controlled growth action parameters on the hip

Разница в длине, мм		Величина коррекции, мм	Скорость коррекции, мм/мес
до операции	на момент удаления пластин		
10,0 (5÷14)	–5,0 (–15,0÷0,0)	20,0 (15÷23)	1,17 (0,88÷1,23)

Таблица 3. Параметры действия управляемого роста на голени

Table 3. Parameters of controlled growth action on the lower leg

Разница в длине, мм		Величина коррекции, мм	Скорость коррекции, мм/мес
до операции	на момент удаления пластин		
10,5 (6÷13,3)	–1,5 (–5,25÷1,25)	16,0 (8÷17,5)	0,67 (0,32÷0,85)

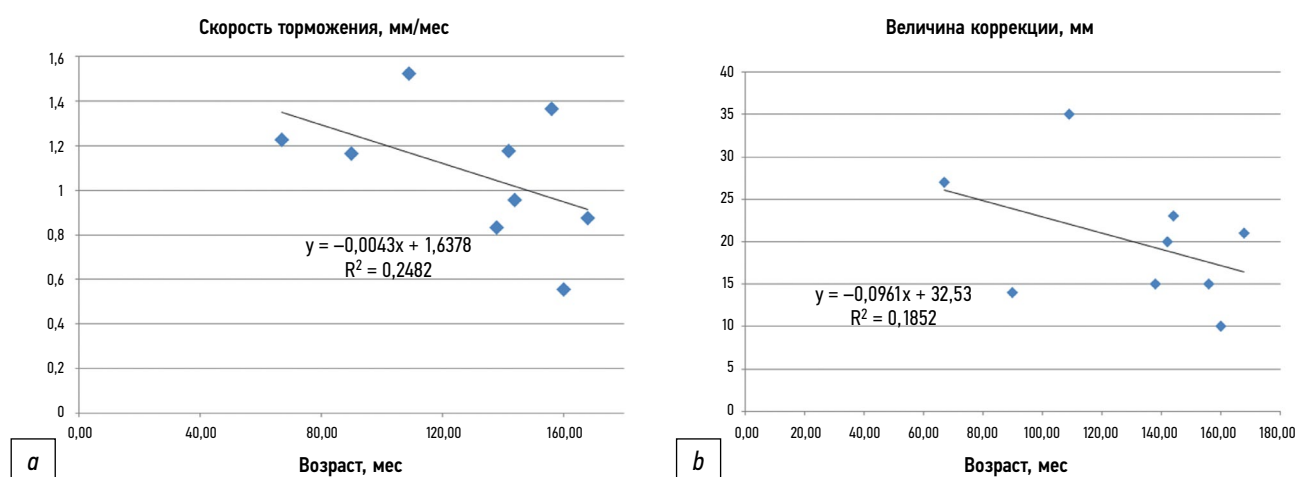


Рис. 1. Зависимость параметров эффективности управляемого роста на бедре: *a* — возраст–скорость торможения; *b* — возраст–величина коррекции.

Fig. 1. Dependence of parameters of the effectiveness of controlled growth on the hip: *a* — age–braking speed; *b* — age–correction value.

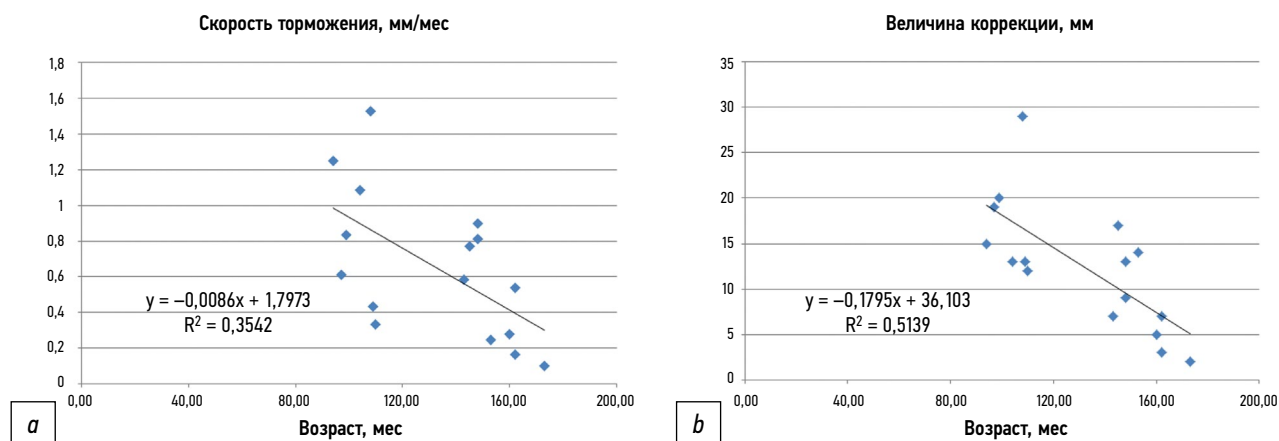


Рис. 2. Зависимость параметров эффективности управляемого роста для большеберцовой кости: *a* — возраст–скорость торможения; *b* — возраст–величина коррекции.

Fig. 2. Dependence of the parameters of the efficiency of controlled growth for the tibia: *a* — age–braking rate; *b* — age–correction value.

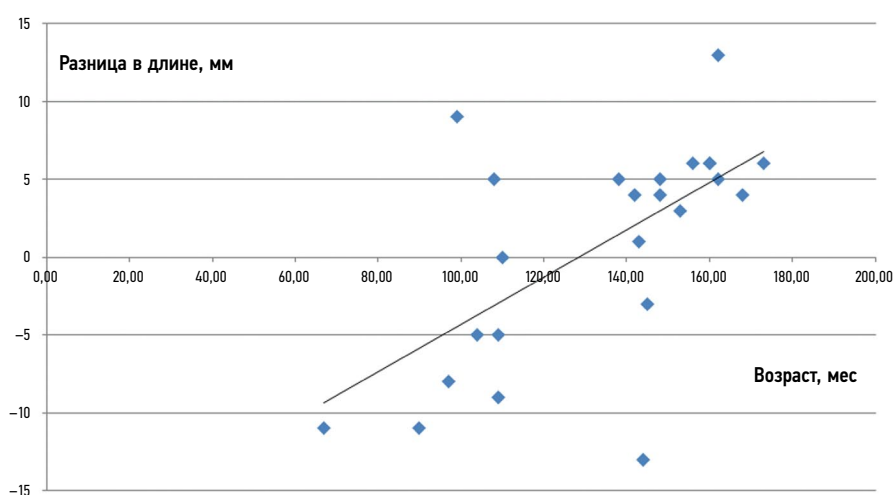


Рис. 3. Суммарная разница в длине сегментов «бедро–голень» здоровой и вовлечённой конечности к моменту удаления пластин управляемого роста.

Fig. 3. The total difference in the length of the thigh–tibia segments of the healthy and involved limb at the time of removal of the controlled growth plates.

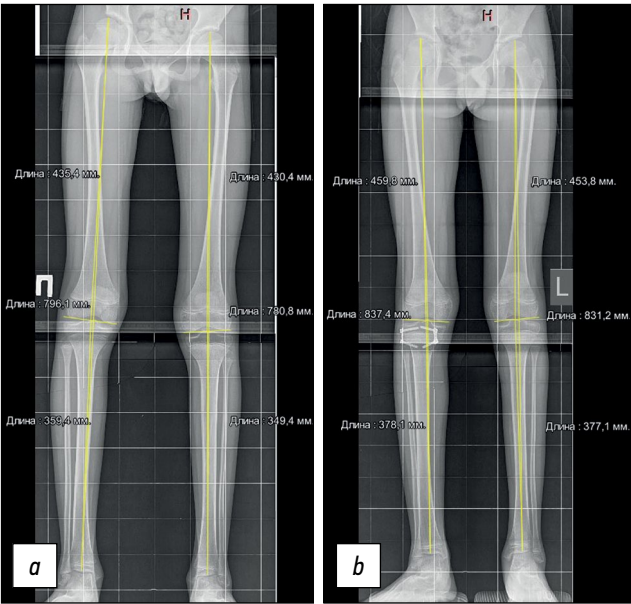


Рис. 4. Телерентгенограмма стоя в прямой проекции: *a* — до операции, *b* — перед удалением металлоконструкции, скорость коррекции составила 10 мес.

Fig. 4. Teleroentgenogram standing in a direct projection: *a* — before surgery, *b* — before removal of the metal structure, the correction rate was 10 months.

было установлено анатомическое укорочение левой нижней конечности на 15 мм (бедро — 5 мм, голень — 10 мм) (рис. 4а). За одну операционную сессию было проведено вмешательство на обеих нижних конечностях. Справа выполнен временный экстрафизарный эпифизиодез проксимального отдела правой большеберцовой кости 8-образными пластинами. Слева — тенотомия полусухожильной мышцы, апоневротомия полумембранозной, икроножных мышц по Strayer, укорочение сухожилия задней большеберцовой мышцы за счёт её дублирования. Гипсовая

иммобилизация левой нижней конечности составила 4 недели. Пациенту проводились контрольные измерения на телерентгенограмме нижних конечностей в сроки 6 и 10 месяцев после операции. На 10-й месяц установлена одинаковая длина конечностей, (рис. 4б), металлоконструкции с проксимального отдела правой большеберцовой кости были удалены.

В дополнение к аспектам роста сегментов табл. 4 даёт представление об объёме оперативного вмешательства на вовлечённом сегменте в совокупности в каждой группе.

Исходы ортопедических операций на вовлечённой конечности к моменту завершения коррекции неравенства длины соответствовали поставленным задачам у всех пациентов. Суммарно результат многоуровневых вмешательств отражён в улучшении параметров ходьбы. При анализе результатов лечения в данной работе были учтены исходы по шкале Gillette (табл. 5).

Отметим, что благодаря проведённому лечению улучшение функциональных возможностей отмечено у 22 из 24 пациентов (в 91,7% случаев).

ОБСУЖДЕНИЕ

Целью коррекции неравенства длины нижних конечностей при спастических гемипарезах являются профилактика рецидива эквинусной установки стопы [8], улучшение параметров ходьбы [7, 14], предотвращение вторичных деформаций позвоночника [15] и стопы здоровой конечности [6, 7, 16].

Способы устранения неравенства длины различны: управляемый рост или удлинение конечности, и в настоящее время нет однозначных рекомендаций по выбору метода коррекции [6, 7, 15–17]. Тем более, что круг работ по коррекции неравенства длины нижних конечностей у неврологических пациентов весьма ограничен,

Таблица 4. Элементы (количество) оперативного вмешательства на вовлечённой конечности

Table 4. Elements (quantity) of surgical intervention on the involved limb

Группа	Удлинение аддукторов бедра	Удлинение сгибателей голени	Удлинение m. triceps	Укорочение m. tibialis posterior	Таранно-ладьевидный артродез	Подтаранный артрорез	Деторсионная остеотомия	Реконструкция стопы по Evans
1-я	3	3	9	1	1	1	—	1
2-я	4	4	15	3	1	—	1	3

Таблица 5. Оценка двигательных возможностей по шкале Gillette (указано количество пациентов, двигательные возможности которых соответствовали определённому уровню)

Table 5. Assessment of motor abilities according to the Gillette scale (the number of patients whose motor abilities corresponded to a certain level is indicated)

Период	Уровень Gillette			
	V	VI	VII	VIII
До операции	5	14	4	1
Через 2 года	—	6	13	5

изучаемые серии невелики [6, 15, 18]. И невозможно считать научно обоснованным подходом экстраполяцию результатов применения метода управляемого роста у лиц с врожденными или посттравматическими укорочениями с прогнозируемым ростом [19, 20] на группу пациентов, у которых разница в длине ног возникает на фоне неврологических заболеваний.

Тем не менее управляемый рост выглядит предпочтительнее с точки зрения меньшего объема операции и исключения воздействия диафиксирующих элементов аппарата внешней фиксации на вовлеченную конечность. М. Corradin и соавт. [6], применяя управляемый рост, при исходной средней разнице в длине 3–4 см достигли финальной разницы 1–2 см, при этом не наблюдался рецидив увеличения неравенства нижних конечностей в среднем периоде наблюдения 6–7 лет. Коррекция неравенства длины сопровождалась исчезновением компенсаторных чрезмерных сгибательных установок в коленном и тазобедренном суставах и избыточной тыльной флексии стопы на здоровой конечности.

Величина остаточного неравенства при спастической гемиплегии остаётся нерешённым вопросом. Учитывая низкий селективный контроль и слабость тыльных флексоров стопы, М. Corradin и соавт. [6] рекомендуют остаточное неравенство 0,5–1,5 см. С другой стороны, даже неравенство длины 1 см негативно влияет на кинематику таза и позвоночника при ходьбе [15, 18] и по-прежнему имеет показания к компенсации [7, 15]. В нашей серии средняя суммарная разница сегментов бедра–голень к моменту удаления пластин составляла 4 мм, что указывает на управляемость и возможность хорошего контроля за процессом моделирования роста. Тем не менее отметим, что темпы коррекции неравенства длины не линейны, и их значения выше для детей в период до предпубертатного толчка роста.

С этой точки зрения вычисленные среднестатистические темпы коррекции в нашей серии носят ориентировочный характер (для бедра — 1,17 мм/мес, для голени — 0,67 мм/мес) и не рекомендуются как единственный критерий планирования длительности процедуры управляемого роста. В литературе мы нашли немногочисленные источники, указывающие на среднестатистические темпы коррекции при использовании экстрафизарного эпифизиодеза [21] со значениями темпов коррекции длины 0,55 мм/мес для бедра и 0,54 мм/мес для голени [22].

Учитывая обратимый характер экстрафизарного эпифизиодеза [11, 12], вопрос об определении костного возраста в период до предпубертатного скачка роста для выбора оптимального момента расположения имплантатов не имеет решающего значения. Важно избежать позднего выполнения операции торможения роста, чтобы в процессе остаточного роста успеть компенсировать разницу в длине. Наши данные показывают, что риски недостаточной коррекции серьёзно возрастают

после возраста 12–13 лет. Это относится ко второй половине пубертатного ускорения роста на нижних конечностях, когда ускорение продольного роста сменяется его замедлением [23].

Сложностей добавляет и факт, что методология интерпретации костного возраста у детей с односторонними формами спастического паралича противоречива: Т. Erickson и соавт. [24] не определяют влияния стороны гемипареза на установление костного возраста по рентгенограммам кисти, а J.S. Lee и соавт. [25] указывают на отставание значений костного возраста на стороне гемипареза в сравнении с интактной рукой.

Как правило, показания к оперативной коррекции вторичных осложнений ДЦП возникают после возраста 8–10 лет [26, 27]. И именно этот возраст является оптимальным для коррекции неравенства длины за счёт торможения роста [11, 28]. Объединение этих двух элементов выглядит логичным и соответствующим принципам многоуровневого одновременного вмешательства при ДЦП. Наши результаты подтверждают обоснованность такого подхода, находя подтверждение в улучшении двигательных возможностей в период наблюдения не менее 2 лет.

Конечно, одно только устранение неравенства длины конечностей не носит решающего характера в улучшении кинематики движений у ребёнка со спастической гемиплегией, однако является важным элементом, улучшающим параметры движений при ходьбе со стороны как вовлечённой, так и здоровой конечности. Инструментальное исследование данной когорты детей позволит количественно оценить изменения кинематики и кинетики походки. Большое значение имеет и определение неравенства длины на момент закрытия зон роста бедра и голени, что также является задачей продолжения данного исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая преимущества многоуровневых вмешательств при ДЦП, выполнение управляемого роста в рамках единой операции с реконструктивными элементами на вовлечённой конечности является предпочтительным.

Контролируемый и обратимый характер экстрафизарного временного эпифизиодеза позволяет достичь требуемой коррекции без высоких рисков избыточного торможения роста.

Выполнение операции управляемого роста предпочтительнее в возрасте не позднее 12–13 лет, учитывая остаточный потенциал роста.

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 медицинских данных и фотографий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Mushta S.M., King C., Goldsmith S., et al. Epidemiology of Cerebral Palsy among Children and Adolescents in Arabic-Speaking Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Brain Sci.* 2022. Vol. 12, № 7. P. 859. doi: 10.3390/brainsci12070859
- Gorter J.W., Rosenbaum P.L., Hanna S.E., et al. Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy // *Dev Med Child Neurol.* 2004. Vol. 46, № 7. P. 461–7. doi: 10.1017/s0012162204000763
- Palisano R.J. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy // *Phys Ther.* 2000. Vol. 80, № 10. P. 974–85. EDN: EPVAHZ
- Joo S., Miller F. Abnormalities in the uninvolved foot in children with spastic hemiplegia // *J Pediatr Orthop.* 2012. Vol. 32, № 6. P. 605–8. doi: 10.1097/BPO.0b013e318263a245
- Riad J., Finnbogason T., Broström E. Leg length discrepancy in spastic hemiplegic cerebral palsy: a magnetic resonance imaging study // *J Pediatr Orthop.* 2010. Vol. 30, № 8. P. 846–50. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181fc35dd
- Corradin M., Schiavon R., Borgo A., et al. The effects of uninvolved side epiphysiodesis for limb length equalization in children with unilateral cerebral palsy: clinical evaluation with the Edinburgh visual gait score // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018. Vol. 28, № 5. P. 977–984. doi: 10.1007/s00590-017-2097-3
- Eek M.N., Zügner R., Stefansdottir I., Tranberg R. Kinematic gait pattern in children with cerebral palsy and leg length discrepancy: Effects of an extra sole // *Gait Posture.* 2017. Vol. 55. P. 150–156. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.04.022
- Sala D.A., Grant A.D., Kummer F.J. Equinus deformity in cerebral palsy: recurrence after tendo Achilles lengthening // *Dev Med Child Neurol.* 1997. Vol. 39, № 1. P. 45–8. doi: 10.1111/j.1469-8749.1997.tb08203.x
- CMS.gov [Internet]. 2018 ICD-10 CM and GEMs. Режим доступа: <https://www.cms.gov/Medicare/Coding/ICD10/2018-ICD-10-CM-and-GEMs.html>
- Popkov D., Lascombes P., Berte N., et al. The normal radiological anteroposterior alignment of the lower limb in children // *Skeletal Radiol.* 2015. Vol. 44, № 2. P. 197–206. doi: 10.1007/s00256-014-1953-z
- Journeau P. Update on guided growth concepts around the knee in children // *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020. Vol. 106 Suppl 1. P. S171–S180. doi: 10.1016/j.otsr.2019.04.025
- Novacheck T.F., Stout J.L., Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities // *J Pediatr Orthop.* 2000. Vol. 20, № 1. P. 75–81.
- Stevens P.M. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate // *J Pediatr Orthop.* 2007. Vol. 27, № 3. P. 253–9. doi: 10.1097/BPO.0b013e31803433a1
- Sclavos N., Thomason P., Passmore E., Graham K., Rutz E. Foot drop after gastrocsoleus lengthening for equinus deformity in children with cerebral palsy // *Gait Posture.* 2023. Vol. 100. P. 254–260. doi: 10.1016/j.gaitpost.2023.01.007
- Schmid S., Romkes J., Taylor W.R., Lorenzetti S., Brunner R. Orthotic correction of lower limb function during gait does not immediately influence spinal kinematics in spastic hemiplegic cerebral palsy // *Gait Posture.* 2016. Vol. 49. P. 457–462. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.013
- Saraph V., Zwick E.B., Steinwender G., et al. Leg lengthening as part of gait improvement surgery in cerebral palsy: an evaluation using gait analysis // *Gait Posture.* 2006. Vol. 23, № 1. P. 83–90. doi: 10.1016/j.gaitpost.2004.12.003
- Jahmani R., Lovisetti G., Alorjani M., Bashairah K. Percutaneous femoral shortening over a nail using on-site smashing osteotomy technique // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020. Vol. 30, № 2. P. 351–358. doi: 10.1007/s00590-019-02556-7
- Salazar-Torres J.J., McDowell B.C., Kerr C., Cosgrove A.P. Pelvic kinematics and their relationship to gait type in hemiplegic cerebral palsy // *Gait Posture.* 2011. Vol. 33, № 4. P. 620–4.
- Меркулов В.Н., Дорохин А.И., Дамбинимаяев А.В. Лечение пост-травматических неравенств длины нижних конечностей без нарушения целостности кости в сочетании с деформацией у детей и подростков // *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.* 2012. Т. 19, № 1. С. 41–46. doi: 10.17816/vto201219141-46
- Sanders J.O., Karbach L.E., Cai X., et al. Height and Extremity-Length Prediction for Healthy Children Using Age-Based Versus Peak Height Velocity Timing-Based Multipliers // *J Bone Joint Surg Am.* 2021. Vol. 103, № 4. P. 335–342. doi: 10.2106/JBJS.20.00040
- Kelly P.M., Diméglio A. Lower-limb growth: how predictable are predictions? // *J Child Orthop.* 2008. Vol. 2, № 6. P. 407–15. doi: 10.1007/s11832-008-0119-8
- Journeau P., Mayer J., Popkov D., De Gheldère A., Lascombes P. Epiphysiodesis par plaque vissée extra-physaire pour la correction

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

des déformations angulaires des membres inférieurs chez l'enfant et l'adolescent. In: Lascombes P., Journeau P., editors. *Déformations des membres inférieurs «De la consultation à l'acte opératoire»*. Sauramps médical; 2009. P. 49–55.

23. Demirel M., Sağlam Y., Yıldırım A.M., et al. Temporary Epiphysiodesis Using the Eight-Plate in the Management of Children with Leg Length Discrepancy: A Retrospective Case Series // *Indian J Orthop*. 2022. Vol. 56, № 5. P. 874–882. doi: 10.1007/s43465-021-00599-9

24. Erickson T., Loder R.T. Bone age in children with hemiplegic cerebral palsy // *J Pediatr Orthop*. 2003. Vol. 23, № 5. P. 669–71. doi: 10.1097/00004694-200309000-00019

25. Lee J.S., Choi I.J., Shin M.J., et al. Bone age in unilateral spastic cerebral palsy: is there a correlation with hand function and limb

length? // *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2017. Vol. 30, № 3. P. 337–341. doi: 10.1515/jpem-2016-0349

26. Graham H.K., Rosenbaum P., Paneth N., et al. Cerebral palsy // *Nat Rev Dis Primers*. 2016. Vol. 2. P. 15082. doi: 10.1038/nrdp.2015.82

27. Gatamov O.I., Chibirov G.M., Borzunov D.Yu., Popkov D.A. Surgical orthopaedic management of cerebral palsy in adults: literature review and preliminary analysis of our treatment experience // *Orthopaedic Genius*. 2018. Vol. 24, № 4. P. 538–547. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-4-538-547

28. Danino B., Rödl R., Herzenberg J.E., et al. Guided growth: preliminary results of a multinational study of 967 physes in 537 patients // *J Child Orthop*. 2018. Vol. 12, № 1. P. 91–96. doi: 10.1302/1863-2548.12.170050

REFERENCES

1. Mushta SM, King C, Goldsmith S, et al. Epidemiology of Cerebral Palsy among Children and Adolescents in Arabic-Speaking Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Brain Sci*. 2022;12(7):859. doi: 10.3390/brainsci12070859

2. Gorter JW, Rosenbaum PL, Hanna SE, et al. Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2004;46(7):461–7. doi: 10.1017/s0012162204000763

3. Palisano RJ. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Phys Ther*. 2000;80(10):974–85. EDN: EPVAHZ

4. Joo S, Miller F. Abnormalities in the uninvolved foot in children with spastic hemiplegia. *J Pediatr Orthop*. 2012;32(6):605–8. doi: 10.1097/BPO.0b013e318263a245

5. Riad J, Finnbogason T, Broström E. Leg length discrepancy in spastic hemiplegic cerebral palsy: a magnetic resonance imaging study. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(8):846–50. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181fc35dd

6. Corradin M, Schiavon R, Borgo A, et al. The effects of uninvolved side epiphysiodesis for limb length equalization in children with unilateral cerebral palsy: clinical evaluation with the Edinburgh visual gait score. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(5):977–984. doi: 10.1007/s00590-017-2097-3

7. Eek MN, Zügner R, Stefansdottir I, Tranberg R. Kinematic gait pattern in children with cerebral palsy and leg length discrepancy: Effects of an extra sole. *Gait Posture*. 2017;55:150–156. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.04.022

8. Sala DA, Grant AD, Kummer FJ. Equinus deformity in cerebral palsy: recurrence after tendo Achillis lengthening. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(1):45–8. doi: 10.1111/j.1469-8749.1997.tb08203.x

9. CMS.gov [Internet]. 2018 ICD-10 CM and GEMs. Available from: <https://www.cms.gov/Medicare/Coding/ICD10/2018-ICD-10-CM-and-GEMs.html>

10. Popkov D, Lascombes P, Berte N, et al. The normal radiological anteroposterior alignment of the lower limb in children. *Skeletal Radiol*. 2015;44(2):197–206. doi: 10.1007/s00256-014-1953-z

11. Journeau P. Update on guided growth concepts around the knee in children. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020;106 Suppl 1:S171–S180. doi: 10.1016/j.otsr.2019.04.025

12. Novacheck TF, Stout JL, Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(1):75–81.

13. Stevens PM. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(3):253–9. doi: 10.1097/BPO.0b013e31803433a1

14. Sclavos N, Thomason P, Passmore E, Graham K, Rutz E. Foot drop after gastrocnemius lengthening for equinus deformity in children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2023;100:254–260. doi: 10.1016/j.gaitpost.2023.01.007

15. Schmid S, Romkes J, Taylor WR, Lorenzetti S, Brunner R. Orthotic correction of lower limb function during gait does not immediately influence spinal kinematics in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2016;49:457–462. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.013

16. Saraph V, Zwick EB, Steinwender G, et al. Leg lengthening as part of gait improvement surgery in cerebral palsy: an evaluation using gait analysis. *Gait Posture*. 2006;23(1):83–90. doi: 10.1016/j.gaitpost.2004.12.003

17. Jahmani R, Lovisetti G, Alorjani M, Bashairah K. Percutaneous femoral shortening over a nail using on-site smashing osteotomy technique. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(2):351–358. doi: 10.1007/s00590-019-02556-7

18. Salazar-Torres JJ, McDowell BC, Kerr C, Cosgrove AP. Pelvic kinematics and their relationship to gait type in hemiplegic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2011;33(4):620–4.

19. Merkulov VN, Dorokhin AI, Dambinimaev AV. Treatment of posttraumatic lower limbs length discrepancy without breach of bone integrity in combination with deformity in children and adolescents. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2012;19(1):41–46. doi: 10.17816/vto201219141-46

20. Sanders JO, Karbach LE, Cai X, et al. Height and Extremity-Length Prediction for Healthy Children Using Age-Based Versus Peak Height Velocity Timing-Based Multipliers. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(4):335–342. doi: 10.2106/JBJS.20.00040

21. Kelly PM, Diméglio A. Lower-limb growth: how predictable are predictions? *J Child Orthop*. 2008;2(6):407–15. doi: 10.1007/s11832-008-0119-8

22. Journeau P, Mayer J, Popkov D, De Gheldère A, Lascombes P. Epiphysiodèse par plaque vissée extra-physaire pour la correction des déformations angulaires des membres inférieurs chez l'enfant et l'adolescent. In: Lascombes P, Journeau P, editors. *Déformations des membres inférieurs «De la consultation à l'acte opératoire»*. Sauramps médical; 2009. P. 49–55.

23. Demirel M, Sağlam Y, Yıldırım AM, et al. Temporary Epiphysiodesis Using the Eight-Plate in the Management of Children

with Leg Length Discrepancy: A Retrospective Case Series. *Indian J Orthop.* 2022;56(5):874–882. doi: 10.1007/s43465-021-00599-9

24. Erickson T, Loder RT. Bone age in children with hemiplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2003;23(5):669–71. doi: 10.1097/00004694-200309000-00019

25. Lee JS, Choi IJ, Shin MJ, et al. Bone age in unilateral spastic cerebral palsy: is there a correlation with hand function and limb length? *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2017;30(3):337–341. doi: 10.1515/jpem-2016-0349

26. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers.* 2016;2:15082. doi: 10.1038/nrdp.2015.82

27. Gatamov OI, Chibirov GM, Borzunov DYU, Popkov DA. Surgical orthopaedic management of cerebral palsy in adults: literature review and preliminary analysis of our treatment experience. *Orthopaedic Genius.* 2018;24(4):538–547. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-4-538-547

28. Danino B, Rödl R, Herzenberg JE, et al. Guided growth: preliminary results of a multinational study of 967 physes in 537 patients. *J Child Orthop.* 2018;12(1):91–96. doi: 10.1302/1863-2548.12.170050

ОБ АВТОРАХ

* Мамедов Улви Фаиг оглы;

адрес: Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6;
ORCID: 0009-0008-0266-6515;
e-mail: ulvi.mamedof@gmail.com

Томов Ахмед Даутович, канд. мед. наук;

ORCID: 0009-0001-2981-7722;
eLibrary SPIN: 2949-6153;
e-mail: doc0645@mail.ru

Гатамов Орхан Ильхам оглы, канд. мед. наук;

ORCID: 0009-0005-4244-5774;
eLibrary SPIN: 9647-8748;
e-mail: or-gatamov@mail.ru

Попков Дмитрий Арнольдович, д-р мед. наук,

профессор РАН;
ORCID: 0000-0002-8996-867X;
eLibrary SPIN: 6387-0545;
e-mail: dpopkov@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Ulvi F. Mamedov;

address: 6 M. Ulianova str., Kurgan, 640014, Russia;
ORCID: 0009-0008-0266-6515;
e-mail: ulvi.mamedof@gmail.com

Ahmed D. Tomov, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0009-0001-2981-7722;
eLibrary SPIN: 2949-6153;
e-mail: doc0645@mail.ru

Orkhan I. Gatamov, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0009-0005-4244-5774;
eLibrary SPIN: 9647-8748;
e-mail: or-gatamov@mail.ru

Dmitry A. Popkov, MD, Dr. Sci. (Med.),

professor of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0002-8996-867X;
eLibrary SPIN: 6387-0545;
e-mail: dpopkov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto624245>

Сравнительная характеристика параметров шейного сагиттального баланса и критериев атлантоаксиальной нестабильности у детей в норме и с синдромом Дауна

А.А. Кулешов¹, А.Г. Назаренко¹, В.А. Шаров¹, М.С. Ветрилэ¹, А.В. Овсянкин²,
Е.С. Кузьмина², И.Н. Лисянский¹, С.Н. Макаров¹, Ю.В. Струнина³

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

² Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Смоленск, Россия;

³ Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Концепция сагиттального баланса позвоночника получила значительное развитие в последние годы, но абсолютное большинство работ посвящено оценке позвоночно-тазовых параметров. Шейному отделу позвоночника длительное время уделялось недостаточно внимания со стороны исследователей, однако сейчас эта тенденция изменяется. Изучение шейного сагиттального баланса у детей с синдромом Дауна может помочь приблизиться к предположениям развития атлантоаксиальной нестабильности.

Цель. Провести сравнительный анализ параметров шейного сагиттального баланса и критериев атлантоаксиальной нестабильности у детей в норме и с синдромом Дауна.

Материалы и методы. Проведён ретроспективный анализ рентгенограмм шейного отдела позвоночника в нейтральном положении в боковой проекции, а также постуральных рентгенограмм 110 пациентов детского возраста. Пациенты разделены на две группы. Группа 1 (норма) — 60 детей в возрасте от 4 до 17 лет без патологии позвоночника. Группа 2 (синдром Дауна) — 50 детей в возрасте от 4 до 17 лет с синдромом Дауна. Были рассчитаны параметры шейного сагиттального баланса (Ос-С2, Ос-С7, С1-С2, С2-С7, С2-С7Н, С7S, Th1S, TIA, NT) и критерии атлантоаксиальной нестабильности (угол Nakamura, ADI, SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4) и проведён статистический анализ данных.

Результаты. Были выявлены статистически значимые различия в параметрах C7S, Th1S, TIA в сторону их увеличения у детей с синдромом Дауна. Эти параметры участвуют в формировании шейного лордоза, однако статистически значимых различий в угловых показателях шейного лордоза выявлено не было. Также были обнаружены статистически значимые различия в критериях атлантоаксиальной нестабильности ADI, SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4 в сторону их уменьшения у детей с синдромом Дауна.

Заключение. У пациентов с синдромом Дауна показатели, формирующие шейный лордоз, статистически больше, чем у детей в норме. При этом угловые параметры шейного лордоза у них не отличаются от таковых у здоровых детей, следовательно, при флексии шейный отдел позвоночника у детей с синдромом Дауна находится в субкомпенсации. Учитывая статистически меньшие показатели ADI, SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4, низкий тонус мышц шеи и гипермобильность связочного аппарата, можно считать полученные отклонения врождёнными факторами предрасположенности к атлантоаксиальной нестабильности у детей с синдромом Дауна.

Ключевые слова: шейный сагиттальный баланс; синдром Дауна; шейный отдел позвоночника; атлантоаксиальная нестабильность; зубовидная кость.

Как цитировать:

Кулешов А.А., Назаренко А.Г., Шаров В.А., Ветрилэ М.С., Овсянкин А.В., Кузьмина Е.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Струнина Ю.В. Сравнительная характеристика параметров шейного сагиттального баланса и критериев атлантоаксиальной нестабильности у детей в норме и с синдромом Дауна // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 55–66. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto624245>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto624245>

Comparative characteristics of cervical sagittal balance parameters and atlantoaxial instability criteria in normal and Down syndrome children

Alexander A. Kuleshov¹, Anton G. Nazarenko¹, Vladislav A. Sharov¹,
Marchel S. Vetrile¹, Anatoliy V. Ovsyankin², Elena S. Kuzminova², Igor N. Lisyansky¹,
Sergey N. Makarov¹, Uliya V. Strunina³

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

² Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Joint Replacement, Smolensk, Russia;

³ Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Sagittal balance of the spine has received considerable development in recent years. However, most studies focused on the assessment of vertebral–pelvic parameters. The cervical spine has long received insufficient attention from researchers, but this trend has been changing. The study of cervical sagittal balance in children with Down syndrome is beneficial in approaching the preconditions of atlantoaxial instability.

AIM: To perform a comparative analysis of cervical sagittal balance parameters and atlantoaxial instability criteria in normal and Down syndrome children.

MATERIALS AND METHODS: Radiographs of the cervical spine in the neutral position in lateral projection and postural radiographs of 110 pediatric patients were analyzed retrospectively. The patients were divided into two groups: group 1 (normal), 60 children aged 4–17 years without spinal pathology, and group 2 (Down syndrome), 50 children aged 4–17 years with Down syndrome. The parameters of cervical sagittal balance (Oc-C2, Oc-C7, C1-C2, C2-C7, C2-C7H, C7S, Th1S, TIA, NT) and criteria for atlantoaxial instability (Nakamura angle, ADI, SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4) were obtained, and data was statistically analyzed.

RESULTS: Significant differences in the parameters C7S, Th1S, and TIA increased in children with Down syndrome. These parameters are involved in cervical lordosis; however, no significant differences in cervical lordosis angles were found. Furthermore, significant differences were noted in the criteria of atlantoaxial instability ADI, SAC-C1, and SAC-C1/SAC-C4 toward their decreasing in children with Down syndrome.

CONCLUSION: In patients with Down syndrome, the indices of cervical lordosis are statistically greater than those in normal children. Moreover, the parameters of cervical lordosis in patients with Down syndrome do not differ from those in normal children. Therefore, during flexion, subcompensation of the cervical spine is observed in children with Down syndrome. Given the statistically smaller indicators ADI, SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4, low neck muscle tone, and ligamentous hypermobility, these abnormalities can be considered as congenital predisposition factors for atlantoaxial instability in children with Down syndrome.

Keywords: cervical sagittal balance; Down syndrome; cervical spine; atlantoaxial instability; os odontoideum.

To cite this article:

Kuleshov AA, Nazarenko AG, Sharov VA, Vetrile MS, Ovsyankin AV, Kuzminova ES, Lisyansky IN, Makarov SN, Strunina UV. Comparative characteristics of cervical sagittal balance parameters and atlantoaxial instability criteria in normal and Down syndrome children. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):55–66. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto624245>

ОБОСНОВАНИЕ

Понятие «баланс позвоночника», сформулированное J. Dubousset [1], легло в основу концепции сагиттального баланса позвоночника, которая, в свою очередь, получила значительное развитие в последние годы [2]. Этот факт подтверждается постоянно увеличивающимся числом научных работ, в которых описывается связь различных позвоночно-тазовых параметров с жалобами пациентов и подходами к лечению. Однако большинство авторов этих исследований акцентируют своё внимание на грудном и поясничном отделах позвоночника и, соответственно, их взаимоотношениях с тазом [3].

Долгое время шейному отделу позвоночника уделялось недостаточно внимания в концепции сагиттального баланса позвоночника, в первую очередь из-за его удалённости от таза и значительной подвижности [3]. Несмотря на это, в последние годы число публикаций, так или иначе касающихся шейного сагиттального баланса, неукоснительно растёт. Активно публикуются работы с описанием основных угловых и числовых параметров шейного сагиттального баланса, описанием условной нормы и поиском методологии измерения и оценки этих параметров. Однако абсолютное большинство работ основывается на измерениях, выполненных у пациентов взрослого возраста [4–6]. Публикации, описывающие шейный сагиттальный баланс у детей, единичны и не содержат чёткой единой методологии.

Значительный вклад в решение этой проблемы внесли Д.А. Глухов и А.Ю. Мушкин с соавт. (2022 г.). В своей работе авторы провели статистический анализ данных, полученных при расчёте основных параметров шейного сагиттального баланса у 73 детей без патологии позвоночника, по результатам постуральных рентгенограмм. В итоге исследователям удалось установить возрастные нормы основных показателей шейного сагиттального баланса для детей, их половые различия и отличия от нормальных параметров взрослой популяции [3].

Вместе с тем общеизвестным является факт, что дети с синдромом Дауна имеют предрасположенность к различным нарушениям опорно-двигательного аппарата [7, 8]. Гипермобильность связочного аппарата, снижение минеральной плотности кости и врождённые костные аномалии являются предрасполагающими к этому факторами [9, 10]. Отмечено, что до трети таких пациентов имеют ту или иную патологию шейного отдела позвоночника [11]. Данный факт был подтверждён нашим собственным исследованием с результатами скринингового обследования пациентов с синдромом Дауна на предмет наличия патологии шейного отдела позвоночника [12].

Эти факты позволяют предполагать, что параметры шейного сагиттального баланса у детей с синдромом Дауна могут статистически отличаться от нормальных показателей у детей. Несмотря на это, в настоящее время публикаций, посвящённых изучению параметров шейного

сагиттального баланса у детей с синдромом Дауна, в мировой литературе найти не удалось, что и сподвигло нас к проведению данного исследования.

Цель исследования — проведение сравнительного анализа параметров шейного сагиттального баланса и критериев атлантаоаксиальной нестабильности у детей в норме и с синдромом Дауна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Выполнено мультицентровое когортное ретроспективное сравнительное исследование.

Критерии соответствия

Проведён анализ рентгенограмм шейного отдела позвоночника в нейтральном положении в боковой проекции, а также постуральных рентгенограмм 110 пациентов детского возраста. Критерием отбора рентгенограмм являлось проведение исследования в вертикальном положении, с нейтральным положением головы. Рентгенограммы выполнялись с захватом основания черепа, всего шейного отдела и верхнего грудного отдела позвоночника с рукояткой грудины. Пациенты были распределены на две группы.

Группа 1 (норма) — 60 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет включительно. Средний возраст — 11 лет (7,0–14,0 года). Распределение по полу: 26 мальчиков и 34 девочки. По возрасту пациенты были распределены следующим образом: 17 детей от 4 до 7 лет, 19 — от 8 до 11 лет, 24 — от 12 до 17 лет. В данную группу вошли пациенты, обратившиеся на амбулаторный приём в ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России (г. Смоленск) с жалобами на боли в спине, шейном отделе позвоночника или нарушение осанки. С целью исключения патологии опорно-двигательного аппарата данным пациентам были выполнены постуральные рентгенограммы.

Критерии включения в группу:

- возраст пациента от 4 до 17 лет включительно;
- способность пациента самостоятельно сохранять вертикальное положение тела;
- успешное выполнение постуральных рентгенограмм позвоночника;
- отсутствие патологии опорно-двигательного аппарата по результатам постуральных рентгенограмм позвоночника в двух проекциях.

Критерии невключения в группу:

- возраст пациента младше 4 или старше 17 лет;
- наличие патологии опорно-двигательного аппарата;
- наличие какого-либо генетического синдрома либо врождённого заболевания, связанного с дисплазией соединительной ткани.

Группа 2 (синдром Дауна) — 50 пациентов с синдромом Дауна в возрасте от 4 до 17 лет включительно. Средний возраст — 9 лет (7,0–12,0 года). Распределение по полу: 24 мальчика и 26 девочек. Распределение по возрасту: 16 детей от 4 до 7 лет, 18 — от 8 до 11 лет, 16 — от 12 до 17 лет. В данную группу вошли пациенты, прошедшие скрининговое обследование на предмет наличия патологии шейного отдела позвоночника на фоне синдрома Дауна в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (г. Москва).

Критерии включения в группу:

- генетически подтверждённый синдром Дауна (любая из форм);
- возраст пациента от 4 до 17 лет включительно;
- способность пациента самостоятельно сохранять вертикальное положение тела;
- успешное выполнение функциональных рентгенограмм шейного отдела позвоночника в боковой проекции;
- отсутствие патологии шейного отдела позвоночника по результатам функциональных рентгенограмм шейного отдела позвоночника в боковой проекции.

Критерии невключения в группу:

- возраст пациента младше 4 или старше 17 лет;
- наличие патологии шейного отдела позвоночника либо деформаций позвоночника;
- пациенты с иными генетическими синдромами, отличными от синдрома Дауна, либо несиндромальные.

Методы оценки целевых показателей

По данным рентгенографии пациентам проводился расчёт наиболее часто упоминаемых в литературе угловых параметров шейного сагиттального баланса, оцениваемых методом Cobb (Oc-C2, Oc-C7, C1-C2, C2-C7, C2-C7H, C7S, Th1S, TIA, NT) [3, 5]. Методика расчёта параметров представлена на рис. 1.

Также пациентам проводился расчёт критериев атлантаксиальной нестабильности, оцениваемых в сагиттальной плоскости (Nakamura angle, ADI, SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4) [13, 14]. Методика расчёта критериев представлена на рис. 2. Описание параметров и критериев представлено в табл. 1.

С целью исключения погрешности, вносимой посредством использования различных программных средств, все измерения выполнялись в лицензионной версии программы RadiAnt DICOM Viewer, версия 2022.1 (64 bit) (Copyright© 2009–2023, Medixant).

Статистический анализ данных

Статистический анализ данных проведён с помощью языка статистического программирования и среды R (версия 4.3.1) в IDE RStudio (версия 2023.09.0). Соответствие выборки нормальному распределению определялось с помощью теста Шапиро–Уилка. Тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках проводили с помощью метода Манна–Уитни и критерия согласия Пирсона. Корреляцию между количественными величинами оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Нулевую гипотезу в статистических тестах отклоняли при уровне значимости $p < 0,05$.

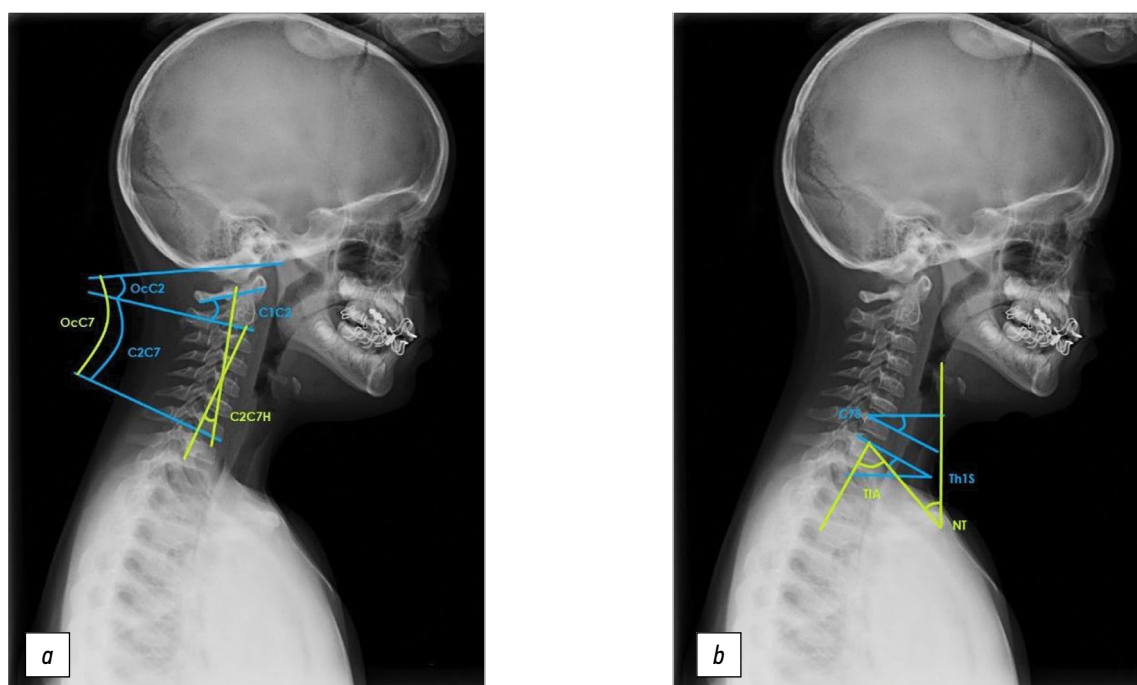


Рис. 1. а, б — методика измерения параметров шейного сагиттального баланса.

Fig. 1. а, б — technique for measuring cervical sagittal balance parameters.

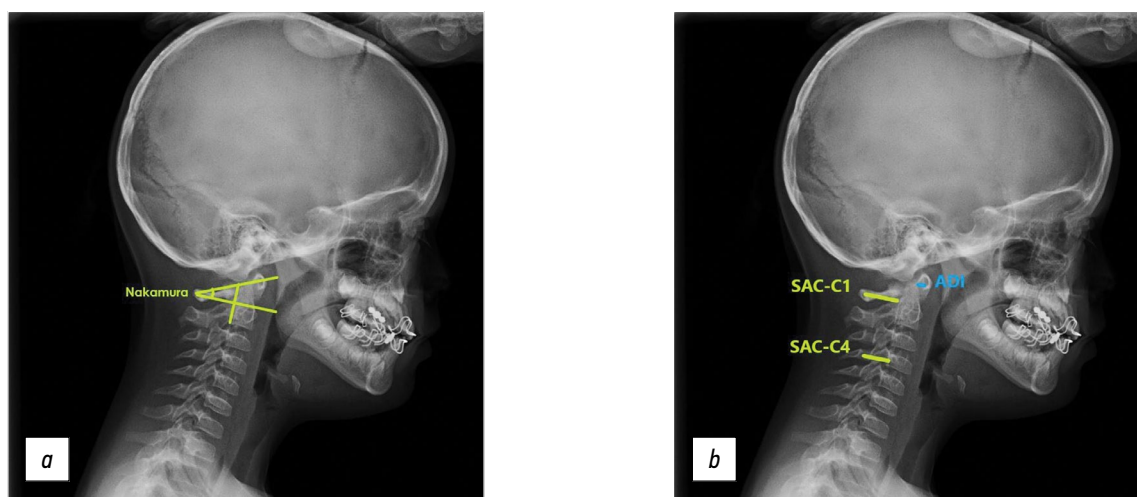


Рис. 2. Методика измерения критериев атлантоаксиальной нестабильности: *a* — угол Nakamura, *b* — SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4, ADI.
Fig. 2. Methodology for measuring atlantoaxial instability criteria: *a* — Nakamura angle, *b* — SAC-C1, SAC-C1/SAC-C4, ADI.

Таблица 1. Параметры шейного сагиттального баланса и критерии атлантоаксиальной нестабильности

Table 1. Cervical sagittal balance parameters and criteria for atlantoaxial instability

Параметр	Обозначение	Способ оценки
Верхний шейный угол (High cervical angle)	Oc-C2	Угол между линией McRae и касательной к нижней замыкательной пластинке C2
Общий шейный угол (Common cervical angle)	Oc-C7	Угол между линией McRae и касательной к нижней замыкательной пластинке C7
Атлантоаксиальный угол (Atlantoaxial angle)	C1-C2	Угол между линией, параллельной нижней поверхности C1 и касательной к нижней замыкательной пластинке C2
Нижний шейный изгиб (Low cervical curvature)	C2-C7	Угол, образованный пересечением касательных к нижним замыкательным пластинкам C2 и C7
Угол Харрисона (Harrison's angle)	C2-C7H	Угол, образованный линией, параллельной задней поверхности C2, и линией, параллельной задней поверхности C7
Наклон C7 (C7 slope)	C7S	Угол между горизонталью и верхней замыкательной пластинкой C7
Наклон Th1 (Th1 slope)	Th1S	Угол между горизонталью и верхней замыкательной пластинкой Th1
Угол грудного входа (Thoracic inlet angle)	TIA	Угол между перпендикуляром к середине верхней замыкательной пластинки Th1 и линией, соединяющей эту точку и верхнюю точку грудины
Наклон шеи (Neck tilt)	NT	Угол между вертикалью и линией между вершиной грудины и серединой краниальной замыкательной пластинки Th1
Угол инклинации C1 позвонка (Nakamura angle)	Nakamura	Угол, образованный перпендикулярной линией, проведённой по отношению к касательной линии задней поверхности C2, и линией, соединяющей центральные отделы передней и задней дуги C1
Передний атлантодентальный интервал (Anterior atlantodental interval)	ADI	Оцениваемое в миллиметрах расстояние от задней поверхности передней дуги C1 позвонка до передней поверхности зуба C2 позвонка
Величина резервного пространства для спинного мозга на уровне C1 (Space available for cord at C1 level)	SAC-C1	Оцениваемое в миллиметрах расстояние от передней поверхности задней дуги C1 до задней поверхности зуба C2 позвонка
Коэффициент соотношения величины резервного пространства для спинного мозга на уровне C1 и C4	SAC-C1/SAC-C4	Коэффициент SAC-C1/SAC-C4: значение <0,9 свидетельствует о компрессии спинного мозга

Этическая экспертиза

Все манипуляции, выполненные в исследовании с участием людей, соответствовали стандартам локального этического комитета, заседание № 7 от 05 августа 2021 года, а также Хельсинкской декларации 1964 г. и более поздним поправкам к ней или сопоставимым этическим стандартам. Все пациенты (или их представители) подписывали информированное согласие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Возрастное распределение, оцениваемое с помощью теста Шапиро–Уилка, в группах не соответствовало нормальному (рис. 3). Статистических различий между группами по полу (критерий Пирсона, $p=0,766$) и возрасту (критерий Манна–Уитни, $p=0,333$) также не было.

Для каждого из пациентов группы 1 (норма, $n=60$) были получены значения параметров шейного сагиттального баланса и критериев атлантоаксиальной нестабильности. Полученные параметры были приняты за условную норму для детей.

Далее для каждого из пациентов группы 2 (синдром Дауна, $n=50$) были рассчитаны значения аналогичных параметров и критериев.

С помощью непараметрического критерия Манна–Уитни провели тестирование статистических гипотез о различии в распределении количественных переменных в независимых выборках. В результате были получены статистически значимые различия в параметрах,

характеризующих соотношения шейного отдела позвоночника и грудной клетки, — наклон С7 позвонка (C7S), наклон Th1 позвонка (Th1S), угол грудного входа (TIA) — в сторону их увеличения у пациентов с синдромом Дауна (рис. 4). Также были получены статистически значимые различия в критериях атлантоаксиальной нестабильности: передний атлантодентальный интервал (ADI), величина резервного пространства для спинного мозга на уровне С1 позвонка (SAC-C1), коэффициент соотношения резервных пространств для спинного мозга на уровне С1 и С4 позвонков (SAC-C1/SAC-C4) — в сторону их уменьшения у пациентов с синдромом Дауна (рис. 5). Между остальными параметрами и критериями статистически значимых различий выявлено не было. Полученные данные представлены с помощью медианы и квартилей в табл. 2.

С помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена произведена оценка статистической зависимости между всеми исследованными критериями в группе 1 (норма) и группе 2 (синдром Дауна) (рис. 6).

В обеих группах получен ряд статистически значимых корреляций ($p < 0,05$). Весьма высокая положительная корреляция получена между параметрами наклона С7 позвонка (C7S) и Th1 позвонка (Th1S), что обусловлено смежным положением позвонков. Высокая положительная корреляция выявлена между параметрами C2-C7H и C2-C7, поскольку обе эти величины описывают шейный лордоз. Аналогичная корреляционная связь отмечена между параметрами TIA и C7S, TIA и Th1S — эта тенденция отражает высокую связь между относительно стабильными в биомеханическом

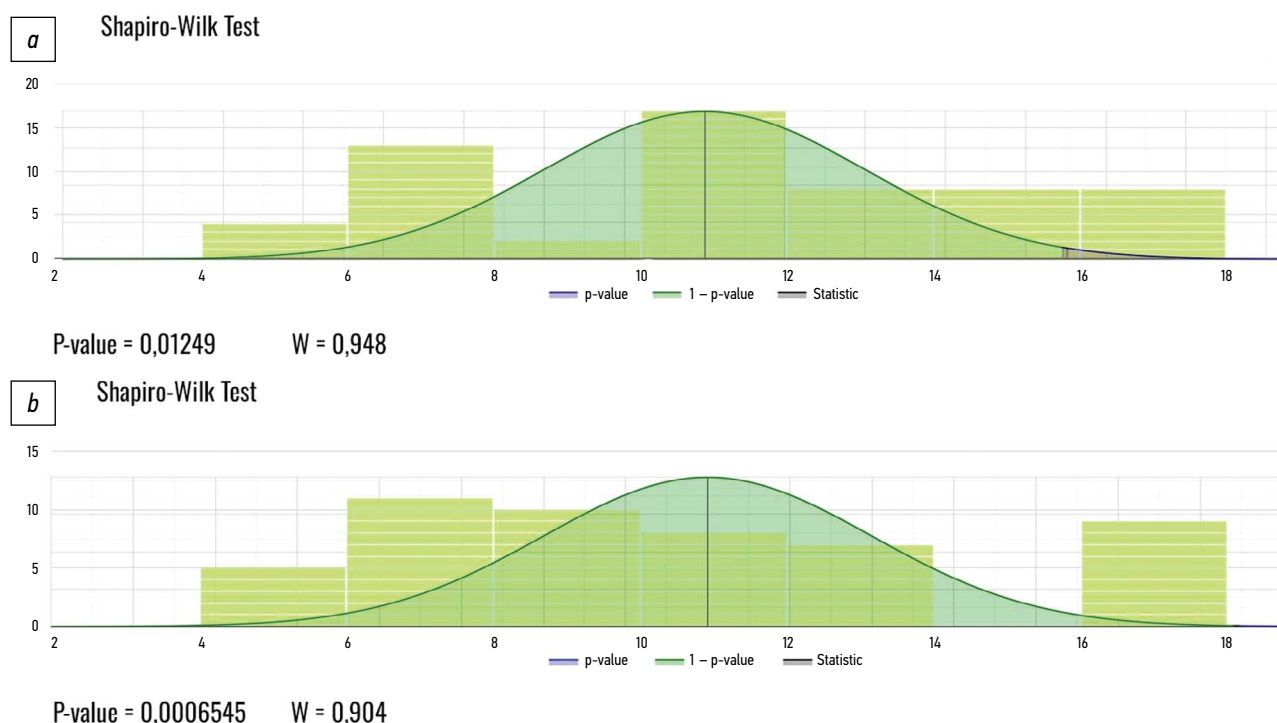


Рис. 3. Оценка нормальности распределения по возрасту в группах с помощью теста Шапиро–Уилка: *a* — группа 1 (норма), *b* — группа 2 (синдром Дауна).

Fig. 3. Evaluation of normality of age distribution in the groups using with Shapiro–Wilk test: *a* — group 1 (normal), *b* — group 2 (Down syndrome).

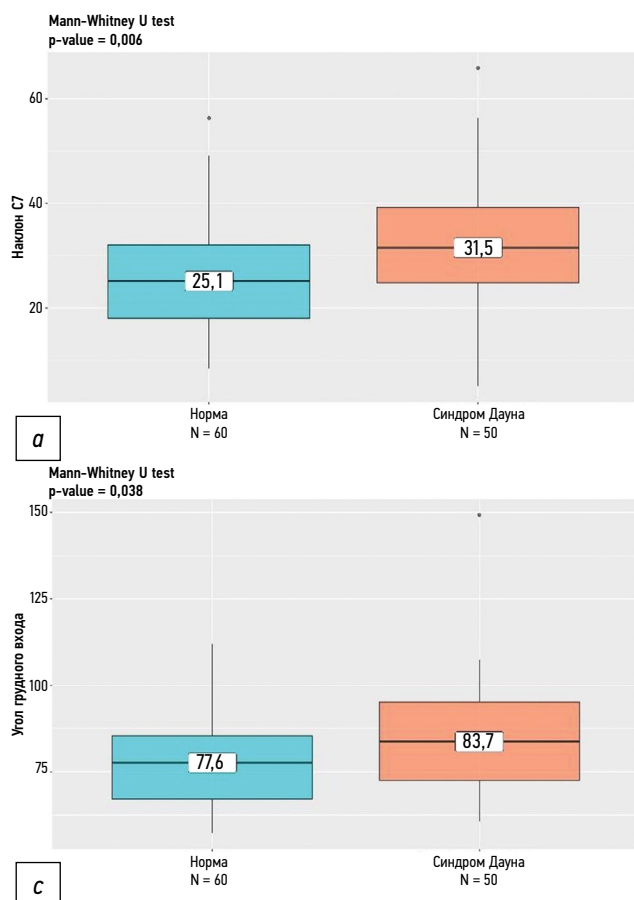


Рис. 4. Графики статистически значимых различий в параметрах шейного сагиттального баланса в группах, представленные с помощью теста Манна–Уитни: *a* — наклон C7 (C7S), *b* — наклон Th1 (Th1S), *c* — угол грудного входа (TIA).

Fig. 4. Graphs of statistically significant differences in cervical sagittal balance parameters between groups presented using the Mann–Whitney test: *a* — C7 tilt (C7S), *b* — Th1 tilt (Th1S), *c* — thoracic inlet angle (TIA).

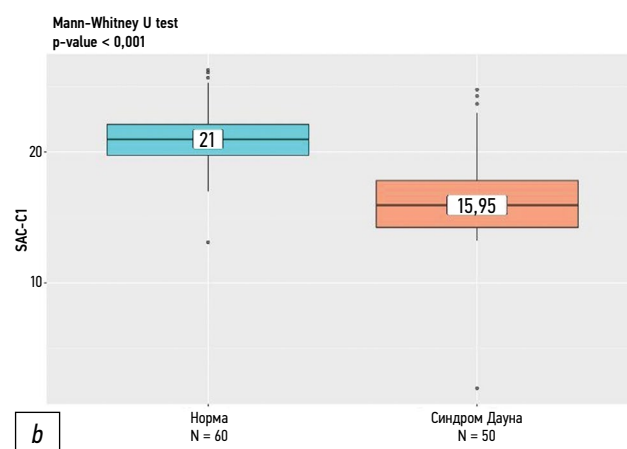
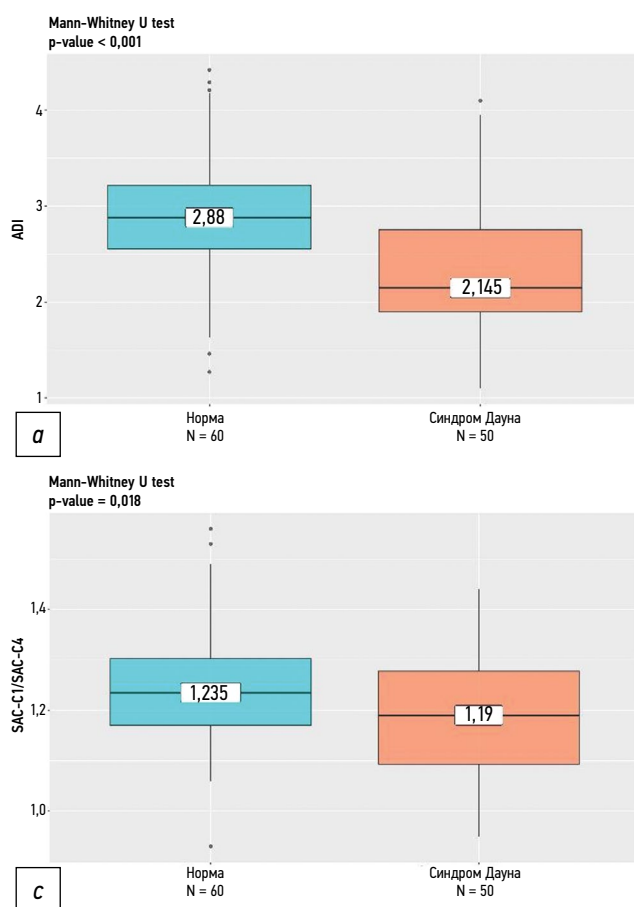


Рис. 5. Графики статистически значимых различий в критериях атлантоаксиальной нестабильности, представленные с помощью теста Манна–Уитни: *a* — передний атлантодентальный интервал (ADI), *b* — величина резервного пространства для спинного мозга на уровне C1 (SAC-C1), *c* — коэффициент соотношения величины резервного пространства для спинного мозга на уровне C1 и C4 (SAC-C1/SAC-C4).

Fig. 5. Graphs of statistically significant differences in atlantoaxial instability criteria presented using the Mann–Whitney test: *a* — anterior atlantodental interval (ADI), *b* — space available for cord at C1 level (SAC-C1), *c* — coefficient of ratio of space available for cord at C1 level and C4 level (SAC-C1/SAC-C4).

Таблица 2. Сравнение параметров шейного сагиттального баланса и критериев атлантоаксиальной нестабильности между группами (данные представлены с помощью медианы и квартилей)

Table 2. Comparison of cervical sagittal balance parameters and atlantoaxial instability criteria between groups (data are presented using medians and quartiles)

Параметр	Группа 1 (норма)	Группа 2 (синдром Дауна)	p
Oc-C2, °	22,80 [18,10, 29,33]	24,55 [19,45, 31,70]	0,305
Oc-C7, °	34,00 [27,75, 44,32]	34,40 [26,10, 50,05]	0,625
C1-C2, °	24,50 [20,55, 31,15]	22,40 [18,05, 30,68]	0,318
C2-C7, °	9,65 [5,58, 20,17]	10,70 [3,77, 20,42]	0,845
C2-C7H, °	17,70 [11,17, 32,48]	15,20 [5,90, 29,70]	0,221
C7S, °	25,10 [18,00, 32,05]	31,50 [24,82, 39,25]	0,006
Th1S, °	29,30 [24,98, 36,52]	35,50 [28,08, 45,88]	0,027
TIA, °	77,60 [67,18, 85,30]	83,70 [72,53, 95,20]	0,038
NT, °	47,20 [42,10, 51,93]	48,95 [41,65, 55,75]	0,492
Nakamura, °	14,05 [8,92, 16,97]	11,25 [7,53, 15,20]	0,079
ADI, мм	2,88 [2,55, 3,21]	2,14 [1,90, 2,75]	<0,001
SAC-C1, мм	21,00 [19,78, 22,13]	15,95 [14,25, 17,82]	<0,001
SAC-C1/SAC-C4	1,23 [1,17, 1,30]	1,19 [1,09, 1,28]	0,019

отношении структурами, объединяющими позвоночник и грудную клетку. Также высокая положительная связь отмечена между углом Nakamura и углом C1-C2, так как оба этих параметра отражают анатомические соотношения между C1 и C2 позвонками. Статистически значимая заметная положительная корреляция определена между углами наклона C7 и Th1 позвонков (C7S, Th1S) и параметрами, отражающими величину шейного лордоза (Oc-C7, C2-C7, C2-C7H). Исходя из совокупности полученных корреляционных

зависимостей можно утверждать, что параметры, характеризующие соотношения позвоночника и грудной клетки (C7S, Th1S, TIA), являются образующими для формирования шейного лордоза, что было подтверждено и другими публикациями по данной тематике [15, 16].

Важно отметить следующее: несмотря на то, что описанные корреляционные связи характерны как для детей в норме, так и для детей с синдромом Дауна, коэффициенты корреляции у детей из группы 2 меньше. Этот факт

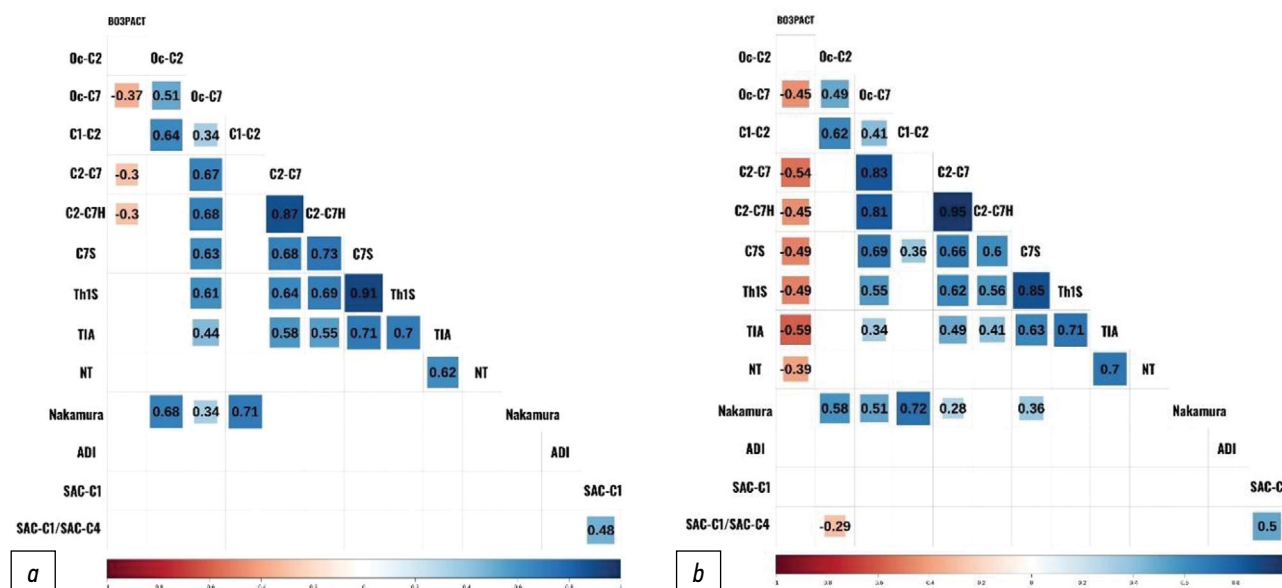


Рис. 6. Отображение статистических зависимостей между всеми исследуемыми параметрами в группах с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена: а — группа 1 (норма), б — группа 2 (синдром Дауна).

Fig. 6. Representation of statistical relationships between all investigated parameters in groups using Spearman's rank correlation coefficient: а — group 1 (normal), б — group 2 (Down syndrome).

Таблица 3. Сравнение значений коэффициента ранговой корреляции Спирмена между параметрами с наиболее сильной статистической связью ($p < 0,05$)

Table 3. Comparison of Spearman's rank correlation coefficient values between parameters with the strongest statistical relationship ($p < 0.05$)

Параметры	Коэффициент Спирмена	
	Группа 1 (норма)	Группа 2 (синдром Дауна)
C7S и Th1S	0,91	0,85
C2-C7H и C2-C7	0,87	0,95
T1A и C7S	0,71	0,63
T1A и Th1S	0,70	0,71
Nakamura и C1-C2	0,71	0,72
C7S и Oc-C7	0,63	0,69
C7S и C2-C7	0,68	0,66
C7S и C2-C7H	0,73	0,60
Th1S и Oc-C7	0,61	0,55
Th1S и C2-C7	0,64	0,62
Th1S и C2-C7H	0,69	0,56

можно трактовать как меньшую сегментарную взаимосвязь между анатомическими структурами шейного отдела позвоночника и грудной клетки у детей с синдромом Дауна. Вероятно, это связано с большей мобильностью связочного аппарата и сниженным тонусом мышц шеи, характерными для этой группы пациентов (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Значительный рост среди исследователей интереса к проблеме оценки параметров сагиттального баланса у детей подтверждается постоянно увеличивающимся количеством работ, посвящённых данной тематике.

Наибольший вклад в описании методологии подсчёта параметров глобального сагиттального баланса принадлежит J.C. Le Huec с соавт. За долгое время, уделяя особое внимание параметрам позвоночно-тазовых соотношений, эта группа авторов накопила огромный опыт в оценке и поиске нормальных значений сагиттальных параметров для различных групп пациентов. В 2015 г. исследователи коснулись проблемы поиска методики расчёта и оценки параметров шейного сагиттального баланса. В своей работе они описали референтные параметры для анализа сагиттального баланса шейного отдела позвоночника у бессимптомных добровольцев [6]. Эта работа стала основой для многих последующих исследований, посвящённых шейному сагиттальному балансу.

В 2020 г. авторами из Ирана было опубликовано проспективное исследование, целью которого являлся поиск взаимосвязи величины шейного лордоза с параметрами сегментарного и глобального сагиттального баланса. В результате изучения рентгенограмм 420 пациентов взрослого возраста была выявлена связь шейного сагиттального

баланса с позвоночно-тазовыми параметрами [5]. Важно отметить, что в данном исследовании проводилась оценка параметров как здоровых добровольцев, так и пациентов с различными патологиями позвоночника, сопровождающимися сагиттальным дисбалансом.

S.H. Lee с соавт., определяя соотношения между параметрами шейного сагиттального баланса, пришли к выводу, что параметр T1A отличается постоянством для каждого конкретного индивида, представляя собой константу, аналогично параметру PI в поясничном отделе позвоночника. В дальнейшем этой же группой исследователей было доказано, что параметры C7S, Th1S, T1A имеют малую вариативность при флексии и экстензии. Также была доказана высокая значимость данных параметров в формировании шейного лордоза [15]. При определении нормальных значений параметров шейного сагиттального баланса у детей Д.А. Глухов и А.Ю. Мушкин с соавт. (2022 г.) пришли к выводу, что данные корреляционные связи справедливы и для пациентов детского возраста, несмотря на то, что большинство параметров шейного сагиттального баланса отличаются от таковых у взрослых пациентов [3].

При изучении вопроса шейного сагиттального баланса у детей, на наш взгляд, является необходимым включение в исследование детей с синдромом Дауна. Это достаточно хорошо исследованная группа пациентов, как с точки зрения ортопедической патологии в целом, так и атланто-аксиальной нестабильности в частности. Для лиц с синдромом Дауна характерен широкий спектр проявлений нарушений опорно-двигательного аппарата. Наибольшее влияние на качество жизни этих пациентов могут оказать именно патологические состояния, связанные с шейным отделом позвоночника [7, 12]. Транслигаментозные и трансдентальные дислокации, обусловленные наличием

зубовидной кости C2 позвонка, встречаются у этой группы детей наиболее часто в сравнении с несиндромальными детьми и могут приводить к выраженному неврологическому дефициту [11, 17, 18].

Как правило, этот вид дислокаций сопровождается уменьшением локального лордоза на уровне C1–C2 (верхний шейный угол и угол Nakamura) [13, 14]. Дальнейшее смещение приводит к уменьшению резервного пространства для спинного мозга в верхнем шейном отделе позвоночника с последующей его компрессией.

В результате проведённого нами исследования было выявлено, что параметры, характеризующие взаимоотношения шейного отдела позвоночника и грудной клетки (C7S, Th1S, T1A), статистически больше у детей с синдромом Дауна. Эти же параметры, являясь константой для каждого конкретного ребёнка, определяют величину шейного лордоза. Исходя из расчётных формул и соотношений, которые были определены различными исследователями ранее, величина шейного лордоза у детей с синдромом Дауна также должна быть значимо больше, однако в нашем исследовании эту тенденцию подтвердить не удалось. Данный факт можно объяснить большей мобильностью связочного аппарата у детей с синдромом Дауна и слабостью мышц шеи, которая также была описана [9, 10]. На наш взгляд, это можно трактовать как более выраженную межсегментарную мобильность.

Вместе с тем выявленные статистические различия в коэффициентах резервного пространства для спинного мозга и переднего атлантодентального интервала (SAC–C1, SAC–C1/SAC–C4, ADI) в сторону уменьшения у детей с синдромом Дауна трактуются нами как анатомически обусловленная предрасположенность к более выраженному неврологическому дефициту при переднезадних дислокациях. Следовательно, дети из этой группы, являясь предрасположенными к гипермобильности в атлантоаксиальном и субаксиальном отделах позвоночника, ещё и имеют тенденцию к более раннему и выраженному развитию миелопатии, что часто можно наблюдать на практике, например у пациентов с зубовидной костью C2 позвонка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с синдромом Дауна показатели, на основе которых формируется шейный лордоз, статистически больше, чем у детей в норме. Эти параметры, являющиеся константой, можно описать как одно из анатомических проявлений данного синдрома. При этом угловые характеристики шейного лордоза у них не отличаются от таковых у здоровых детей. При флексии шейный отдел

позвоночника у детей с синдромом Дауна находится в субкомпенсации, поскольку сглаживание шейного лордоза, вплоть до его перехода в кифоз, — это компенсаторный механизм при данном виде движений. Учитывая статистически меньшую величину резервного пространства для спинного мозга в шейном отделе, меньший ADI, низкий тонус мышц шеи и гипермобильность связочного аппарата, можно считать полученные отклонения врождёнными факторами предрасположенности к атлантоаксиальной нестабильности у детей с синдромом Дауна. Определение параметров шейного сагиттального баланса у различных групп пациентов требует дальнейшего изучения с целью определения прикладной значимости этой концепции как при хирургическом лечении, так и при профилактике различных патологических состояний.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи. Наибольший вклад распределён следующим образом: В.А. Шаров — написание текста статьи, сбор и анализ литературных источников; А.А. Кулешов, А.Г. Назаренко, М.С. Ветрилэ — написание и редактирование текста статьи; А.В. Овсянкин, Е.С. Кузьмина, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров — редактирование текста статьи; Ю.В. Струнина — статистический анализ данных.

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. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. V.A. Sharov — writing the text of the article, collection and analysis of literary sources; A.A. Kuleshov, A.G. Nazarenko, M.S. Vetrile — writing and editing the text of the article; A.V. Ovsyankin, E.S. Kuzminova, I.N. Lisyansky, S.N. Makarov — editing the text of the article; U.V. Strunina — statistical analysis of the data.

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. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein S.L., editor. The pediatric spine: principles and practice. New York: Raven Press, 1994. P. 479–496.
2. Le Huec J.C., Thompson W., Mohsinaly Y., Barrey C., Faundez A. Sagittal balance of the spine // Eur Spine J. 2019. Vol. 28, № 9. P. 1889–1905. EDN: KDEURA doi: 10.1007/s00586-019-06083-1

3. Глухов Д.А., Зорин В.И., Мальцева Я.А., Мушкин А.Ю. Сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника у детей старше 4 лет: что считать нормой? // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19, № 4. С. 19–29. EDN: OBZBIX doi: 10.14531/ss2022.4.19-29
4. Abelin-Genevois K. Sagittal balance of the spine // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021. Vol. 107, № 1S. P. 102769. doi: 10.1016/j.otsr.2020.102769
5. Alijani B., Rasouljan J. The Sagittal Balance of the Cervical Spine: Radiographic Analysis of Interdependence between the Occipitocervical and Spinopelvic Alignment // *Asian Spine J*. 2020. Vol. 14, № 3. P. 287–297. doi: 10.31616/asj.2019.0165
6. Le Huec J.C., Domezon H., Aunoble S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers // *Eur Spine J*. 2015. Vol. 24, № 1. P. 63–71. EDN: ZSQYBK doi: 10.1007/s00586-014-3632-0
7. Caird M.S., Wills B.P., Dormans J.P. Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon // *J Am Acad Orthop Surg*. 2006. Vol. 14, № 11. P. 610–9. doi: 10.5435/00124635-200610000-00003
8. Collacott R.A. Atlantoaxial instability in Down's syndrome // *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1987. Vol. 294, № 6578. P. 988–9. doi: 10.1136/bmj.294.6578.988
9. Carfi A., Liperoti R., Fusco D., et al. Bone mineral density in adults with Down syndrome // *Osteoporos Int*. 2017. Vol. 28, № 10. P. 2929–2934. EDN: VCRVWA doi: 10.1007/s00198-017-4133-x
10. McKelvey K.D., Fowler T.W., Akel N.S., et al. Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome // *Osteoporos Int*. 2013. Vol. 24, № 4. P. 1333–8. EDN: UGFAMY doi: 10.1007/s00198-012-2109-4
11. Sergeenko O.M., Dyachkov K.A., Ryabykh S.O., Burtsev A.V., Gubin A.V. Atlantoaxial dislocation due to os odontoideum in patients with Down's syndrome: literature review and case reports // *Childs Nerv Syst*. 2020. Vol. 36, № 1. P. 19–26. doi: 10.1007/s00381-019-04401-y
12. Кулешов А.А., Губин А.В., Шаров В.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Скрининговое обследование шейного отдела позвоночника у пациентов с синдромом Дауна // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 3. С. 325–334. EDN: APTTNT doi: 10.17816/vto568156
13. Nakamura N., Inaba Y., Oba M., et al. Novel 2 Radiographical Measurements for Atlantoaxial Instability in Children with Down Syndrome // *Spine*. 2014. Vol. 39, № 26. P. E1566–E1574. doi: 10.1097/brs.0000000000000625
14. 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
15. Lee S.H., Kim K.T., Seo E.M., Suk K.S., Kwack Y.H., Son E.S. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults // *J Spinal Disord Tech*. 2012. Vol. 25. P. E41–E47. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182396301
16. Janusz P., Tyrakowski M., Glowka P., Offoha R., Siemionow K. Influence of cervical spine position on the radiographic parameters of the thoracic inlet alignment // *Eur Spine J*. 2015. Vol. 24. P. 2880–2884. EDN: GRBAFQ doi: 10.1007/s00586-015-4023-x
17. French H.G., Burke S.W., Roberts J.M., Johnston C.E. 2nd, Whitecloud T., Edmunds J.O. Upper cervical ossicles in Down syndrome // *J Pediatr Orthop*. 1987. Vol. 7, № 1. P. 69–71. doi: 10.1097/01241398-198701000-00014
18. Cros T., Linares R., Castro A., Mansilla F. Estudio radiológico de las alteraciones cervicales en el síndrome de Down. Nuevos hallazgos mediante tomografía computarizada y reconstrucciones tridimensionales // *Rev Neurol*. 2000. Vol. 30, № 12. P. 1101–7. (In Span). doi: 10.33588/rn.3012.99216

REFERENCES

1. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein SL, editor. *The pediatric spine: principles and practice*. New York: Raven Press; 1994. P. 479–496.
2. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J*. 2019;28(9):1889–1905. EDN: KDEURA doi: 10.1007/s00586-019-06083-1
3. Glukhov DA, Zorin VI, Maltseva YaA, Mushkin AYU. Sagittal balance of the cervical spine in children older than 4 years: what is the norm? *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2022;19(4):19–29. EDN: OBZBIX doi: http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.4.19-29
4. Abelin-Genevois K. Sagittal balance of the spine. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021;107(1S):102769. doi: 10.1016/j.otsr.2020.102769
5. Alijani B, Rasouljan J. The Sagittal Balance of the Cervical Spine: Radiographic Analysis of Interdependence between the Occipitocervical and Spinopelvic Alignment. *Asian Spine J*. 2020;14(3):287–297. doi: 10.31616/asj.2019.0165
6. Le Huec JC, Domezon H, Aunoble S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers. *Eur Spine J*. 2015;24(1):63–71. EDN: ZSQYBK doi: 10.1007/s00586-014-3632-0
7. Caird MS, Wills BP, Dormans JP. Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(11):610–9. doi: 10.5435/00124635-200610000-00003
8. Collacott RA. Atlantoaxial instability in Down's syndrome. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1987;294(6578):988–9. doi: 10.1136/bmj.294.6578.988
9. Carfi A, Liperoti R, Fusco D, et al. Bone mineral density in adults with Down syndrome. *Osteoporos Int*. 2017;28(10):2929–2934. EDN: VCRVWA doi: 10.1007/s00198-017-4133-x
10. McKelvey KD, Fowler TW, Akel NS, et al. Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome. *Osteoporos Int*. 2013;24(4):1333–8. EDN: UGFAMY doi: 10.1007/s00198-012-2109-4
11. Sergeenko OM, Dyachkov KA, Ryabykh SO, Burtsev AV, Gubin AV. Atlantoaxial dislocation due to os odontoideum in patients with Down's syndrome: literature review and case reports. *Childs Nerv Syst*. 2020;36(1):19–26. doi: 10.1007/s00381-019-04401-y
12. Kuleshov AA, Gubin AV, Sharov VA, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN. Screening examination of the cervical spine in patients with Down syndrome. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(3):325–334. EDN: APTTNT doi: 10.17816/vto568156
13. Nakamura N, Inaba Y, Oba M, et al. Novel 2 Radiographical Measurements for Atlantoaxial Instability in Children with Down Syndrome. *Spine*. 2014;39(26):E1566–E1574. doi: 10.1097/brs.0000000000000625
14. Khusainov NO, Vissarionov SV, Kokushin DN. Craniocervical instability in children with Down's syndrome. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2016;4(3):71–77. doi: 10.17816/PTORS4371-77

15. Lee SH, Kim KT, Seo EM, Suk KS, Kwack YH, Son ES. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. *J Spinal Disord Tech.* 2012;25:E41–E47. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182396301

16. Janusz P, Tyrakowski M, Glowka P, Offoha R, Siemionow K. Influence of cervical spine position on the radiographic parameters of the thoracic inlet alignment. *Eur Spine J.* 2015;24:2880–2884. EDN: GRBAFQ doi: 10.1007/s00586-015-4023-x

17. French HG, Burke SW, Roberts JM, Johnston CE 2nd, Whitecloud T, Edmunds JO. Upper cervical ossicles in Down syndrome. *J Pediatr Orthop.* 1987;7(1):69–71. doi: 10.1097/01241398-198701000-00014

18. Cros T, Linares R, Castro A, Mansilla F. A radiological study of the cervical alterations in Down syndrome. New findings on computerized tomography and three dimensional reconstructions. *Rev Neurol.* 2000;30(12):1101–7. (In Span). doi: 10.33588/rn.3012.99216

ОБ АВТОРАХ

* Шаров Владислав Андреевич;

адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10;
ORCID: 0000-0002-0801-0639;
eLibrary SPIN: 8062-9216;
e-mail: sharov.vlad397@gmail.com

Кулешов Александр Алексеевич, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-9526-8274;
eLibrary SPIN: 7052-0220;
e-mail: cito-spine@mail.ru

Назаренко Антон Герасимович, д-р мед. наук,

профессор РАН;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: cito@cito-priorov.ru

Ветрилэ Марчел Степанович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0001-6689-5220;
eLibrary SPIN: 9690-5117;
e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

Овсянкин Анатолий Васильевич, канд. мед. наук;

eLibrary SPIN: 4417-3617;
e-mail: ovsjankin@rambler.ru

Кузьминова Елена Станиславовна;

ORCID: 0000-0003-2876-6844;
eLibrary SPIN: 5992-6657;
e-mail: muxuxo@gmail.com

Лисянский Игорь Николаевич, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-2479-4381;
eLibrary SPIN: 9845-1251;
e-mail: lisigornik@list.ru

Макаров Сергей Николаевич, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-0406-1997;
eLibrary SPIN: 2767-2429;
e-mail: moscow.makarov@gmail.com

Струнина Юлия Владимировна;

ORCID: 0000-0001-5010-6661;
eLibrary SPIN: 9799-5066;
e-mail: ustrunina@nsi.ru

AUTHORS' INFO

* Vladislav A. Sharov;

address: 10 Priorova str., 127299 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-0801-0639;
eLibrary SPIN: 8062-9216;
e-mail: sharov.vlad397@gmail.com

Alexander A. Kuleshov, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-9526-8274;
eLibrary SPIN: 7052-0220;
e-mail: cito-spine@mail.ru

Anton G. Nazarenko, MD, Dr. Sci. (Med.),

professor of Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: cito@cito-priorov.ru

Marchel S. Vetrile, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0001-6689-5220;
eLibrary SPIN: 9690-5117;
e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

Anatoliy V. Ovsyankin, MD, Cand. Sci. (Med.);

eLibrary SPIN: 4417-3617;
e-mail: ovsjankin@rambler.ru

Elena S. Kuzminova;

ORCID: 0000-0003-2876-6844;
eLibrary SPIN: 5992-6657;
e-mail: muxuxo@gmail.com

Igor N. Lisiansky, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-2479-4381;
eLibrary SPIN: 9845-1251;
e-mail: lisigornik@list.ru

Sergey N. Makarov, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0003-0406-1997;
eLibrary SPIN: 2767-2429;
e-mail: moscow.makarov@gmail.com

Uliya V. Strunina;

ORCID: 0000-0001-5010-6661;
eLibrary SPIN: 9799-5066;
e-mail: ustrunina@nsi.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623807>

Предикторы успеха декомпрессивных хирургических вмешательств при дегенеративном поясничном стенозе

А.В. Крутько, А.Г. Назаренко, Г.Е. Балычев, Е.С. Байков, О.Н. Леонова

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

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Декомпрессивные хирургические вмешательства при дегенеративном поясничном стенозе значительно улучшают клинический статус пациентов. Однако в ряде случаев последние не удовлетворены исходом лечения. В настоящее время в литературе ведётся поиск модифицируемых клинико-морфологических факторов, с помощью которых возможно улучшить результаты хирургических вмешательств.

Цель. Выявить клинические и морфологические предикторы успеха декомпрессивных хирургических вмешательств у пациентов с дегенеративным поясничным стенозом.

Материалы и методы. Проведён анализ данных 61 истории болезни пациентов, оперированных по поводу моно- и полисегментарного дегенеративного поясничного стеноза. Выполнена оценка клинико-демографических данных, а также степени, характера и протяжённости дегенеративных изменений позвоночно-двигательных сегментов и сагиттального баланса позвоночника. Под успехом хирургического лечения понимали одновременное соблюдение через 6–18 месяцев трёх критериев: 1) достижения минимальной клинически значимой разницы MCID для индекса Освестри ODI ($\geq 12\%$); 2) рекалибрации позвоночного канала на уровне вмешательства по данным магнитно-резонансной томографии (регресс Schizas на ≥ 1 стадию); 3) улучшения субъективного ощущения пациента (4–5 по шкале Ликерта). Для выявления предикторов исхода лечения использовалась логистическая регрессия.

Результаты. Все пациенты отметили значимое уменьшение интенсивности болевого синдрома (визуально-аналоговая шкала боли, спина и нога) и улучшение качества жизни (ODI) после операции ($p < 0,001$). В 73,8% случаев отмечено преодоление порогового значения MCID для ODI; в 75,41% пациенты были удовлетворены оперативным лечением. Успех хирургического вмешательства был достигнут в 65,57%. При однофакторном регрессионном анализе клинико-демографических и морфологических параметров единственным независимым предиктором успеха оперативного лечения был нейропатический болевой синдром перед операцией по данным опросника DN4 ($OR=1,52$, $p=0,011$).

Заключение. Декомпрессивные хирургические вмешательства при дегенеративном поясничном стенозе являются эффективным методом лечения вне зависимости от протяжённости и степени дегенеративных изменений позвоночно-двигательных сегментов, сопутствующей дегенеративной патологии, в том числе с нарушением сагиттального баланса. Предиктором успеха декомпрессивного вмешательства является степень выраженности дооперационного нейропатического болевого синдрома.

Ключевые слова: дегенеративный стеноз; поясничный отдел позвоночника; декомпрессивное хирургическое вмешательство; нейропатический болевой синдром.

Как цитировать:

Крутько А.В., Назаренко А.Г., Балычев Г.Е., Байков Е.С., Леонова О.Н. Предикторы успеха декомпрессивных хирургических вмешательств при дегенеративном поясничном стенозе // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 67–80. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623807>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623807>

Success predictors of decompressive surgical treatment for lumbar degenerative spinal canal stenosis

Aleksandr V. Krutko, Anton G. Nazarenko, Gleb E. Balychev, Evgenii S. Baykov, Olga N. Leonova

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

ABSTRACT

BACKGROUND: Decompressive surgical treatment for degenerative lumbar stenosis significantly improves patient clinical status. However, in some cases, patients are not satisfied with the outcomes. Various studies have examined clinical and morphological factors to improve the results of surgical interventions.

AIM: To identify clinical and morphological predictors of the success of decompressive surgical interventions for lumbar degenerative stenosis.

MATERIALS AND METHODS: This retrospective study included 61 patients who underwent surgery for mono- and postsegmental lumbar degenerative stenosis. Clinical and demographic data and the stage of degenerative changes in the functional spinal unit and sagittal balance of the spine were assessed. The success of surgical treatment was defined as simultaneous compliance with three criteria after 6–18 months: achievement of MCID for ODI ($\geq 12\%$), recalibration of the spinal canal at the level of intervention according to MRI data (Schizas regression to ≥ 1 stage), and improvement of the patient's subjective feeling (4–5 on the Likert scale). Logistic regression analysis was used to identify predictors of treatment outcome.

RESULTS: A significant decrease in the intensity of pain syndrome (VAS in back and leg) and an improvement in the quality of life (ODI) after surgery ($p < 0.001$) were found in all patients. In 73.8% of cases, the MCID threshold exceeded for ODI, whereas in 75.41%, patients were satisfied with surgical treatment. The success rate of surgical intervention was 65.57%. In one-factor regression analysis of clinical, demographic, and morphological parameters, the only independent predictor of surgical treatment was neuropathic pain before surgery according to the DN4 questionnaire ($OR=1.52$; $p=0.011$).

CONCLUSION: Decompressive surgical treatment for degenerative lumbar stenosis is an effective treatment method, regardless of the extent and degree of degenerative changes in the spinal-motor segments and concomitant degenerative pathology, including disruption of sagittal balance. The predicting factor of the success of decompressive intervention is the severity of preoperative neuropathic pain.

Keywords: degenerative stenosis; lumbar spine; decompressive surgery; neuropathic pain syndrome.

To cite this article:

Krutko AV, Nazarenko AG, Balychev GE, Baykov ES, Leonova ON. Success predictors of decompressive surgical treatment for lumbar degenerative stenosis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):67–80. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto623807>

ОБОСНОВАНИЕ

Дегенеративный поясничный стеноз, несмотря на широкое распространение в популяции, имеет разные степени, формы и механизмы формирования, что обуславливает различные клинические проявления. Интенсивный болевой синдром, нейрогенная перемежающаяся хромота и периферические парезы, часто выявляемые у лиц со стенозами позвоночного канала, значительно ухудшают качество жизни и функциональные возможности пациентов [1]. Несмотря на всё разнообразие современных консервативных методик, хирургические методы лечения обладают большей эффективностью и прогнозируемостью [2, 3]. Стандартизированный подход к лечению в настоящее время сменяется на более персонализированный, с тенденцией к менее травматичным методикам с меньшим применением фиксирующих конструкций [4, 5] и сравнительно более высокой безопасностью, с прогнозируемыми результатами [3, 4].

Стенозы позвоночного канала, затрагивающие несколько позвоночно-двигательных сегментов, равно как и их выраженность, могут влиять на тяжесть состояния пациентов и нарушение их функциональных возможностей [1, 6]. Для улучшения клинического состояния необходимо выполнение декомпрессии невралгических структур в достаточном объеме. Объективизация объема декомпрессии осуществляется по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) на основании снижения степени стеноза по классификации Schizas [7]. При этом конкурирующие состояния, такие как дегенеративные сколиозы и спондилолистезы, способны оказывать независимое влияние на состояние пациентов, что может снижать успешность вмешательств и дискредитировать методику.

Основной системой оценки улучшения функциональных показателей пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника неизменно остаётся регресс индекса Освестри (ODI). Для определения, ощутил ли пациент улучшение своего состояния после оперативного лечения или нет, используется параметр достижения минимальной клинически значимой разницы (MCID).

В ряде случаев, несмотря на достижение порогового значения по ODI, пациенты остаются не удовлетворены результатами оперативного лечения. Причинами этого могут быть как сохранение и формирование после операции нейропатического болевого синдрома, высокий уровень тревоги и депрессии, которые сами по себе способны снижать качество жизни пациентов, так и неустраняемые ввиду неудовлетворительного качества костной ткани нарушения сагиттального баланса.

Таким образом, изучение результатов лечения с выявлением предикторов успеха и удовлетворённости пациентов является ключом для формирования оптимальных лечебно-диагностических алгоритмов.

Цель исследования — выявление клинических и морфологических предикторов успеха декомпрессивных

хирургических вмешательств у пациентов с поясничным дегенеративным стенозом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено ретроспективное когортное исследование. При выполнении учитывались рекомендации STROBE.

Критерии соответствия

Критерии включения в исследование:

- первичное хирургическое вмешательство в объёме микрохирургической декомпрессии невралгических структур без применения стабилизирующих конструкций;
- предоперационные МРТ, компьютерная томография, постуральная рентгенография позвоночника и послеоперационная МРТ (не ранее чем через 1 месяц и до 12 месяцев);
- центральный стеноз позвоночного канала на поясничном отделе позвоночника;
- заполненные до и после операции (в сроке до 18 месяцев) шкалы оценки качества жизни ODI, шкала Ликерта, шкала нейропатического болевого синдрома DN4 и интенсивности болевого синдрома (ВАШ).

Критерии невключения в исследование:

- повторные декомпрессивные или декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства на позвоночнике;
- клинически значимый фораминальный односторонний латеральный стеноз позвоночного канала;
- недегенеративные поражения позвоночника;
- невозможность пройти клиническую оценку с заполнением клинических опросников на контрольном осмотре.

Критериями исключения из исследования стали:

- отказ от участия в клиническом исследовании (3 клинических случая);
- наличие сопутствующей патологии в стадии обострения, значительно влияющей на общее клиническое состояние пациента (1 клинический случай).

Условия проведения

Выполнен анализ данных взрослых пациентов, оперированных по поводу дегенеративных поражений позвоночника с мая 2021 по декабрь 2022 года. Показанием к хирургическому лечению был вертеброгенный компрессионный синдром (корешковый или нейрогенная перемежающаяся хромота) в сочетании с неврологическим дефицитом или без него, резистентный к консервативной терапии не менее 3 месяцев. Морфологическим субстратом клинических проявлений был моно- или полисегментарный дегенеративный стеноз позвоночного канала

поясничного отдела в сочетании с другой дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника (спондилолистез, сколиоз, сагиттальный дисбаланс) или без таковой. У всех пациентов, имевших нарушения сагиттального баланса, отмечалось выраженное снижение плотности костной ткани, определяемое по результатам компьютерной томографии на уровне интереса в единицах Хаунсфилда ($HU \leq 110$), что являлось противопоказанием для выполнения корригирующих оперативных вмешательств с имплантацией металлоконструкций.

Продолжительность исследования

Дизайном исследования предусмотрено два визита: 1) предоперационный, 2) послеоперационный (в промежутке между 6 и 18 месяцами).

Описание медицинского вмешательства

Хирургическое лечение осуществлялось согласно принципам клинко-морфологического соответствия и минимальной достаточности; проводилась микрохирургическая двусторонняя декомпрессия невралных структур из одностороннего доступа на клинически значимых уровнях по методике «over-the-top», предложенной Mayer и соавт. [8]. Из одностороннего доступа выполнялась интерламинэктомия на наиболее клинически значимой стороне с медиальной фасетэктомией, резекцией жёлтой связки, ипси- и контрлатеральной декомпрессией невралных структур на вовлечённых уровнях. Интраоперационным признаком достаточной декомпрессии считалось одновременное достижение следующих критериев: отсутствия компрессии со стороны костных и других плотных образований с возможностью свободного смещения невралных структур, отчётливой пульсации и отсутствия перетяжек дурального мешка.

Клинко-демографические данные включали пол, возраст, индекс массы тела ($\text{кг}/\text{м}^2$), индекс недееспособности Освестри, показатели шкалы нейропатической боли DN4, цифровой рейтинговой шкалы боли в спине и нижних конечностях.

Основной исход исследования

Для оценки успешности хирургического лечения использовали одновременное соблюдение трёх критериев: 1) достижение MCID для ODI на контрольном осмотре; 2) рекализация позвоночного канала на уровне вмешательства по данным МРТ поясничного отдела позвоночника; 3) улучшение субъективного ощущения пациента (по шкале Ликерта). Для шкалы ODI исход считался успешным при уменьшении показателя через 1 год (MCID на 12% и более) [9–11]. Так как категория «рекализация позвоночного канала» была достигнута у всех пациентов (100%), то в когорте участников настоящего исследования выявление предикторов успеха лечения будет проведено на основе достижения MCID по ODI и удовлетворённости пациентов.

Дополнительные исходы исследования

Анализ в подгруппах

Пациенты были разделены на бинарные группы: по достижению MCID согласно индексу Освестри (регресс $ODI \geq 12$), по удовлетворённости (значения 4–5 и 1–3 балла). Успешность оперативного лечения оценивалась исходя из комбинации достижения MCID по ODI и удовлетворённости оперативным лечением.

Методы регистрации исходов

По МРТ поясничного отдела позвоночника оценивали стадию дегенерации межпозвонкового диска согласно классификации Pfirrmann, изменения по типу Modic (MC), дефекты замыкательных пластинок (Total Endplate Score, TEPS), стеноз позвоночного канала по классификации Schizas до и после операции [12–15]. Значимой считали рекализацию позвоночного канала на симптомном уровне при уменьшении степени стеноза не менее чем на 1 градацию по классификации Schizas. В исследование были включены пациенты, имеющие типы C и D по вышеуказанной классификации. Удовлетворённость пациентов оценивали по шкале Ликерта: при значениях 4 («немного лучше, чем перед операцией») и 5 («гораздо лучше, чем перед операцией») считали, что пациент доволен результатом лечения, а при значениях 1 («гораздо хуже, чем перед операцией»), 2 («немного хуже, чем перед операцией») или 3 («состояние без изменений») считали, что пациенты результатами недовольны. По постуральной рентгенографии позвоночника оценивали тип Roussouly и параметры сагиттального баланса: PI (Pelvic Incidence), PT (Pelvic Tilt), SS (Sacral Slope), сегментарные углы LL (L1–S1) на каждом поясничном уровне, LowLL (L4–S1), SVA, SFD, индекс Barrey, PI–LL. Оценку нарушения глобального баланса производили по индексу Barrey (IB): при значениях <1 баланс считали не нарушенным, а при ≥ 1 — нарушенным.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено локальным этическим комитетом НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова (заседание № 1/23 от 05.05.2023 г.).

Статистический анализ

Принципы расчёта размера выборки

Размер выборки предварительно не рассчитывался, были отобраны все пациенты, соответствующие критериям включения.

Методы статистического анализа данных

Для количественных переменных в качестве описательных статистик приведены средние, среднеквадратические отклонения, медианы, квартили, минимальные и максимальные значения и число валидных наблюдений, для категориальных переменных приведены частоты значений и доли в процентах относительно числа валидных

наблюдений. Сравнения показателей до и после операции проводились при помощи парного Т-теста (а также с применением непараметрического критерия Вилкоксона для связанных выборок в качестве поддерживающего анализа, результаты были согласованными). Сравнение групп, сформированных по определённым заранее признакам — достижение ODI, удовлетворённость, успех лечения (сочетание рекалибровки позвоночного канала, клинического успеха и удовлетворённости), — проводилось при помощи дисперсионного анализа (и критерия Манна–Уитни в качестве поддерживающего анализа, результаты были согласованными) для количественных признаков и критерия хи-квадрат Пирсона для категориальных признаков. Также были построены логистические регрессионные модели для двоичных показателей: достижение ODI, удовлетворённость и успех лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

В период с мая 2021 по декабрь 2022 года в 12-м отделении ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» было выполнено 98 декомпрессивных хирургических вмешательств по поводу клинических проявлений дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника. Критериям включения в исследование соответствовали 61 (62,24%) пациент.

Медиана возраста пациентов составила 67,0 [61,0; 71,0] года, большую часть пациентов исследуемой когорты — 43/61 (70,49%) — составляли женщины, у большинства — 29,697 [25,6; 33,1] — отмечались избыточная масса тела и ожирение I–II степени. 42,62% (35/61) пациентов имели клинику нейрогенной перемежающейся хромоты; 36,1% (22/61) — компрессионно-ишемическую радикулопатию. У 18/61 (29,51%) до операции выявлен стеноз позвоночного канала степени D по классификации Schizas на любом из уровней, у остальных 70,49% пациентов до операции степень стеноза соответствовала C по классификации Schizas. Наиболее часто встречались III и IV типы по Rousouly — 83,6% пациентов. Нарушения сагиттального профиля (IB $\geq$ 1) были выявлены у 19/61 (31,15%) пациентов.

При анализе распространённости стадий дегенерации межпозвонковых дисков выявлено, что в исследуемой когорте пациентов на всех уровнях поясничного отдела позвоночника наиболее представленной была IV стадия по Pfirrmann — 180/305 (59,02%). На всех уровнях поясничного отдела позвоночника изменения MC 0 и 2 определены в сопоставимых долях — 259/610 и 333/610 (42,46 и 54,59%) соответственно, в то время как MC 1 и 3 встречались достаточно редко — 13/610 и 5/610 (2,13 и 0,82%) соответственно. Дефекты замыкательных пластинок (TEPS) были распределены равномерно с тенденцией к среднему и значительно выраженным изменениям: 3-я степень — 159/610 (26,07%) измерений, 4-я степень — 180/610 (29,51%), 5-я степень — 164/610 (26,86%), 6-я степень — 107/610 (17,54%).

Основные результаты исследования

После выполнения оперативного лечения с осуществлением всех трёх интраоперационных компонентов достаточности декомпрессии у всех пациентов в послеоперационном периоде по данным МРТ поясничного отдела позвоночника была верифицирована рекалибровка позвоночного канала на уровне вмешательства. В 62,29% (38/61) случаев зарегистрировано уменьшение степени стеноза на 1 градацию: в 47,54% (29/61) — из степени C в B, в 6,56% (4/61) — из степени D в C. У 37,70% (23/61) пациентов отмечено уменьшение степени стеноза на две и более градации: у 14,75% (9/61) — из степени C в A, у 19,67% (12/61) — из степени D в B и у 3,28% (2/61) — из степени D в A.

Все пациенты, включённые в исследование, отметили значимое уменьшение интенсивности болевого синдрома и улучшение качества жизни после операции: ВАШ в спине — 8,0 [5,0; 10,0] против 4,0 [2,0; 6,0] балла ($p < 0,001$); ВАШ в ноге — 7,0 [8,0; 4,0] против 3,0 [2,0; 6,0] балла ($p < 0,001$); ODI — 55,00 [42,22; 62,22] против 28,00 [11,11; 42,22] ($p < 0,001$). При анализе динамики интенсивности нейропатического болевого синдрома также отмечен его значимый регресс — DN4 5,0 [3,0; 6,0] против 2,0 [1,0; 4,0] ($p < 0,001$) соответственно.

У 45/61 (73,8%) пациентов отмечено преодоление порогового значения MCID для ODI, в 16/61 (26,2%) случаях значимых улучшений не выявлено. Исходя из достижения MCID по ODI пациенты были разделены на две группы: достигшие (45 пациентов) и не достигшие успеха (16 пациентов).

Пациенты, удовлетворённые оперативным лечением, составили 46/61 (75,41%) клинических случаев. У 15/61 (24,59%) пациентов либо не отмечается субъективного улучшения, либо ощущается отрицательная динамика.

Сочетание объективного улучшения функционального состояния, обусловленного рекалибровкой позвоночного канала, с удовлетворённостью оперативным лечением мы приняли за успех оперативного лечения. Он был достигнут у 40/61 (65,57%) пациентов. Отсутствие достижения MCID и неудовлетворённость оперативным лечением отмечены у 11/61 (18,03%) пациентов. А 10/61 (16,39%) человек вошли в промежуточную группу: при наличии данных о значимом улучшении функции по индексу Освестри, рекалибровке позвоночного канала пациенты остались недовольны проведённым лечением.

Дополнительные результаты исследования

Достижение минимальной значимой клинической разницы

При сравнении клинико-рентгенологических параметров пациентов, достигших и не достигших клинического успеха, определено, что лица, достигшие MCID, имели большую интенсивность болей в ноге и спине до операции

Таблица 1. Сравнение инструментально-рентгенологических параметров пациентов, достигших и не достигших клинического успеха, значимые различия (медиана [интерквартильный интервал], $p > 0,05$).

Table 1. Comparison of instrumental and radiological parameters of patients who achieved and did not achieve clinical success, significant differences ($p > 0,05$).

Параметр	Успех	Неуспех	p
LL (L1-L5)	48 [41; 56]	39 [35,5; 49,5]	0,044 ^F
EP-L1 _{lower}	4 [3; 5]	4 [3; 4]	0,015 ^P
EP-L2 _{lower}	4 [3; 5]	4 [3; 4]	0,017 ^P
EP-L3 _{upper}	4 [3; 5]	4 [3; 4]	0,026 ^P
EP-L5 _{upper}	5 [4; 6]	4 [3; 5]	0,010 ^P

Примечание. ^F — критерий Фишера (двусторонний), ^P — хи-квадрат Пирсона.

Note. ^F — Fisher's exact test (two-tailed), ^P — Pearson's chi-square test.

и меньшую интенсивность боли после операции — 8 [7; 10] против 7 [4,5; 8,5] для болей в ноге до операции ($p=0,024$); 3 [1; 5] против 5,5 [4; 7] для болей в ноге после операции ($p=0,003$); 7 [5; 9] против 4 [2; 7] для болей в спине до операции ($p=0,002$); 3 [2; 4] против 5,5 [3; 6] для болей в спине после операции ($p=0,007$), большее нарушение функциональной недееспособности до операции (57,8 [51,1; 64,4] для группы успешного лечения против 42,4 [35,3; 55,9] для группы неуспешного лечения, $p=0,001$). В ходе анализа выявлены также различия по морфологическим характеристикам. Достигшие MCID пациенты имели более выраженный поясничный лордоз, соответствующий III типу по Roussouly, при этом в другой группе преобладали пациенты с I типом по Roussouly ($p < 0,05$). У пациентов группы успеха отмечены менее выраженные поражения замыкательных пластинок ($p < 0,05$) (табл. 1).

Все остальные параметры, включая демографические, МРТ-характеристики, параметры сагиттального баланса, значимыми между группами не были ($p > 0,05$).

По данным однофакторного регрессионного анализа между группами пациентов, достигших и не достигших пороговых значений MCID, предикторами клинического успеха при выполнении декомпрессивного вмешательства на поясничном уровне определены значения ВАШ в ногах до операции ($OR=1,67$, $p=0,005$), в спине до операции ($OR=1,47$, $p=0,026$).

Удовлетворённость лечением

При детальном сравнении клиничко-рентгенологических параметров удовлетворённых пациентов с неудовлетворёнными лечением пациентами определено, что довольные лечением пациенты имели большую интенсивность болевого синдрома в ногах до операции и меньшую после операции (8 [7; 10] против 6,5 [4,0; 8,0] до операции, 3,0 [2,0; 5,0] против 6,0 [4,0; 7,0] после операции, $p=0,027$ и $p < 0,001$ соответственно), меньшую интенсивность боли в спине на контрольном осмотре после операции (3,0 [2,0; 5,0] против 6,0 [3,0; 7,0], $p=0,003$), меньшую интенсивность нейропатической боли после операции (6,0 [3,0; 7,0] против 4,0 [3,0; 7,0], $p < 0,001$), больший регресс функциональной

недееспособности и меньшее её значение после операции (изменение ODI для удовлетворённых лечением —35,3 [–44,4; –20,0] против 0,9 [–15,5; 6,7] для неудовлетворённых лечением, оба $p < 0,001$), а также у этих пациентов отмечались менее выраженные дефекты замыкательных пластинок по предоперационным МРТ-изображениям (L3_{upper} — 4 [4; 4] против 4 [3; 5], $p < 0,05$).

По данным однофакторного регрессионного анализа, предикторами удовлетворённости проведённым декомпрессивным вмешательством на поясничном уровне определены значения ВАШ в ноге до операции ($OR=1,32$, $p=0,045$) и выраженность нейропатического болевого синдрома по данным DN4 до операции ($OR=0,61$, $p=0,003$): чем более выражен болевой синдром в ноге до операции и/или менее выражен нейропатический болевой синдром, тем более вероятна удовлетворённость пациента хирургическим лечением.

Успешность лечения

При сравнении между собой группы пациентов, достигших MCID и удовлетворённых оперативным лечением, с группой не достигших MCID и неудовлетворённых лечением выявлено, что пациенты первой группы после операции имели большую интенсивность болевого синдрома в ноге и спине до операции (8 [7; 10] против 7 [4; 8] для болей в ноге; 7 [5; 8] против 4 [2; 7] для болей в спине, $p=0,027$ и 0,015 соответственно), большую функциональную недееспособность по данным ODI (57,50 [47,50; 62,22] в группе достигших и удовлетворённых против 42,22 [35,00; 57,78] в группе не достигших и неудовлетворённых, $p=0,034$), меньшую интенсивность болевого синдрома в ноге на контрольном осмотре (2 [1; 5] против 6,5 [4; 7], $p=0,000$), меньшую интенсивность боли в спине после операции (3 [2; 4] против 6 [2,5; 6,5], $p=0,009$), меньшую интенсивность нейропатической боли после операции (2 [0; 3] против 4,5 [2; 7], $p=0,003$), а также у этих пациентов отмечались менее выраженные дефекты замыкательных пластинок по предоперационным МРТ-изображениям ($p=0,015$).

По данным однофакторного регрессионного анализа, предиктором исхода оперативного лечения при выполнении

декомпрессивного вмешательства на поясничном уровне является нейропатический характер болевого синдрома перед операцией по данным DN4 ($OR=1,52$, $p=0,011$): при высоких значениях опросника нейропатической боли DN4 с большой вероятностью результат проведённого хирургического лечения окажется негативным.

Нежелательные явления

В рамках проведённого ретроспективного исследования нежелательных явлений отмечено не было.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Хирургическое лечение пациентов по поводу клинических проявлений дегенеративного поясничного стеноза в подавляющем большинстве случаев позволяет значительно улучшить качество их жизни [3, 4]. Пожилой возраст ассоциирован с высоким индексом коморбидности, снижением плотности костной ткани и другими состояниями, ограничивающими допустимые объёмы хирургического лечения, связанные преимущественно с применением имплантатов [16, 17].

Обсуждение основного результата исследования

Протяжённость дегенеративного стеноза (число уровней) и его степени увеличиваются с возрастом [4], но влияния на результаты лечения эти параметры не оказывают. В исследовании М. Minetama и соавт. получены идентичные результаты при анализе пациентов с различными степенями и протяжённостью дегенеративных стенозов позвоночного канала, что было выявлено по результатам лечения 325 лиц с одноуровневыми стенозами и 260 пациентов без учёта количества уровней [18, 19].

Влияние других дегенеративных изменений позвоночно-двигательных сегментов остаётся неоднозначным. Выявленное многими авторами негативное влияние изменений по типу Modic на результаты хирургического лечения дегенеративных стенозов [20, 21] опровергается актуальными многоцентровыми исследованиями и мета-анализами [22–24]. По результатам исследования А. Lawan и соавт., влияние изменений по типу Modic, в отличие от дефектов замыкательных пластинок, являлось незначимым. Дефекты замыкательных пластинок являются одной из причин интенсивного болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, что было выявлено в рамках метаанализа, включавшего после исключений 26 оригинальных исследований [18, 25], что согласуется с нашими результатами: у пациентов группы, не достигшей MCID, были выявлены более грубые изменения замыкательных пластинок $L1_{lower}$, $L2_{lower}$, $L3_{upper}$, $L5_{upper}$ чем в группе, достигшей успеха, однако независимым предиктором успеха эти показатели не являлись.

Устранение субстрата компрессии невралых структур на клинически значимых уровнях приводит к улучшению

состояния до 80% пациентов при достижении достаточного передне-заднего размера позвоночного канала [26]. Декомпрессия считается достаточной в случае рекалибрации позвоночного канала на одну градацию и ниже по классификации Schizas, что позволяет прогнозировать успешность хирургического лечения [7]. При этом избыточная декомпрессия, как было показано в исследовании Р.В. Халепа и соавт., изучавших результаты лечения 107 пациентов пожилого возраста, оперированных по поводу одноуровневых стенозов, не улучшает среднесрочные результаты лечения [26]. В настоящем исследовании рекалибрация позвоночного канала отмечена у всех пациентов при использовании минимально инвазивной технологии «over-the-top», техника которой подробно описана в работе А.А. Гринь [27]. В 62,29% случаев зарегистрировано уменьшение степени стеноза на одну градацию, а у 37,71% пациентов отмечено уменьшение на две и более стадии. Такой результат позволил в 100% случаев достигнуть морфологической части успеха, при этом не выявлено разницы в клинических проявлениях и улучшении состояния при большей степени декомпрессии.

По данным ряда авторов, большой вклад в качество жизни пациентов вносит сагиттальный баланс позвоночника [28, 29]. Сагиттальный дисбаланс влияет на достижение клинического успеха. Пациенты, оперированные с применением металлофиксаторов без коррекции сагиттального профиля, подвержены формированию интенсивного болевого синдрома, худшим функциональным результатам, а также проксимальным переходным кифозам [30], в то время как влияние нарушенных сагиттальных параметров на результаты изолированных декомпрессий остаётся противоречивым. По результатам ретроспективного анализа 109 клинических случаев пациентов, оперированных по поводу дегенеративного стеноза позвоночного канала, разделённых на группы с нарушением глобального сагиттального баланса ($SVA \geq 50$ мм) и без такового ($SVA < 50$ мм), выявлено, что при компенсированных нарушениях отмечается уменьшение параметра SVA после выполнения декомпрессивного вмешательства, а при выраженных нарушениях ($SVA > 80$ мм) достаточной коррекции не происходит, что отражается на качестве жизни и функциональных результатах пациентов [31, 32]. По данным настоящего исследования, влияние сагиттального дисбаланса на результаты декомпрессий в среднесрочном периоде наблюдения отсутствовало — параметры SVA, индекс Baggey и прочие критерии не оказывали значимого воздействия ($p > 0,05$). Пример лечения пациента с выраженным нарушением сагиттального баланса представлен на рис. 1.

В рамках исследования К. Ikuta и соавт. на основании результатов лечения 69 пациентов, перенёсших эндоскопическую декомпрессию по поводу дегенеративного стеноза, в качестве предиктора неудовлетворительного исхода было выявлено наличие «вакуум-феномена». Оценка результатов проводилась по достижении

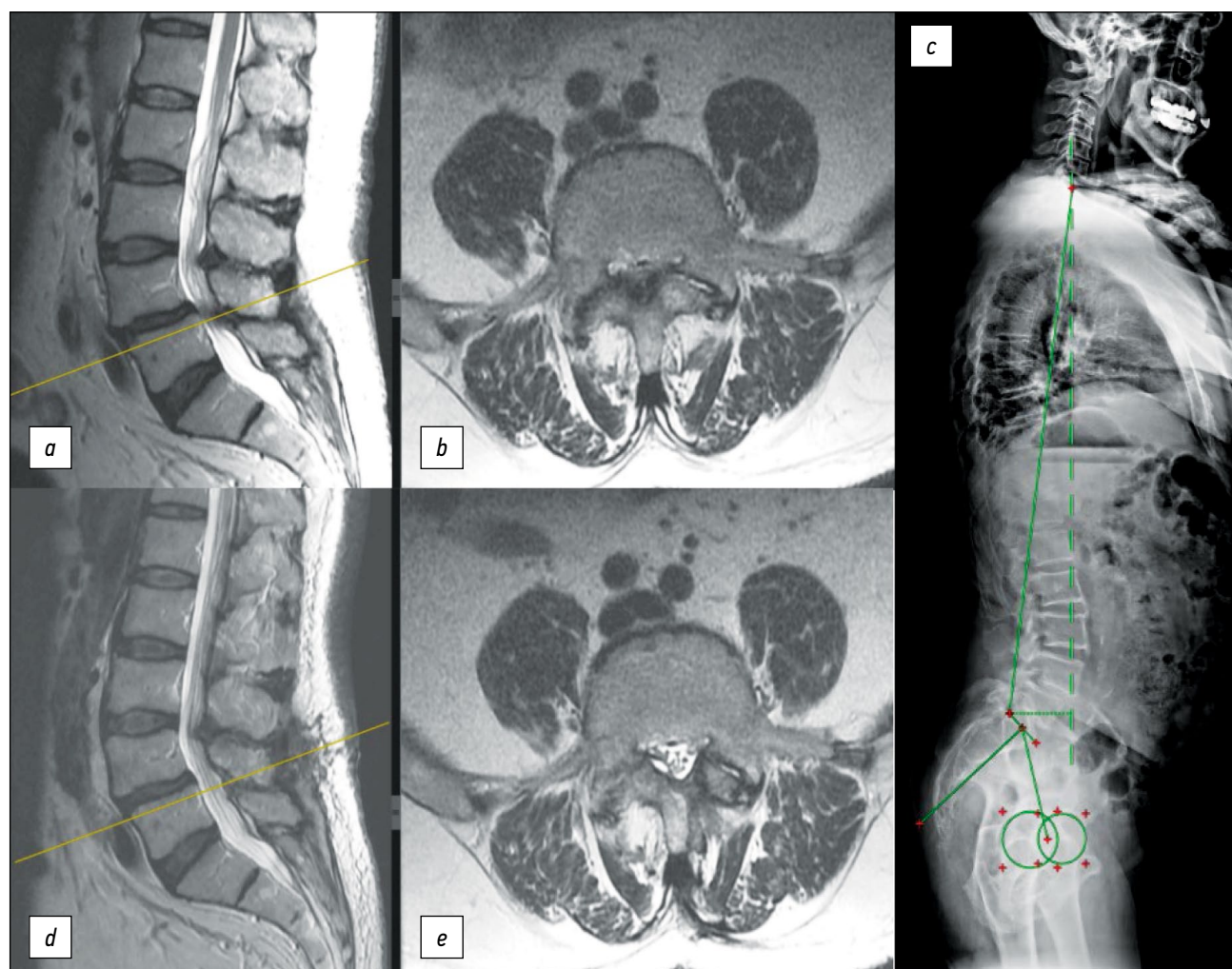


Рис. 1. Пациент Б., 83 года: ВАШ спины — 5 баллов, ВАШ ноги — 8 баллов, ODI=47,5%, DN4 — 2 балла; *a, b* — МРТ поясничного отдела позвоночника — дегенеративный стеноз на уровне L4-L5 степени D по Schizas, дегенеративный спондилолистез L4 I степени; *c* — постуральная рентгенография позвоночника — индекс Barrey=1,76, хирургическое лечение — микрохирургическая декомпрессия «over-the-top» на уровне L4-L5; *d, e* — МРТ поясничного отдела позвоночника через 1 год — рекалибровка позвоночного канала до степени A4 по Schizas, ODI — 4,0%, ВАШ ноги — 0 баллов, ВАШ спины — 3 балла. Достигнут клинический успех — регресс по ODI на 43,50%, рекалибровка позвоночного канала, удовлетворённость оперативным лечением по шкале Ликерта — 5 («гораздо лучше, чем перед операцией»). Достигнут успех лечения.

Fig. 1. Patient B., 83 years old. VAS in back — 5 points; VAS in leg — 8 points. ODI = 47.5%. DN-4 — 2 points. MRI of the lumbar spine — degenerative stenosis L4-L5 Schizas grade D, degenerative spondylolisthesis L4 grade I. (Fig. 1, *a, b*). Postural radiography of the spine — Barrey Index = 1.76 (Fig. 1, *c*). Surgical treatment — microsurgical “over-the-top” decompression at L4-L5. Lumbar spine MRI after 1 year — recalibration of the spinal canal to Schizas grade A4 (Fig. 1, *d, e*). ODI — 4.0%, VAS in leg — 0 points, VAS in back — 3 points. Regression according to ODI by 43.50%, recalibration of the spinal canal confirmed, satisfaction with surgical treatment on the Likert scale: 5 — “Much better than before the surgery”. Treatment success achieved.

MCID по ODI [33]. В другом исследовании, проведённом Z.O. Knio и соавт., в которое были включены 68 пациентов, оперированных по методике «over-the-top», было выявлено 24,5% неудовлетворительных результатов, предикторами которых, по итогам многофакторного анализа, стали женский пол и курение [34]. Однако влияние курения на результаты лечения на сроке наблюдения в один год было опровергнуто в рамках исследования, включавшего 195 пациентов [35].

Длительный дооперационный болевой синдром (более 3 месяцев) и его сохранение в спине после декомпрессии

(более 2 месяцев) оказывают негативное влияние на клинические результаты лечения [36]. Психологические, социальные и многие другие особенности пациента также могут оказывать существенное влияние на исход хирургического лечения [37, 38]. Однако изучение вышеуказанных параметров не входило в задачи нашего исследования, и они требуют рассмотрения в рамках других работ.

По результатам работ A. Hiyama и E. Vagaska, в которых изучалась интенсивность болевого синдрома у пациентов, оперированных по поводу дегенеративных заболеваний позвоночника с ноцицептивной и нейрогенной болью, было

выявлено, что при большей интенсивности болевого синдрома у пациентов до операции частота формирования нейропатического болевого синдрома выше, с тенденцией к сохранению более высоких значений боли после оперативного лечения [39, 40]. Анализ предикторов формирования нейропатического болевого синдрома выявил два независимых фактора — пол и интенсивность боли. Болевой синдром выше 4,5 балла по ВАШ в течение последних 4 недель, а также женский пол были ассоциированы с большей частотой формирования нейрогенного болевого синдрома, при этом характер и степень дегенеративных изменений поясничного отдела позвоночника влияния не оказывали [40].

По результатам исследования S.Y. Park и соавт., включавшего 86 пациентов, разделённых на группы в зависимости от превалирующего типа боли, было выявлено, что нейропатическая боль часто формируется на фоне компрессионных радикулопатий (примерно в 1/3 клинических случаев), что особо важно учитывать у лиц с дегенеративными стенозами [41]. Пример лечения пациентки с нейропатической болью представлен на рис. 2.

В ряде клинических случаев после выполнения декомпрессионного лечения развивается постдекомпрессионная нейропатия, характеризующаяся отличающейся от первоначальной недерматомной болью, преимущественно в ногах,

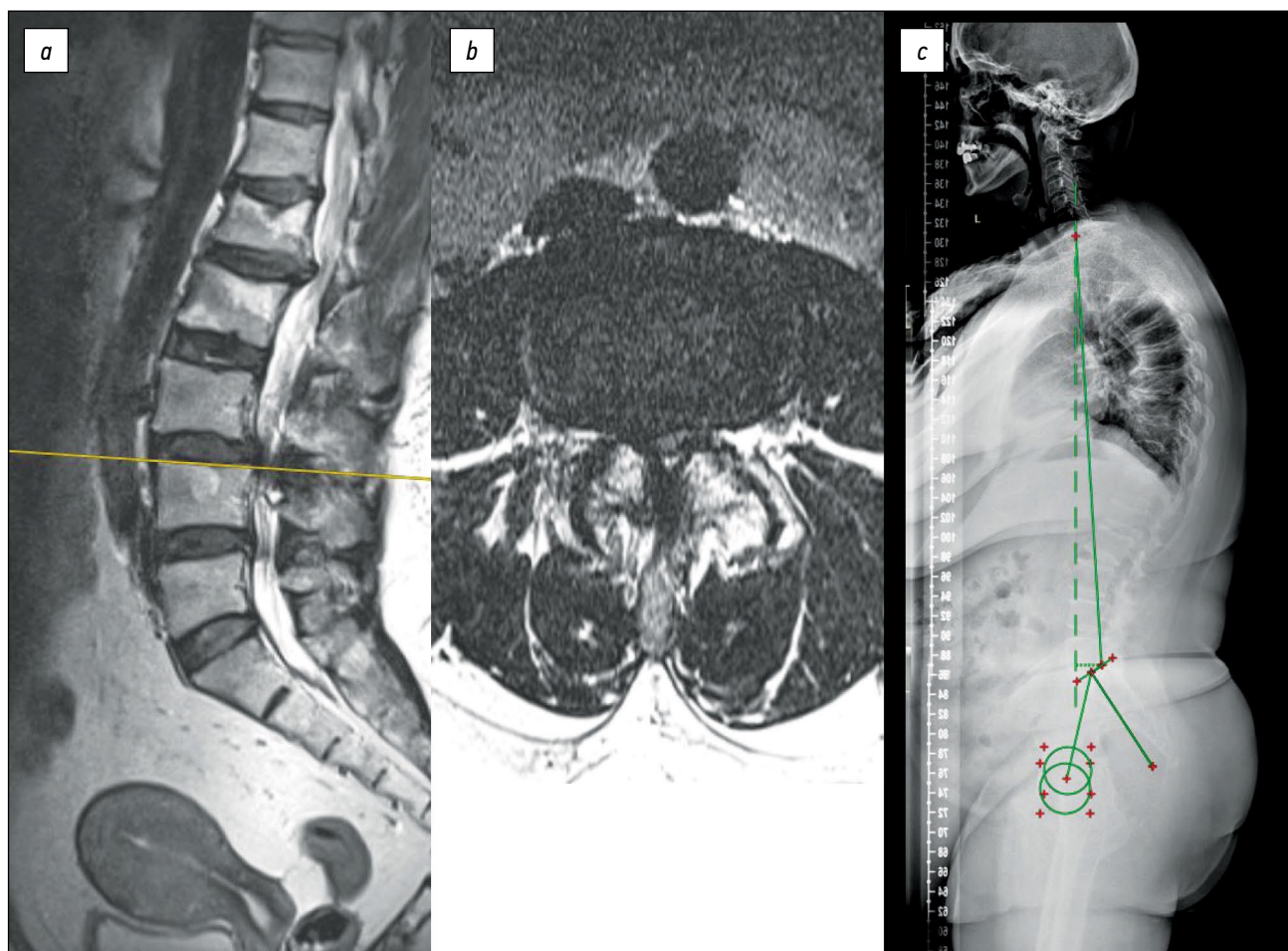


Рис. 2. Пациентка И., 62 года: ВАШ спины — 4 балла, ВАШ ноги — 5 баллов, ODI=64,44%, DN4 до операции — 7 баллов; *a, b* — МРТ поясничного отдела позвоночника — дегенеративный стеноз на уровне L3-L4 степени C по Schizas; *c* — постуральная рентгенография позвоночника — индекс Barrey=0,71. Хирургическое лечение — микрохирургическая декомпрессия «over-the-top» на уровне L3-L4. Несмотря на достигнутую рекалибрацию до степени B по Schizas, у пациентки сохраняются боли в нижних конечностях. ODI — 48,89%, ВАШ ноги — 4 балла, ВАШ спины — 3 балла. Клинически успех достигнут — регресс по ODI на 15,5%, достигнута рекалибрация позвоночного канала, однако пациентка результатом оперативного лечения не удовлетворена — 3 по шкале Ликерта («состояние без изменений»). Сохраняется высокое значение нейропатической боли: DN4=7 баллов. Хирургическое лечение признано неуспешным.

Fig. 2. Patient I., 62 years old: VAS in back — 4 points, VAS in legs — 5 points, ODI = 64.44%, DN4 before surgery — 7 points; *a, b* — MRI lumbar spine — degenerative stenosis L3-L4, Schizas grade C (Fig. 2, *a, b*); Postural radiography of the spine — Barrey Index =0.71 (Fig. 2, *c*). Surgical treatment — microsurgical “over-the-top” decompression at L3-L4. Despite the achieved recalibration to Schizas grade B, the patient continues to have pain in the lower extremities. ODI — 48.89%, VAS in legs — 4 points, VAS in back — 3 points. Clinical success achieved — ODI regression by 15.5% recalibration of the spinal canal, but the patient is not satisfied with the result of surgical treatment — 3 on the Likert scale (“state without change”). The high value of neuropathic pain remains: DN4=7 points. Surgical treatment defined unsuccessful.

часто нарушающая сон и способная вызывать стойкий болевой синдром со значительным влиянием на результаты оперативного лечения [42]. В нашем исследовании была выявлена связь удовлетворённости пациентов лечением и наличия нейропатической боли как единственного независимого предиктора успешности оперативного лечения, что может быть объяснено формированием именно постдекомпрессионной нейропатии. Широкое распределение сроков формирования нейропатической боли и неоднородность симптомов значительно затрудняют диагностику и ведут к недооценке важного предиктора негативного результата. Необходимость применения антидепрессантов, антиконвульсантов и другой терапии, влияющей на нейрогенную боль, оправдано на всех этапах лечения с целью снижения влияния этого фактора на результаты терапии у пациентов с высокими рисками, выявляемыми на предоперационном этапе обследования.

Выявленная в нашем исследовании промежуточная группа лиц, достигших клинически значимого улучшения состояния, но неудовлетворённых оперативным лечением, представляет особый интерес для изучения. Не были выявлены факторы, значимо различавшиеся между группами. Объяснить это можно как завышенными ожиданиями пациентов, нарушениями сагиттального профиля, так и психологическими, социальными и многими другими особенностями пациентов, что, возможно, и стало причиной формирования в нашем исследовании группы лиц с успешным с точки зрения клиники результатом, однако не удовлетворённым состоянием своего здоровья после операции. Изучение таких параметров требует большего количества исследуемых данных.

Ограничения исследования

- В рамках настоящего ретроспективного исследования не проводилась оценка индекса коморбидности, депрессии и тревоги (CES-D, GDS, HADS), что исключило анализ психологического компонента здоровья пациентов и его влияния на результаты хирургического лечения;
- не учитывались сопутствующие заболевания пациентов, такие как сахарный диабет и его осложнения, в частности, диабетическая полинейропатия, потенциально способная оказывать влияние на клинические проявления и результат лечения;
- не осуществлялась оценка длительности до- и послеоперационного болевого синдрома, что могло быть предиктором развития хронического болевого синдрома и повышенного уровня тревоги;
- выявленное большее значение индекса Barrey до операции у пациентов с грубым стенозом указывает на наличие сагиттального дисбаланса, однако данный параметр может быть как функциональным, так и структуральным, который в рамках данного исследования не дифференцировался, а его динамика после операции не исследовалась.

Уровень доказательности исследования по Оксфордской системе — «-2».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Декомпрессивные вмешательства по поводу дегенеративного поясничного стеноза являются эффективным методом лечения с прогнозируемыми положительными результатами, в том числе с сагиттальными деформациями дегенеративного генеза. Полноценное стандартизированное обследование пациентов перед операцией с выявлением факторов риска, таких как нейропатический болевой синдром, позволит снизить частоту осложнений и неудовлетворительных результатов.

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. Крутько — хирургическое лечение пациентов, сбор и анализ литературных источников, написание и редактирование текста статьи; А.Г. Назаренко — хирургическое лечение пациентов, ревизия и редактирование текста статьи; Г.Е. Балычев — сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; Е.С. Байков — хирургическое лечение пациентов, сбор и анализ литературных источников, написание и редактирование текста статьи; О.Н. Леонова — сбор и анализ литературных источников, подготовка, написание и редактирование текста статьи.

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 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. Krutko, A.G. Nazarenko, G.E. Balychev, E.S. Baykov, O.N. Leonova — designed the study; A.V. Krutko, A.G. Nazarenko, E.S. Baykov — surgical treatment; G.E. Balychev, E.S. Baykov, O.N. Leonova — analyzed data; G.E. Balychev, E.S. Baykov, O.N. Leonova — wrote the manuscript with input from all authors; A.V. Krutko, A.G. Nazarenko — oversaw the project.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lai M.K.L., Cheung P.W.H., Cheung Ja.P.Y. A systematic review of developmental lumbar spinal stenosis // *European Spine Journal*. 2020. Vol. 29, № 9. P. 2173–2187. doi: 10.1007/s00586-020-06524-2
2. Zaina F., Tomkins-Lane C., Carragee E., Negrini S. Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016. Vol. 2016, № 1. P. CD010264. doi: 10.1002/14651858.CD010264.pub2
3. Weinstein J.N., Tosteson T.D., Lurie J.D., et al. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation. The Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT): A randomized trial // *JAMA*. 2006. Vol. 296, № 20. P. 2441–2450. doi: 10.1001/jama.296.20.2441
4. Katz J.N., Zimmerman Z.E., Mass H., Makhni M.C. Diagnosis and Management of Lumbar Spinal Stenosis: A Review // *JAMA*. 2022. Vol. 327, № 17. P. 1688–1699. doi: 10.1001/JAMA.2022.5921
5. Karlsson T., Försth P., Skorpil M., et al. Decompression alone or decompression with fusion for lumbar spinal stenosis: a randomized clinical trial with two-year MRI follow-up // *Bone Jt J*. 2022. Vol. 104B, № 12. P. 1343–1351. doi: 10.1302/0301-620X.104B12.BJJ-2022-0340.R1
6. Yamamoto T., Yagi M., Suzuki S., et al. Multilevel Decompression Surgery for Degenerative Lumbar Spinal Canal Stenosis Is Similarly Effective with Single-level Decompression Surgery // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022. Vol. 47, № 24. P. 1728–1736. doi: 10.1097/BRS.0000000000004447
7. Hu Y., Fu H., Yang D., Xu W. Clinical efficacy and imaging outcomes of unilateral biportal endoscopy with unilateral laminotomy for bilateral decompression in the treatment of severe lumbar spinal stenosis // *Front Surg*. 2023. Vol. 9. P. 1061566. doi: 10.3389/fsurg.2022.1061566
8. Mayer H.M., List J., Korge A., Wiechert K. Microsurgery of acquired degenerative lumbar spinal stenosis. Bilateral over-the-top decompression through unilateral approach // *Orthopade*. 2003. Vol. 32, № 10. P. 889–895. doi: 10.1007/S00132-003-0536-9
9. Леонова О.Н., Байков Е.С., Крутько А.В. Минимальная клинически значимая разница как способ оценки эффективности лечения в хирургии позвоночника по шкалам и опросникам: не-систематический обзор литературы // *Хирургия позвоночника*. 2022. Т. 19, № 4. С. 60–67. doi: 10.14531/SS2022.4.60-67
10. Mohsinaly Y., Boissiere L., Maillot C., Pesenti S., Le Huec J.C. Treatment of lumbar canal stenosis in patients with compensated sagittal balance // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021. Vol. 107, № 7. P. 102861. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102861
11. Singh S., Shahi P., Asada T., et al. Poor muscle health and low preoperative ODI are independent predictors for slower achievement of MCID after minimally invasive decompression // *Spine J*. 2023. Vol. 23, № 8. P. 1152–1160. doi: 10.1016/J.SPINEE.2023.04.004
12. Pfirrmann C.W.A., Metzger A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001. Vol. 26, № 17. P. 1873–1878. doi: 10.1097/00007632-200109010-00011
13. Modic M.T., Steinberg P.M., Ross J.S., Masaryk T.J., Carter J.R. Degenerative disk disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging // *Radiology*. 1988. Vol. 166, № 1 Pt 1. P. 193–199. doi: 10.1148/radiology.166.1.3336678
14. Rajasekaran S., Venkatadass K., Naresh Babu J., Ganesh K., Shetty A.P. Pharmacological enhancement of disc diffusion and differentiation of healthy, ageing and degenerated discs: Results from in-vivo serial post-contrast MRI studies in 365 human lumbar discs // *Eur Spine J*. 2008. Vol. 17, № 5. P. 626–643. doi: 10.1007/s00586-008-0645-6
15. Schizas C., Theumann N., Burn A., et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010. Vol. 35, № 21. P. 1919–1924. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd
16. Kitab S., Habboub G., Abdulkareem S.B., Alimidhathi M.B., Benzel E. Redefining lumbar spinal stenosis as a developmental syndrome: Does age matter? // *J Neurosurg Spine*. 2019. Vol. 31, № 3. P. 357–365. doi: 10.3171/2019.2.SPINE.181383
17. Fan N., Yuan S., Du P., et al. Complications and risk factors of percutaneous endoscopic transforaminal discectomy in the treatment of lumbar spinal stenosis // *BMC Musculoskelet Disord*. 2021. Vol. 22, № 1. P. 1041. doi: 10.1186/s12891-021-04940-z
18. Minetama M., Kawakami M., Teraguchi M., et al. Endplate defects, not the severity of spinal stenosis, contribute to low back pain in patients with lumbar spinal stenosis // *Spine J*. 2022. Vol. 22, № 3. P. 370–378. doi: 10.1016/j.spinee.2021.09.008
19. Kulkarni A.G., Das S. Feasibility and Outcomes of Tubular Decompression in Extreme Stenosis // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020. Vol. 45, № 11. P. E647–E655. doi: 10.1097/BRS.0000000000003359
20. Jensen O.K., Nielsen C.V., Sørensen J.S., Stengaard-Pedersen K. Type 1 Modic changes was a significant risk factor for 1-year outcome in sick-listed low back pain patients: A nested cohort study using magnetic resonance imaging of the lumbar spine // *Spine J*. 2014. Vol. 14, № 11. P. 2568–2581. doi: 10.1016/j.spinee.2014.02.018
21. Sheng-yun L., Letu S., Jian C., et al. Comparison of modic changes in the lumbar and cervical spine, in 3167 patients with and without spinal pain // *PLoS One*. 2014. Vol. 9, № 12. P. e114993. doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0114993
22. Lambrechts M.J., Issa T.Z., Toci G.R., et al. Modic Changes of the Cervical and Lumbar Spine and Their Effect on Neck and Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Global Spine Journal*. 2022. Vol. 13, № 5. P. 1405–1417. doi: 10.1177/21925682221143332
23. Aaen J., Banitalebi H., Austevoll I.M., et al. The association between preoperative MRI findings and clinical improvement in patients included in the NORDSTEN spinal stenosis trial // *Eur Spine J*. 2022. Vol. 31, № 10. P. 2777–2785. doi: 10.1007/S00586-022-07317-5
24. Chen L., Battié M.C., Yuan Y., Yang G., Chen Z., Wang Y. Lumbar vertebral endplate defects on magnetic resonance images: prevalence, distribution patterns, and associations with back pain // *Spine J*. 2020. Vol. 20, № 3. P. 352–360. doi: 10.1016/j.spinee.2019.10.015
25. Lawan A., Crites Videman J., Battié M.C. The association between vertebral endplate structural defects and back pain: a systematic

review and meta-analysis // *European Spine Journal*. 2021. Vol. 30, № 9. P. 2531–2548. doi: 10.1007/s00586-021-06865-6

26. Халепа Р.В., Климов В.С., Рзаев Д.А., Василенко И.И., Конев Е.В., Амелина Е.В. Хирургическое лечение пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным центральным стенозом позвоночного канала на поясничном уровне // *Хирургия позвоночника*. 2018. Т. 15, № 3. С. 73–84. doi: 10.14531/SS2018.3.73-84

27. Гринь А.А., Никитин А.С., Каландари А.А., Асратян С.А., Юсупов С.Э.Р. Интерламинарная декомпрессия в лечении пациентов с дегенеративным стенозом позвоночного канала на поясничном уровне (обзор литературы и результаты собственного исследования) // *Нейрохирургия*. 2019. Т. 21, № 4. С. 57–66. doi: 10.17650/1683-3295-2019-21-4-57-66

28. Le Huec J.C., Thompson W., Mohsinaly Y., Barrey C., Faundez A. Sagittal balance of the spine // *Eur Spine J*. 2019. Vol. 28, № 9. P. 1889–1905. doi: 10.1007/S00586-019-06083-1

29. Schwab F., Ungar B., Blondel B., et al. Scoliosis research society-schwab adult spinal deformity classification: A validation study // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012. Vol. 37, № 12. P. 1077–1082. doi: 10.1097/BRS.0b013e31823e15e2

30. Михайловский М.В., Сергунин А.Ю. Проксимальные переходные кифозы — актуальная проблема современной вертебрологии // *Хирургия позвоночника*. 2014. Т. 0, № 1. С. 11–23. doi: 10.14531/SS2014.1.11-23

31. Hikata T., Watanabe K., Fujita N., et al. Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance // *J Neurosurg Spine*. 2015. Vol. 23, № 4. P. 451–458. doi: 10.3171/2015.1.SPINE14642

32. Raganato R., Pizones J., Yilgor C., et al. Sagittal realignment: surgical restoration of the global alignment and proportion score parameters: a subgroup analysis. What are the consequences of failing to realign? // *Eur Spine J*. 2023. Vol. 32, № 6. P. 2238–2247. doi: 10.1007/s00586-023-07649-w

33. Ikuta K., Sakamoto K., Hotta K., Kitamura T., Senba H., Shidahara S. Predictors for clinical outcomes of tubular surgery for endoscopic decompression in selected patients with lumbar spinal stenosis // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022. Vol. 142, № 10. P. 2525–2532. doi: 10.1007/S00402-021-03845-9

34. Knio Z.O., Schallmo M.S., Wesley H., et al. Unilateral Laminotomy with Bilateral Decompression: A Case Series Studying One- and Two-Year Outcomes with Predictors of Minimal Clinical Improvement // *World Neurosurg*. 2019. Vol. 131. P. e290–e297. doi: 10.1016/J.WNEU.2019.07.144

35. Goyal D.K.C., Divi S.N., Bowles D.R., et al. Does Smoking Affect Short-Term Patient-Reported Outcomes After Lumbar Decompression? // *Glob Spine J*. 2021. Vol. 11, № 5. P. 727–732. doi: 10.1177/2192568220925791

36. Costelloe C.C., Burns S., Yong R.J., Kaye A.D., Urman R.D. An Analysis of Predictors of Persistent Postoperative Pain in Spine Surgery // *Curr Pain Headache Rep*. 2020. Vol. 24, № 4. P. 11. doi: 10.1007/s11916-020-0842-5

37. Holbert S.E., Andersen K., Stone D., Pipkin K., Turcotte J., Patton C. Social Determinants of Health Influence Early Outcomes Following Lumbar Spine Surgery // *Ochsner J*. 2022. Vol. 22, № 4. P. 299–306. doi: 10.31486/toj.22.0066

38. Vieira A.S.M., Baptista A.F., Mendes L., et al. Impact of neuropathic pain at the population level // *J Clin Med Res*. 2014. Vol. 6, № 2. P. 111–9. doi: 10.14740/JOCMR1675W

39. Hiyama A., Katoh H., Nomura S., Sakai D., Watanabe M. The Effect of Preoperative Neuropathic Pain and Nociceptive Pain on Postoperative Pain Intensity in Patients with the Lumbar Degenerative Disease Following Lateral Lumbar Interbody Fusion // *World Neurosurg*. 2022. Vol. 164. P. e814–e823. doi: 10.1016/j.wneu.2022.05.050

40. Vagaska E., Litavcova A., Srotova I., et al. Do lumbar magnetic resonance imaging changes predict neuropathic pain in patients with chronic non-specific low back pain? // *Med (United States)*. 2019. Vol. 98, № 17. P. e15377. doi: 10.1097/MD.00000000000015377

41. Park S.Y., An H.S., Moon S.H., et al. Neuropathic Pain Components in Patients with Lumbar Spinal Stenosis // *Yonsei Med J*. 2015. Vol. 56, № 4. P. 1044–1050. doi: 10.3349/YMJ.2015.56.4.1044

42. Boakye L.A.T., Fourman M.S., Spina N.T., Laudermitch D., Lee J.Y. 'Post-decompressive neuropathy': New-onset post-laminectomy lower extremity neuropathic pain different from the preoperative complaint // *Asian Spine J*. 2018. Vol. 12, № 6. P. 1043–1052. doi: 10.31616/asj.2018.12.6.1043

REFERENCES

1. Lai MKL, Cheung PWH, Cheung JaPY. A systematic review of developmental lumbar spinal stenosis. *European Spine Journal*. 2020;29(9):2173–2187. doi: 10.1007/s00586-020-06524-2

2. Zaina F, Tomkins-Lane C, Carragee E, Negrini S. Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016;2016(1):CD010264. doi: 10.1002/14651858.CD010264.pub2

3. Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, et al. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disk herniation. The Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT): A randomized trial. *JAMA*. 2006;296(20):2441–2450. doi: 10.1001/jama.296.20.2441

4. Katz JN, Zimmerman ZE, Mass H, Makhni MC. Diagnosis and Management of Lumbar Spinal Stenosis: A Review. *JAMA*. 2022;327(17):1688–1699. doi: 10.1001/JAMA.2022.5921

5. Karlsson T, Försth P, Skorpil M, et al. Decompression alone or decompression with fusion for lumbar spinal stenosis: a randomized clinical trial with two-year

MRI follow-up. *Bone Jt J*. 2022;104B(12):1343–1351. doi: 10.1302/0301-620X.104B12.BJJ-2022-0340.R1

6. Yamamoto T, Yagi M, Suzuki S, et al. Multilevel Decompression Surgery for Degenerative Lumbar Spinal Canal Stenosis Is Similarly Effective with Single-level Decompression Surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022;47(24):1728–1736. doi: 10.1097/BRS.0000000000004447

7. Hu Y, Fu H, Yang D, Xu W. Clinical efficacy and imaging outcomes of unilateral biportal endoscopy with unilateral laminotomy for bilateral decompression in the treatment of severe lumbar spinal stenosis. *Front Surg*. 2023;9:1061566. doi: 10.3389/fsurg.2022.1061566

8. Mayer HM, List J, Korge A, Wiechert K. Microsurgery of acquired degenerative lumbar spinal stenosis. Bilateral over-the-top decompression through unilateral approach. *Orthopade*. 2003;32(10):889–895. doi: 10.1007/S00132-003-0536-9

9. Leonova ON, Baikov ES, Krutko AV. Minimal clinically important difference as a method for assessing the effectiveness of spinal surgery using scales and questionnaires: non-systematic

- literature review. *Hirurgia Pozvonochnika*. 2022;19(4):60–67. doi: 10.14531/SS2022.4.60-67
10. Mohsinaly Y, Boissiere L, Maillot C, Pesenti S, Le Huec JC. Treatment of lumbar canal stenosis in patients with compensated sagittal balance. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021;107(7):102861. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102861
11. Singh S, Shahi P, Asada T, et al. Poor muscle health and low preoperative ODI are independent predictors for slower achievement of MCID after minimally invasive decompression. *Spine J*. 2023;23(8):1152–1160. doi: 10.1016/J.SPINEE.2023.04.004
12. Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(17):1873–1878. doi: 10.1097/00007632-200109010-00011
13. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*. 1988;166(1 Pt 1):193–199. doi: 10.1148/radiology.166.1.3336678
14. Rajasekaran S, Venkatadass K, Naresh Babu J, Ganesh K, Shetty AP. Pharmacological enhancement of disc diffusion and differentiation of healthy, ageing and degenerated discs: Results from in-vivo serial post-contrast MRI studies in 365 human lumbar discs. *Eur Spine J*. 2008;17(5):626–643. doi: 10.1007/s00586-008-0645-6
15. Schizas C, Theumann N, Burn A, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(21):1919–1924. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd
16. Kitab S, Habboub G, Abdulkareem SB, Alimidhatti MB, Benzel E. Redefining lumbar spinal stenosis as a developmental syndrome: Does age matter? *J Neurosurg Spine*. 2019;31(3):357–365. doi: 10.3171/2019.2.SPINE181383
17. Fan N, Yuan S, Du P, et al. Complications and risk factors of percutaneous endoscopic transforaminal discectomy in the treatment of lumbar spinal stenosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):1041. doi: 10.1186/s12891-021-04940-z
18. Minetama M, Kawakami M, Teraguchi M, et al. Endplate defects, not the severity of spinal stenosis, contribute to low back pain in patients with lumbar spinal stenosis. *Spine J*. 2022;22(3):370–378. doi: 10.1016/j.spinee.2021.09.008
19. Kulkarni AG, Das S. Feasibility and Outcomes of Tubular Decompression in Extreme Stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020;45(11):E647–E655. doi: 10.1097/BRS.00000000000003359
20. Jensen OK, Nielsen CV, Sørensen JS, Stengaard-Pedersen K. Type 1 Modic changes was a significant risk factor for 1-year outcome in sick-listed low back pain patients: A nested cohort study using magnetic resonance imaging of the lumbar spine. *Spine J*. 2014;24(11):2568–2581. doi: 10.1016/j.spinee.2014.02.018
21. Sheng-yun L, Letu S, Jian C, et al. Comparison of modic changes in the lumbar and cervical spine, in 3167 patients with and without spinal pain. *PLoS One*. 2014;9(12):e114993. doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0114993
22. Lambrechts MJ, Issa TZ, Toci GR, et al. Modic Changes of the Cervical and Lumbar Spine and Their Effect on Neck and Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Spine Journal*. 2022;13(5):1405–1417. doi: 10.1177/21925682221143332
23. Aaen J, Banitalebi H, Austevoll IM, et al. The association between preoperative MRI findings and clinical improvement in patients included in the NORDSTEN spinal stenosis trial. *Eur Spine J*. 2022;31(10):2777–2785. doi: 10.1007/S00586-022-07317-5
24. Chen L, Battié MC, Yuan Y, Yang G, Chen Z, Wang Y. Lumbar vertebral endplate defects on magnetic resonance images: prevalence, distribution patterns, and associations with back pain. *Spine J*. 2020;20(3):352–360. doi: 10.1016/j.spinee.2019.10.015
25. Lawan A, Crites Videman J, Battié MC. The association between vertebral endplate structural defects and back pain: a systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal*. 2021;30(9):2531–2548. doi: 10.1007/s00586-021-06865-6
26. Khalepa RV, Klimov VS, Rzaev JA, Vasilenkoll, Konev EV, Amelina EV. Surgical treatment of elderly and senile patients with degenerative central lumbar spinal stenosis. *Hirurgia Pozvonochnika*. 2018;15(3):73–84. doi: 10.14531/SS2018.3.73-84
27. Grin AA, Nikitin AS, Kalandari AA, et al. Interlaminar decompression for patients with degenerative lumbar stenosis. Literature review and results of a prospective study. *Neyrokhirurgiya*. 2019;21(4):57–66. doi: 10.17650/1683-3295-2019-21-4-57-66
28. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J*. 2019;28(9):1889–1905. doi: 10.1007/S00586-019-06083-1
29. Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis research society-schwab adult spinal deformity classification: A validation study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(12):1077–1082. doi: 10.1097/BRS.0b013e31823e15e2
30. Mikhailovsky MV, Sergunin AY. Proximal Junctional Kyphosis: a Topical Problem of Modern Spine Surgery. *Hirurgia Pozvonochnika*. 2014;0(1):11–23. doi: 10.14531/SS2014.1.11-23
31. Hikata T, Watanabe K, Fujita N, et al. Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance. *J Neurosurg Spine*. 2015;23(4):451–458. doi: 10.3171/2015.1.SPINE14642
32. Raganato R, Pizones J, Yilgor C, et al. Sagittal realignment: surgical restoration of the global alignment and proportion score parameters: a subgroup analysis. What are the consequences of failing to realign? *Eur Spine J*. 2023;32(6):2238–2247. doi: 10.1007/s00586-023-07649-w
33. Ikuta K, Sakamoto K, Hotta K, Kitamura T, Senba H, Shidahara S. Predictors for clinical outcomes of tubular surgery for endoscopic decompression in selected patients with lumbar spinal stenosis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022;142(10):2525–2532. doi: 10.1007/S00402-021-03845-9
34. Knio ZO, Schallmo MS, Wesley H, et al. Unilateral Laminotomy with Bilateral Decompression: A Case Series Studying One- and Two-Year Outcomes with Predictors of Minimal Clinical Improvement. *World Neurosurg*. 2019;131:e290–e297. doi: 10.1016/J.WNEU.2019.07.144
35. Goyal DK, Divi SN, Bowles DR, et al. Does Smoking Affect Short-Term Patient-Reported Outcomes After Lumbar Decompression? *Glob Spine J*. 2021;11(5):727–732. doi: 10.1177/2192568220925791
36. Costelloe CC, Burns S, Yong RJ, Kaye AD, Urman RD. An Analysis of Predictors of Persistent Postoperative Pain in Spine Surgery. *Curr Pain Headache Rep*. 2020;24(4):11. doi: 10.1007/s11916-020-0842-5
37. Holbert SE, Andersen K, Stone D, Pipkin K, Turcotte J, Patton C. Social Determinants of Health Influence Early Outcomes Following Lumbar Spine Surgery. *Ochsner J*. 2022; 22(4):299–306. doi: 10.31486/toj.22.0066
38. Vieira ASM, Baptista AF, Mendes L, et al. Impact of neuropathic pain at the population level. *J Clin Med Res*. 2014;6(2):111–9. doi: 10.14740/JOCMR1675W
39. Hiyama A, Katoh H, Nomura S, Sakai D, Watanabe M. The Effect of Preoperative Neuropathic Pain and Nociceptive Pain on Postoperative

Pain Intensity in Patients with the Lumbar Degenerative Disease Following Lateral Lumbar Interbody Fusion. *World Neurosurg.* 2022;164:e814–e823. doi: 10.1016/j.wneu.2022.05.050

40. Vagaska E, Litavcova A, Srotova I, et al. Do lumbar magnetic resonance imaging changes predict neuropathic pain in patients with chronic non-specific low back pain? *Med (United States).* 2019;98(17):e15377. doi: 10.1097/MD.00000000000015377

41. Park SY, An HS, Moon SH, et al. Neuropathic Pain Components in Patients with Lumbar Spinal Stenosis. *Yonsei Med J.* 2015;56(4):1044–1050. doi: 10.3349/YMJ.2015.56.4.1044

42. Boakye LAT, Fourman MS, Spina NT, Laudermilch D, Lee JY. 'Post-decompressive neuropathy': New-onset post-laminectomy lower extremity neuropathic pain different from the preoperative complaint. *Asian Spine J.* 2018;12(6):1043–1052. doi: 10.31616/asj.2018.12.6.1043

ОБ АВТОРАХ

Крутько Александр Владимирович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-2570-3066;
eLibrary SPIN: 8006-6351;
e-mail: ortho-ped@mail.ru

Назаренко Антон Герасимович, д-р мед. наук,
профессор РАН;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: anazarenko@mail.ru

*** Балычев Глеб Евгеньевич**;
адрес: Россия, 115172, Москва, Новоспасский пер., 9;
ORCID: 0000-0001-7884-6258;
eLibrary SPIN: 9647-8748;
e-mail: balichev.gleb@gmail.com

Байков Евгений Сергеевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-4430-700X;
eLibrary SPIN: 5367-5438;
e-mail: Evgen-bajk@mail.ru

Леонова Ольга Николаевна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-9916-3947;
eLibrary SPIN: 4907-0634;
e-mail: onleonova@gmail.com

AUTHORS' INFO

Aleksandr V. Krutko, MD, Dr Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-2570-3066;
eLibrary SPIN: 8006-6351;
e-mail: ortho-ped@mail.ru

Anton G. Nazarenko, MD, Dr Sci. (Med.),
professor of Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0003-1314-2887;
eLibrary SPIN: 1402-5186;
e-mail: anazarenko@mail.ru

*** Gleb E. Balychev**;
address: 9 Novospasskiy per., 115172 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0001-7884-6258;
eLibrary SPIN: 9647-8748;
e-mail: balichev.gleb@gmail.com

Evgenii S. Baykov, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-4430-700X;
eLibrary SPIN: 5367-5438;
e-mail: Evgen-bajk@mail.ru

Olga N. Leonova, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-9916-3947;
eLibrary SPIN: 4907-0634;
e-mail: onleonova@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

Боли в плечевом суставе: сравнительный анализ данных динамической ультрасонографии и магнитно-резонансной томографии

С. Варма, П.К. Шарма, А. Файзал, А. Лукас

Медицинский колледж и больница Савита, Институт медицинских и технических наук Савита (SIMATS), Ченнаи, Тамил Наду, Индия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. При изучении болей в плечевом суставе оценивалась диагностическая точность ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии.

Цель. Выявить потенциальные проблемы в интерпретации изображений, полученных с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии, с указанием их ограничений путём сравнения результатов обоих методов диагностической визуализации в одной и той же группе пациентов.

Материалы и методы. В исследование включены пациенты, жалующиеся на боль в плечевом суставе, которых отбирали методом преднамеренной выборки. Все пациенты прошли ультразвуковое исследование и магнитно-резонансную томографию. Результаты обследования впоследствии сравнивались. В ходе исследования оценивали различные патологии плечевого сустава, включая разрывы сухожилий, бурсит, дегенеративные изменения суставов, кальцификаты, импинджмент-синдром.

Результаты. В исследование включены 35 пациентов, у которых с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии были выявлены такие патологии, как повреждения сухожилий подлопаточной и надостной мышцы, частичные и полнослойные разрывы сухожилий, выпот в сухожилии длинной головки двуглавой мышцы плеча, субкоракoidalный и субакромиально-субдельтовидный бурсит, дегенерация акромиально-ключичного сустава, кальцификация сухожилий и импинджмент-синдром. Сравнительный анализ показал различия в чувствительности, специфичности, положительной и отрицательной прогностической ценности, точности обоих методов визуализации при выявлении различных патологий.

Заключение. Сравнение данных показало, что магнитно-резонансная томография обладает большей чувствительностью и специфичностью при выявлении заболеваний, вызывающих боль в плече. Однако благодаря доступности, возможности работы в режиме реального времени и сравнения полученных результатов с данными непоражённой области ультразвуковое исследование считается методом визуализации первой линии при оценке состояния плечевых суставов. Тем не менее ультразвуковое исследование имеет ограничения: зависимость от оператора и более низкую чувствительность при определённых состояниях. Магнитно-резонансную томографию целесообразнее использовать в качестве подтверждающего метода или в случаях, когда диагностика затруднена. Данное исследование подчёркивает взаимодополняющую роль ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии в диагностике боли в плечевом суставе, при этом магнитно-резонансная томография является более точным и полным методом визуализации.

Ключевые слова: вращательная манжета; плечевой сустав; магнитно-резонансная томография; ультрасонография; боль в плече.

Как цитировать:

Варма С., Шарма П.К., Файзал А., Лукас А. Боли в плечевом суставе: сравнительный анализ данных динамической ультрасонографии и магнитно-резонансной томографии // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 81–89. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

Exploring shoulder joint pain: a comparative analysis of dynamic ultrasonography and magnetic resonance imaging

Sparsh Varma, Praveen K. Sharma, Afwaan Faizal, Ajay Lucas

Saveetha Medical College and Hospital, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences (SIMATS), Chennai, Tamil Nadu, India

ABSTRACT

BACKGROUND: To evaluate shoulder joint pain, the study concentrated on evaluating the diagnostic accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging.

AIM: By comparing the results from both modalities within the same patient group, the study aimed to identify potential challenges in image interpretation, underscoring the limitations of ultrasonography and magnetic resonance imaging.

MATERIALS AND METHODS: Patients with shoulder joint pain were included through purposive sampling. These patients underwent ultrasonography and magnetic resonance imaging, and the results were correlated. Various shoulder pathologies, including tendon tears, bursitis, degenerative changes, calcifications, and impingement, were analyzed.

RESULTS: The study comprised 35 patients who underwent ultrasonography and magnetic resonance imaging detecting pathologies such as subscapularis and supraspinatus tendon injuries, partial and full-thickness tears, peribicipital tendon fluid, subcoracoid and subacromial-subdeltoid bursitis, acromioclavicular joint degeneration, tendon calcification, and impingement. Comparative analysis showed varying sensitivities, specificities, positive predictive values, negative predictive values, and accuracy for different pathologies.

CONCLUSION: Compared with ultrasonography, magnetic resonance imaging demonstrated greater sensitivity and specificity in identifying conditions causing shoulder pain. Ultrasonography's affordability, real-time capabilities, and ability to compare results with the unaffected side make it a useful first diagnostic step for shoulder pain. Ultrasonography, although a quick and cost-effective initial diagnostic tool, has limitations, including operator dependence and lower sensitivity in certain conditions. In contrast, magnetic resonance imaging is employed as a confirming measure or in instances where diagnosis is challenging. The study emphasized the complementary roles of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of shoulder joint pain, with magnetic resonance imaging as the more accurate and complete imaging modality.

Keywords: rotator cuff; shoulder joint; magnetic resonance imaging; ultrasonography; shoulder pain.

To cite this article:

Varma S, Sharma PK, Faizal A, Lucas A. Exploring shoulder joint pain: a comparative analysis of dynamic ultrasonography and magnetic resonance imaging. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):81–89. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626367>

ОБОСНОВАНИЕ

Лопатка и плечевая кость образуют синовиальный сустав типа шаровидной впадины. Это крупный сустав, соединяющий верхнюю конечность с туловищем и обеспечивающий широкий диапазон движений в различных плоскостях. Лопатка, ключица и плечевая кость составляют комплекс плечевого пояса. В плечевом поясе выделяются четыре сочленения: акромиально-ключичное (АКС), плечелопаточное (ПЛС), грудино-ключичное (ГКС) и лопаточно-грудное (ЛГС), которое ещё называют скользящим. Верхние конечности прикрепляются к осевому скелету в области грудной клетки с помощью ПЛС, АКС и ГКС. Благодаря ЛГС лопатка может легко повторять движения задней грудной стенки. Движения плечевого пояса осуществляются за счёт совместного действия этих четырёх суставов. Чтобы компенсировать нестабильную костную анатомию, плечо защищено спереди, сзади и сверху капсулой и сухожилиями, образующими вращательную манжету. В результате ежедневной активности сухожилия могут подвергаться «износу». Боль в плече может возникать по разным причинам, включая острую травму и ряд дегенеративных заболеваний, связанных с импинджмент-синдромом. Боль в плече — одна из самых распространённых жалоб пациентов в ортопедии, часто приводящая к значительному ухудшению самочувствия. При этом клинические исследования обладают меньшей точностью по сравнению с артроскопией, несмотря на то, что многие клинические тесты считаются надёжными в определении периартикулярных поражений, которые чаще всего являются причиной боли в плече [1, 2]. Боль в плече часто вызвана патологией вращательной манжеты, особенно разрывами. При этом клинический осмотр малоэффективен в определении причины боли. Тяжесть повреждения вращательной манжеты и соответствующий диагноз позволяют решить вопрос о целесообразности консервативной терапии или хирургического вмешательства [3, 4]. Использование ультразвука высокого разрешения, новейших методик и лучшее понимание патологии позволяют диагностировать поражение вращательной манжеты с высокой точностью. Ультразвуковое исследование (УЗИ) высокого разрешения и магнитно-резонансная томография (МРТ) — рекомендуемые методы визуализации при подозрении на разрыв вращательной манжеты. Каждая из этих методик имеет свои преимущества и недостатки. На выбор оптимального метода диагностики влияет несколько важнейших факторов, включая квалификацию оператора, экономическую эффективность, доступность исследования, а также точность результатов [5]. УЗИ плечевого сустава — высокочувствительный, неинвазивный, доступный и неионизирующий метод выявления патологий вращательной манжеты [6], который служит дополнением к МРТ. В диагностике частичных или полных разрывов манжеты любой величины УЗИ высокого разрешения показало более 90% чувствительности,

точности и специфичности. Кроме того, с помощью УЗИ можно выявить патологии, которые могут быть схожими с разрывом вращательной манжеты, включая тендиноз, теносиновит, субакромиально-субдельтовидный бурсит, кальцифицированный тендиноз, перелом большого бугорка плечевой кости и т.д. Для определения целостности вращательной манжеты МРТ и ультрасонография в настоящее время используются чаще, чем артрография. На данный момент МРТ считается эталонным методом оценки общей структуры суставов и выявления внутрисуставных поражений [6]. Магнитно-резонансная артрография проводится при нестабильности плечевого сустава [7]. Целью данной работы был анализ качества результатов УЗИ и МРТ при оценке боли в плечевом суставе у одного и того же пациента, а также выявление ошибок и ограничений в интерпретации изображений, полученных с помощью данных методов.

Цель исследования — оценка боли в плече у пациента на основе результатов УЗИ как метода визуализации первой линии по сравнению с МРТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

В исследовании принимали участие пациенты с болью в плечевом суставе, направленные в наше отделение для обследования в течение года. Участников отбирали методом преднамеренной выборки.

Критерии соответствия

В исследование включены пациенты с болью в плечевом суставе независимо от возраста и пола, а также лица с подозрением на травму вращательной манжеты или заболевания плечевого сустава. *Исключались из исследования* лица с металлическими имплантатами, кардиостимуляторами, инородными телами, предыдущими операциями на плечевом суставе или протезированием в анамнезе, а также те, кто ранее испытывал клаустрофобию.

Условия проведения

Исследование проводилось в отделении радиодиагностики медицинского колледжа и больницы Савита (г. Ченнаи, шт. Тамилнад, Индия).

Описание медицинского вмешательства

Протокол магнитно-резонансной томографии

Сначала пациентам объясняли суть процедуры МРТ, собирали подробный анамнез, после чего они давали письменное информированное согласие на участие в исследовании. После этого пациентов проверяли на наличие металлических предметов. Результаты УЗИ и МРТ сопоставляли между собой.

МРТ проводили с помощью магнитно-резонансного томографа Philips Multiva 1.5 Tesla с восьмиканальной

поверхностной катушкой Sense MSK. Исследование проводилось в положении лёжа с упором на травмированное плечо. Использовались следующие последовательности: изображения протонной плотности (SPAIR) с толщиной среза 3 мм в аксиальной, косой корональной и сагиттальной плоскостях, T1- и T2-взвешенные изображения с толщиной среза 3 мм в косой корональной плоскости, T2-взвешенные градиентные изображения с толщиной среза 3 мм в косой корональной и косой сагиттальной плоскостях. Результаты МРТ интерпретировали сертифицированные врачи-радиологи с опытом работы в области визуализации опорно-двигательного аппарата не менее пяти лет.

Ультразвуковое исследование плечевого сустава

УЗИ выполняли с помощью аппарата Philips Affinity 70 с высокочастотным линейным датчиком 5–12 МГц. Мышцы и сухожилия вращательной манжеты, задняя сторона плечевого сустава и АКС оценивались в различных положениях. Для сравнения исследовался контралатеральный сустав. УЗИ проводили опытные сонографы, специализирующиеся на визуализации опорно-двигательного аппарата, каждый из которых имеет не менее пяти лет практики в данной области. Для поддержания последовательности все ультразвуковые исследования проводились в течение одного дня после МРТ, что минимизировало возможные отклонения, связанные с временными факторами.

Этическая экспертиза

Исследование получило одобрение этического комитета медицинского колледжа Савита (№ SMC/IEC/2018/12/002(B) от 12.11.2018 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В группу исследования вошли 35 пациентов в возрасте старше 40 лет (40–81 года), из них 19 мужчин (54,29%) и 16 женщин (45,71%). В 24 случаях (68,57%) поражённой стороной было правое плечо, в 11 случаях (31,43%) — левое. У 33 пациентов доминировала правая рука, и только у двоих — левая. У 6 человек (17,14 %) в анамнезе была травма плеча.

Частота выявления патологии подлопаточной области при УЗИ составила 8,57%, при МРТ — 11,4%. Патологии надостной мышцы выявлялись при УЗИ с частотой 71,43%, при МРТ — 82,85% (рис. 1, 2). При выявлении патологий сухожилия подлопаточной мышцы УЗИ показало чувствительность 75%, специфичность 93,55%, положительную прогностическую ценность (ППЦ) 100%, отрицательную прогностическую ценность (ОПЦ) 96,877%, точность 97,14% при $p=0,005$ (статистически значимо). При выявлении патологий сухожилия надостной мышцы чувствительность УЗИ составила 82,76%, специфичность — 83,33%, ППЦ — 96,00%, ОПЦ — 50,00%, точность — 82,86% при $p=0,001$ (статистически значимо) (рис. 3).

При УЗИ частота выявления частичных разрывов сухожилия надостной мышцы составила 34,29%, при МРТ — 37,14% (рис. 2). Чувствительность УЗИ составила 78,57%, специфичность — 90,47%, ППЦ — 84,61%, ОПЦ — 86,36%, точность — 85,71% при $p < 0,001$ (статистически значимо).

Частота выявления полнотолстых разрывов надостной мышцы при УЗИ составила 17,14%, при МРТ — 17,14% (рис. 2). Чувствительность УЗИ составила 100%,

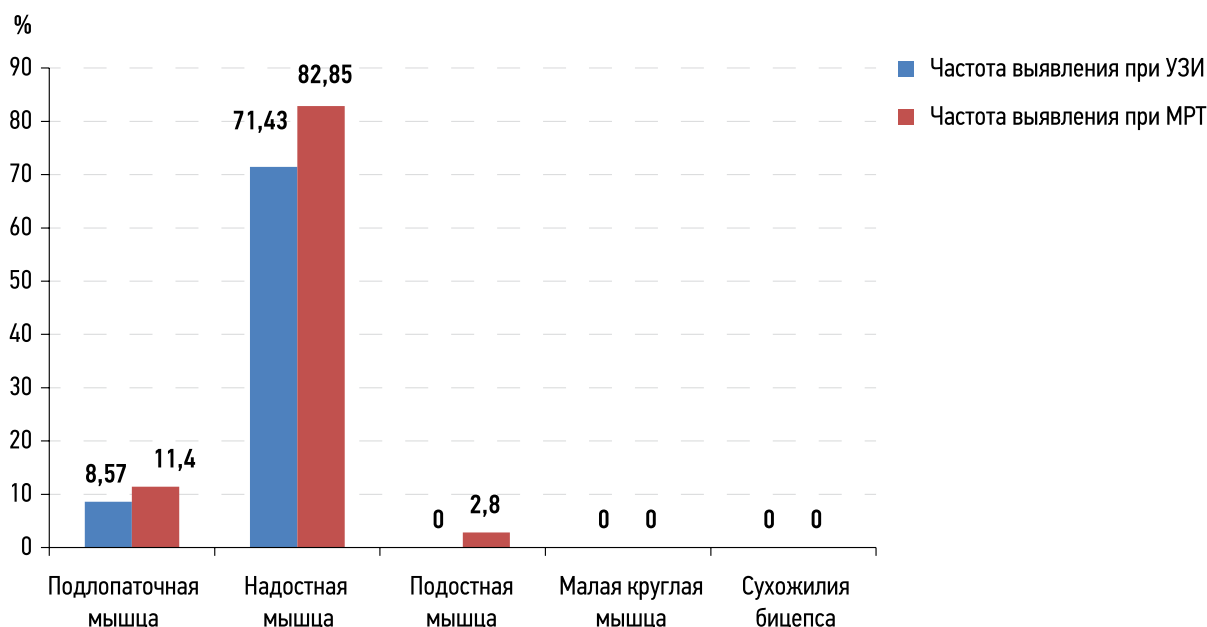


Рис. 1. Сопоставление результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (разрывы): наблюдение.

Fig. 1. Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (tear): an observation.

Примечание (здесь и в рис. 2, 3). УЗИ — ультразвуковое исследование, МРТ — магнитно-резонансная томография.

Note (here and in fig. 2, 3). УЗИ — ultrasonography, МРТ — magnetic resonance imaging.

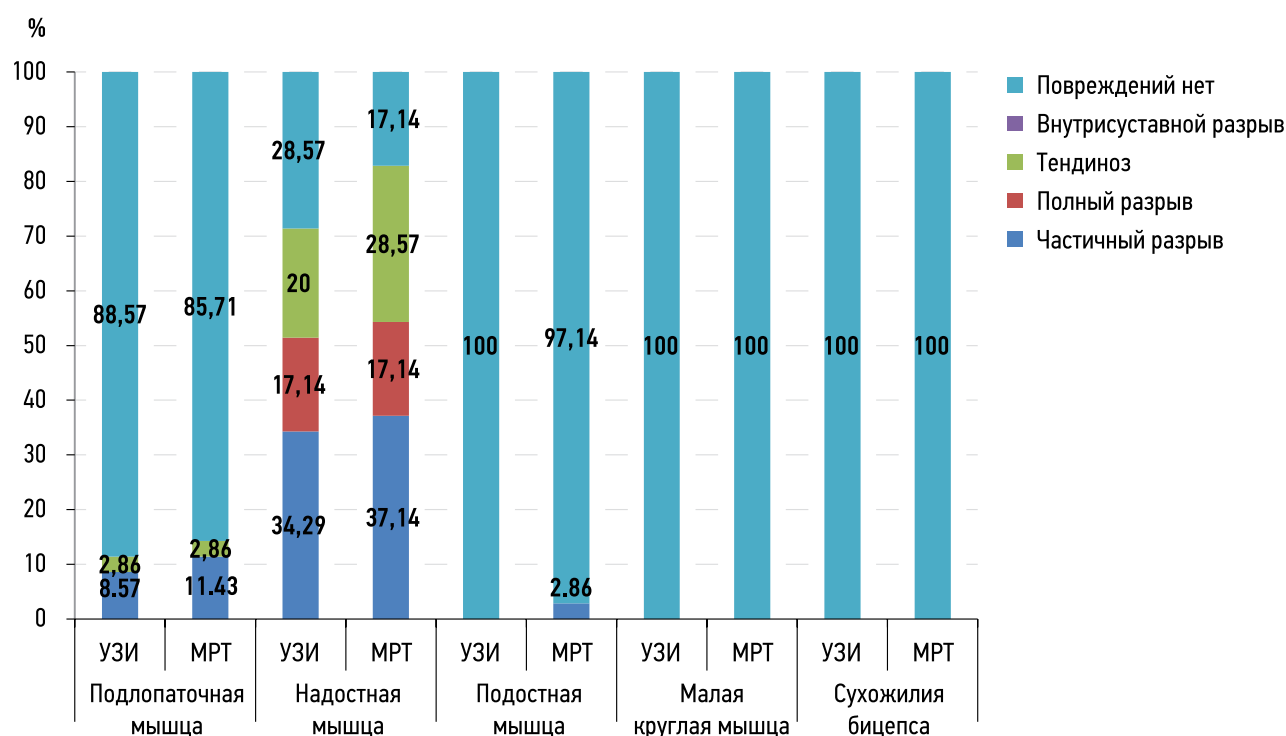


Рис. 2. Подробное сопоставление результатов УЗИ с результатами МРТ: патология (разрывы).

Fig. 2. Detailed correlation of USG findings with MRI findings: pathology (tears).

специфичность — 100%, ППЦ — 100%, ОПЦ — 100%, точность — 100%, $p \leq 0,001$ (статистически значимо).

Частота выявления выпота в сухожилии длинной головки двуглавой мышцы плеча при УЗИ составила 37,14%, при МРТ — 80% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 42,86%, специфичность — 85,71%, ППЦ — 92,31%,

ОПЦ — 27,27%, точность — 51,43%, $p=0,16$ (статистически незначимо) (табл. 2).

Частота выявления субкоракoidalного и субакромиально-субдельтовидного бурсита при УЗИ составила 17,14 и 37,14% соответственно, при МРТ — 57,14 и 77,14% соответственно (табл. 1). При субкоракoidalном

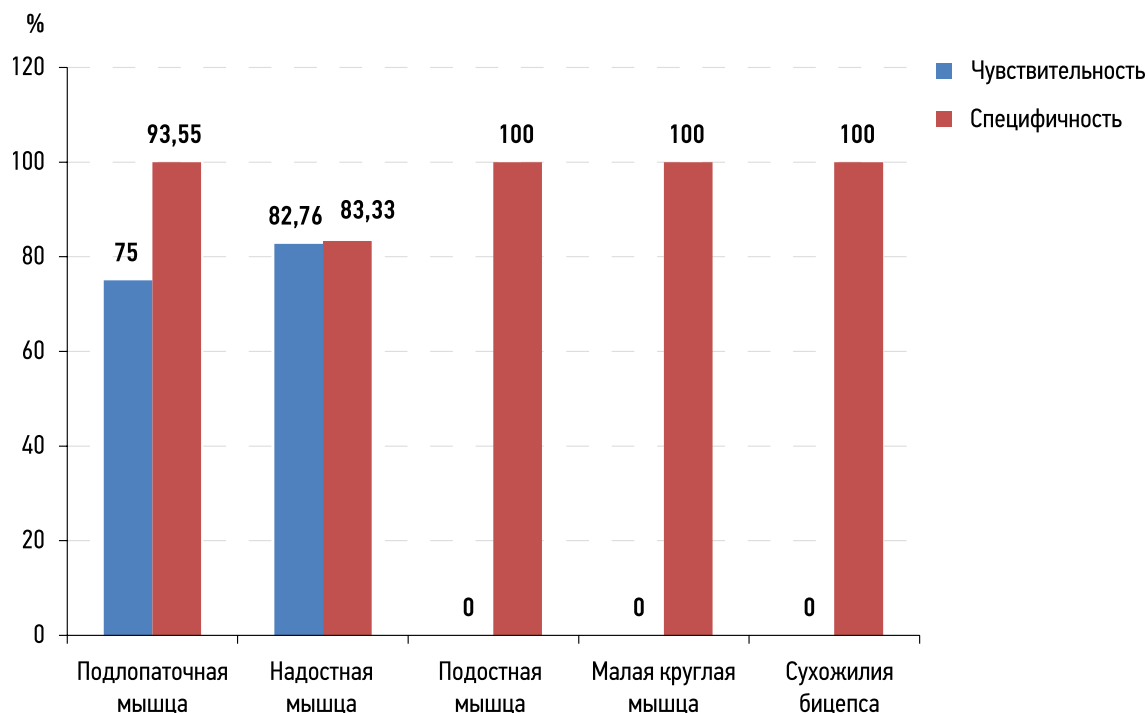


Рис. 3. Сопоставление результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (разрывы): оценка.

Fig. 3. Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (tears): an evaluation.

Таблица 1. Корреляция результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (другие): наблюдение

Table 1. Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (others): an observation

Результаты	ИП	ЛП	ИО	ЛН	Частота выявления при УЗИ	Частота выявления при МРТ	Всего
Выпот в ложе сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча	12	1	6	16	37,14	80,00	35
Субкоракoidalный бурсит	6	0	15	14	17,14	57,14	35
Субакромиально-субдельтовидный бурсит	12	1	7	15	37,14	77,14	35
Дегенерация АКС	4	0	17	14	11,4	51,4	35
Кальцификация	4	1	170	0	2,8	2,2	175
Импинджмент	2	0	66	2	2,6	5,3	70

Примечание. УЗИ — ультразвуковое исследование, МРТ — магнитно-резонансная томография, ИП — истинно положительный, ЛП — ложно-положительный, ИО — истинно отрицательный, ЛН — ложноотрицательный, АКС — акромиально-ключичный сустав.

Note. УЗИ — ultrasonography, МРТ — magnetic resonance imaging, ИП — true positive, ЛП — false positive, ИО — true negative, ЛН — false negative, АКС — acromioclavicular joint.

Таблица 2. Корреляция результатов УЗИ с результатами МРТ — патология (другие): оценка

Table 2. Correlation of USG findings with MRI findings — pathology (others): an evaluation

Результаты	Чувствительность	Специфичность	ППЦ	ОПЦ	Точность	<i>p</i>
Выпот в ложе сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча	42,86	85,71	92,31	27,27	51,43	0,16
Субкоракoidalный бурсит	30,00	100,00	100,00	57,72	60,00	0,019
Субакромиально-субдельтовидный бурсит	44,44	87,50	92,31	31,82	54,29	0,10
Дегенерация АКС	22,22	100	100	54,84	60	0,038
Кальцификация	100,00	99,42	80,00	100,00	99,43	<0,0001
Импинджмент	50,00	100,00	100	97,06	97,14	<0,0001

Примечание. УЗИ — ультразвуковое исследование, МРТ — магнитно-резонансная томография, ППЦ — положительная предсказательная ценность, ОПЦ — отрицательная предсказательная ценность, АКС — акромиально-ключичный сустав.

Note. УЗИ — ultrasonography, МРТ — magnetic resonance imaging, ППЦ — positive predictive value, ОПЦ — negative predictive value, АКС — acromioclavicular joint.

бурсите чувствительность УЗИ составила 30,00%, специфичность — 100%, ППЦ — 100%, ОПЦ — 57,72%, точность — 60%, $p=0,019$ (статистически значимо). При субакромиально-субдельтовидном бурсите чувствительность УЗИ составила 44,4%, специфичность — 87,50%, ППЦ — 92,31%, ОПЦ — 31,82%, точность — 54,29%, $p=0,10$ (статистически незначимо) (табл. 2).

Частота выявления дегенеративных изменений АКС при УЗИ составила 11,4%, при МРТ — 51,4% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 22,22%, специфичность — 100%, ППЦ — 100%, ОПЦ — 54,84%, точность — 60%, $p=0,038$ (статистически значимо) (табл. 2).

Частота выявления кальцификации сухожилий при УЗИ составила 2,8%, при МРТ — 2,2% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 100%, специфичность — 99,42%, ППЦ — 80%, ОПЦ — 100%, точность — 99,43%, $p \leq 0,0001$ (статистически значимо) (табл. 2).

Частота выявления импинджмент-синдрома при УЗИ составила 2,6%, при МРТ — 5,3% (табл. 1). Чувствительность УЗИ составила 50%, специфичность — 100%,

ППЦ — 100%, ОПЦ — 97,06%, точность — 97,14%, $p \leq 0,0001$ (статистически значимо) (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Пациентов с болью в плечевом суставе обследуют с помощью различных методов, включающих клинический осмотр, рентгенографию, УЗИ, компьютерную томографию, МРТ, артрографию, артроскопию. Наибольшая точность диагностики достигается при МР-артрографии. Однако традиционную МРТ, также обладающую достаточной чувствительностью и специфичностью, не стоит рассматривать в качестве отправной точки исследования. Наиболее эффективным и безвредным методом, не требующим больших затрат, всё же является УЗИ.

В нашем исследовании боль в плече чаще всего была вызвана повреждениями вращательной манжеты. Среди заболеваний наиболее часто встречались тендиноз, полные и частичные разрывы. Чаще всего было поражено сухожилие надостной мышцы. Данная патология была

обнаружена у 25 пациентов при УЗИ и у 29 пациентов при МРТ. Аналогичная работа была проведена в исследовании М.В. Zlatkin и соавт. [8]. Другие патологии, вызывающие боль в плечевом суставе, в нашей группе включали выпот в ложе сухожилия длинной головки двуглавой мышцы, субкоракоидальный бурсит, субакромиально-субдельтовидный бурсит, дегенерацию АКС, кальцификаты сухожилий, субакромиальный и субкоракоидальный импинджмент.

Для оценки заболеваний плечевого сустава часто используются УЗИ и МРТ, которые эффективно заменяют традиционную артрографию. В 1979 году S.E. Seltzer, H.J. Finberg и B.H. Weissman [9] опубликовали данные об использовании УЗИ для оценки состояния вращательной манжеты, а в 1986 году J.B. Kneeland, G.F. Carrera и W.D. Middleton [10] опубликовали аналогичные данные о применении МРТ. Эти два метода диагностики со временем стали более совершенными благодаря технологическому прогрессу, а также открытиям в области анатомических и патологических свойств вращательной манжеты.

В 2001 году С. Martin-Hervas и соавт. сообщили о применении МРТ и УЗИ для обследования каждого пациента, обратившегося с жалобами на боль в плече. Согласно полученным результатам, диагностика полнослойного разрыва при использовании обоих методов визуализации была максимально точной (УЗИ — 100%, МРТ — 97,1%), однако недостаточно чувствительной (УЗИ — 67,9%, МРТ — 75,5%). По мнению авторов, благодаря высокой специфичности УЗИ является эффективным методом визуализации для первичной оценки боли в плечевом суставе. Однако в силу его низкой чувствительности в качестве дополнительного метода необходимо проведение МРТ [11].

В исследовании L. Bryant и соавт. (2002 г.) для определения величины разрыва вращательной манжеты использовали данные клинической оценки, УЗИ, МРТ и артроскопии. Результаты обследования 33 пациентов с подозрением на разрыв манжеты сравнивали с данными открытой операции. Наилучшую корреляцию между предполагаемой и фактической величиной разрыва вращательной манжеты показала артроскопия (коэффициент корреляции Пирсона (r) — 0,92; $p < 0,001$) по сравнению с МРТ ($r=0,74$; $p < 0,001$) и УЗИ ($r=0,73$; $p < 0,001$) [12].

S. Ostlere (2003 г.) утверждает, что для пациентов с болью в плечевом суставе в качестве первоочередного скринингового инструмента будут полезны обычные рентгенограммы. Лучшие методы для выявления патологии вращательной манжеты — УЗИ и МРТ. УЗИ идеально подходит для обеспечения гибкого доступа к обследованию в универсальных клиниках. МР- или КТ-артрография необходима для исследования нестабильности плечевого сустава [13].

С. Martinoli и соавт. (2003 г.) придерживаются мнения, что УЗИ — неинвазивный, оперативный и недорогой метод диагностики, обладающий высокой разрешающей способностью и возможностью проводить как динамическое,

так и статическое исследование тканей в различных положениях. Это даёт основания для более широкого использования УЗИ при оценке патологий, не связанных с вращательной манжетой [14].

W.D. Middleton и соавт. (2004 г.) изучили 108 случаев боли в плечевом суставе с подозрением на повреждение вращательной манжеты. После проведения УЗИ и МРТ пациенты заполняли опросники удовлетворённости. 54 пациента остались довольны результатами УЗИ, 13 — результатами МРТ, 50 — результатами проведения обеих процедур ($p < 0,001$). 10 пациентов отказались делать МРТ ($p=0,002$), в то время как на повторное УЗИ были согласны все пациенты. 8 пациентов предпочли МРТ, 93 — УЗИ, у 17 пациентов особых предпочтений не было. Исследование показало, что большинство пациентов с болью в плечевом суставе предпочитают УЗИ, а не МРТ [15].

M. Vlychou и соавт. (2009 г.) обследовали 56 пациентов с симптоматическим импинджмент-синдромом. Всем им перед операцией были проведены УЗИ и МРТ. В результате выявлены 44 случая частичного повреждения сухожилия надостной мышцы. При УЗИ чувствительность составила 95,6%, специфичность — 70%, точность — 91%, положительная эффективность прогнозирования — 93,6%. При МРТ соответствующие показатели составили 91,7, 63,6, 91 и 97,7% соответственно. Авторы пришли к выводу, что УЗИ при диагностике повреждений сухожилия надостной мышцы почти так же эффективно, как и МРТ при выявлении частичных повреждений вращательной манжеты. МРТ может проводиться дополнительно в сложных или спорных случаях при необходимости хирургического вмешательства [16].

М.В. Zlatkin и соавт. провели МРТ-исследование плечевых суставов с болевым синдромом. Согласно полученным данным, разрывы вращательной манжеты у 51% пациентов были связаны с акромиальным отростком третьего типа (крючковидным), акромиальной костью или переднезадними остеофитами. Чувствительность, специфичность и точность выявления разрывов вращательной манжеты (частичных или полных) при применении традиционной МРТ составили 91, 88 и 89% соответственно [8].

Основное внимание в исследовании уделялось оценке диагностической точности МРТ и УЗИ в выявлении различных патологий плечевого сустава, связанных с болевым синдромом. Сравнительный анализ показал превосходство МРТ в плане точности, чувствительности и специфичности, особенно при выявлении полнослойных разрывов, бурситов и дегенеративных изменений АКС. УЗИ, напротив, показало эффективность в диагностике частичных разрывов с чувствительностью и специфичностью, сопоставимыми с МРТ. В ходе обсуждения подчёркивается взаимодополняющая роль обеих методик: МРТ обеспечивает детальное изображение анатомических структур, тогда как УЗИ — оценку состояния в режиме реального времени при минимальной подготовке пациента к исследованию. К ограничениям исследования стоит отнести

зависимость УЗИ от квалификации оператора и необходимости проведения дальнейших исследований для подтверждения результатов в различных выборках. В конечном счёте данное исследование подчёркивает важность использования преимуществ МРТ и УЗИ для оптимизации диагностической точности и выработки индивидуальной стратегии лечения пациентов с болью в плече.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Что касается оценки состояния суставной губы и капсулы, то УЗИ показало более низкую чувствительность, чем МРТ. УЗИ имеет высокую чувствительность (78,57%) и специфичность (90,47%) при выявлении частичных разрывов, при выявлении полных разрывов чувствительность и специфичность составляют 100,0%. МРТ является наиболее точным и чувствительным методом диагностики боли в плечевом суставе, который может дополнительно использоваться после проведения УЗИ в сложных случаях с неясным диагнозом. При оценке повреждений вращательной манжеты УЗИ может быть не менее эффективным, чем МРТ. УЗИ — быстрый и доступный метод первичной диагностики, позволяющий адекватно обследовать плечевой сустав. Однако точность этого метода зависит от квалификации оператора. МРТ также применяется, поскольку имеет меньшую вероятность артефактов и даёт больше информации о состоянии сухожилий.

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: С. Варма — дизайн исследования, сбор и анализ данных и написание рукописи; П.К. Шарма — написание рукописи, поиск и редактирование клинических изображений, критический обзор и результаты исследований; А. Файзал — поиск и редактирование клинических изображений, результаты исследований, критический обзор и доработка статьи; А. Лукас — результаты исследования, критический обзор и доработка статьи.

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. S. Varma — study design, collection of data, data analysis, and writing of the manuscript; P.K. Sharma — writing of the manuscript, sourcing and editing of clinical images, critical review, and investigation results; A. Faizal — sourcing and editing clinical images, investigation results, critical review and revision; A. Lucas — investigation results, critical review and revision.

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. Naredo E., Aguado P., De Miguel E., et al. Painful shoulder: comparison of physical examination and ultrasonographic findings // *Ann Rheum Dis*. 2002. Vol. 61, № 2. P. 132–6. doi: 10.1136/ard.61.2.132
2. Nørregaard J., Krogsgaard M.R., Lorenzen T., Jensen E.M. Diagnosing patients with longstanding shoulder joint pain // *Ann Rheum Dis*. 2002. Vol. 61, № 7. P. 646–9. doi: 10.1136/ard.61.7.646
3. Naqvi G.A., Jadaan M., Harrington P. Accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for detection of full thickness rotator cuff tears // *Int J Shoulder Surg*. 2009. Vol. 3, № 4. P. 94–7. doi: 10.4103/0973-6042.63218
4. Rutten M.J., Spaargaren G.J., van Loon T., et al. Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound // *Eur Radiol*. 2010. Vol. 20, № 2. P. 450–7. doi: 10.1007/s00330-009-1561-9
5. Teefey S.A., Hasan S.A., Middleton W.D., et al. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases // *Bone Joint Surg Am*. 2000. Vol. 82, № 4. P. 498–504.
6. Moosikasuwan J.B., Miller T.T., Burke B.J. Rotator Cuff Tears: Clinical, Radiographic, and US Findings // *Radiographics*. 2005. Vol. 25, № 6. P. 1591–607. doi: 10.1148/rj.256045203
7. Massengill A.D., Seege L.L., Yao L., et al. Labrocapsular ligamentous complex of the shoulder: Normal Anatomy, Anatomic Variation and Pitfalls of MR Imaging and MR Arthrography // *Radiographics*. 1994. Vol. 14, № 6. P. 1211–23. doi: 10.1148/radiographics.14.6.7855336
8. Zlatkin M.B., Iannotti J.P., Roberts M.C. Rotator cuff tears: diagnostic performance of MR imaging // *Radiology*. 1989. Vol. 172, № 1. P. 223–9. doi: 10.1148/radiology.172.1.2740508
9. Seltzer S.E., Finberg H.J., Weissman B.N., Kido D.K., Collier B.D. Arthrosonography: gray-scale ultrasound evaluation of the shoulder // *Radiology*. 1979. Vol. 132, № 2. P. 467–8. doi: 10.1148/132.2.467
10. Kneeland J.B., Middleton W.D., Carrera G.F., et al. MR imaging of the shoulder: diagnosis of rotator cuff tears // *AJR Am J Roentgenol*. 1987. Vol. 149, № 2. P. 333–337. doi: 10.2214/ajr.149.2.333
11. Martin-Hervas C., Romero J., Navas-Acien A., Reboiras J.J., Munuera L. Ultrasonographic and magnetic resonance imaging of rotator cuff lesions compared with arthroscopy or open surgery findings // *J Shoulder Elbow Surg*. 2001. Vol. 10, № 5. P. 410–5. doi: 10.1067/mse.2001.116515

12. Bryant L., Shiner R., Bryant C., Murrell G.A. A Comparison of clinical estimation; ultrasonography, magnetic resonance imaging and arthroscopy in determining the size of rotator cuff tears // *J Shoulder Elbow*. 2002. Vol. 11, № 3. P. 219–24. doi: 10.1067/mse.2002.121923
13. Ostlere S. Imaging the shoulder // *Imaging*. 2003. Vol. 15. P. 162–73.
14. Martinoli C., Bianchi S., Prato N., et al. US of the Shoulder: Non-Rotator cuff Disorders // *Radiographics*. 2003. Vol. 23, № 2. P. 381–401. doi: 10.1148/rg.232025100

REFERENCES

1. Naredo E, Aguado P, De Miguel E, et al. Painful shoulder: comparison of physical examination and ultrasonographic findings. *Ann Rheum Dis*. 2002;61(2):132–6. doi: 10.1136/ard.61.2.132
2. Nørregaard J, Krogsgaard MR, Lorenzen T, Jensen EM. Diagnosing patients with longstanding shoulder joint pain. *Ann Rheum Dis*. 2002;61(7):646–9. doi: 10.1136/ard.61.7.646
3. Naqvi GA, Jadaan M, Harrington P. Accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for detection of full thickness rotator cuff tears. *Int J Shoulder Surg*. 2009;3(4):94–7. doi: 10.4103/0973-6042.63218
4. Rutten MJ, Spaargaren GJ, van Loon T, et al. Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound. *Eur Radiol*. 2010;20(2):450–7. doi: 10.1007/s00330-009-1561-9
5. Teefey SA, Hasan SA, Middleton WD, et al. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases. *Bone Joint Surg Am*. 2000;82(4):498–504.
6. Moosikasuwan JB, Miller TT, Burke BJ. Rotator Cuff Tears: Clinical, Radiographic, and US Findings. *Radiographics*. 2005;25(6):1591–607. doi: 10.1148/rg.256045203
7. Massengill AD, Seege LL, Yao L, et al. Labrocapsular ligamentous complex of the shoulder: Normal Anatomy, Anatomic Variation and Pitfalls of MR Imaging and MR Arthrography. *Radiographics*. 1994;14(6):1211–23. doi: 10.1148/radiographics.14.6.7855336
8. Zlatkin MB, Iannotti JP, Roberts MC. Rotator cuff tears: diagnostic performance of MR imaging. *Radiology*. 1989;172(1):223–9. doi: 10.1148/radiology.172.1.2740508

15. Middleton W.D., Payne W.T., Teefey S.A., et al. Sonography and MRI of the Shoulder: Comparison of Patient Satisfaction // *Am J Roentgenol*. 2004. Vol. 183, № 5. P. 1449–52. doi: 10.2214/ajr.183.5.1831449
16. Vlychou M., Dailiana Z., Fotiadou A., et al. Symptomatic Partial Rotator Cuff Tears: Diagnostic Performance of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging with Surgical Correlation // *Acta Radiol*. 2009. Vol. 50, № 1. P. 101–5. doi: 10.1080/02841850802600764

9. Seltzer SE, Finberg HJ, Weissman BN, Kido DK, Collier BD. Arthrosonography: gray-scale ultrasound evaluation of the shoulder. *Radiology*. 1979;132(2):467–8. doi: 10.1148/132.2.467
10. Kneeland JB, Middleton WD, Carrera GF, et al. MR imaging of the shoulder: diagnosis of rotator cuff tears. *AJR Am J Roentgenol*. 1987;149(2):333–337. doi: 10.2214/ajr.149.2.333
11. Martin-Hervas C, Romero J, Navas-Acien A, Reboiras JJ, Munuera L. Ultrasonographic and magnetic resonance imaging of rotator cuff lesions compared with arthroscopy or open surgery findings. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10(5):410–5. doi: 10.1067/mse.2001.116515
12. Bryant L, Shiner R, Bryant C, Murrell GA. A Comparison of clinical estimation; ultrasonography, magnetic resonance imaging and arthroscopy in determining the size of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow*. 2002;11(3):219–24. doi: 10.1067/mse.2002.121923
13. Ostlere S. Imaging the shoulder. *Imaging*. 2003;15:162–73.
14. Martinoli C, Bianchi S, Prato N, et al. US of the Shoulder: Non-Rotator cuff Disorders. *Radiographics*. 2003;23(2):381–401. doi: 10.1148/rg.232025100
15. Middleton WD, Payne WT, Teefey SA, et al. Sonography and MRI of the Shoulder: Comparison of Patient Satisfaction. *Am J Roentgenol*. 2004;183(5):1449–52. doi: 10.2214/ajr.183.5.1831449
16. Vlychou M, Dailiana Z, Fotiadou A, et al. Symptomatic Partial Rotator Cuff Tears: Diagnostic Performance of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging with Surgical Correlation. *Acta Radiol*. 2009;50(1):101–5. doi: 10.1080/02841850802600764

ОБ АВТОРАХ

Спарш Варма;

ORCID: 0000-0002-7211-0378;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Правин К. Шарма;

ORCID: 0000-0002-4096-140X;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

* Афваан Файзал;

адрес: Савита Нагар, Тандалам, Ченнаи, Бангалор, NH 48, Ченнаи, Тамил Наду 602105, Индия;
ORCID: 0009-0000-9664-6698;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Аджай Лукас;

ORCID: 0009-0000-8522-3702;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

AUTHORS' INFO

Sparsh Varma, MD;

ORCID: 0000-0002-7211-0378;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Praveen K Sharma, MD;

ORCID: 0000-0002-4096-140X;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

* Afwaan Faizal;

Address: Saveetha Nagar, Thandalam, Chennai Bengaluru, NH 48, Chennai, Tamil Nadu 602105, India;
ORCID: 0009-0000-9664-6698;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

Ajay Lucas;

ORCID: 0009-0000-8522-3702;
e-mail: radsaveetha@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611077>

Аваскулярный некроз головки бедренной кости в сочетании с септическим артритом тазобедренного сустава

Д.С. Кудашев, Г.Н. Светлова, М.Ю. Сефединова, С.Д. Зуев-Ратников, А.А. Князев

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Крайне редкой и не всегда своевременно диагностируемой патологией является сочетанное течение аваскулярного некроза головки бедренной кости и септического артрита тазобедренного сустава. Анализ специализированной зарубежной литературы выявил всего несколько описаний клинических случаев комбинированного поражения тазобедренного сустава (аваскулярный некроз головки бедренной кости и септический артрит). Однако в указанных работах отсутствует описание алгоритмов оперативного лечения пациентов. При анализе источников отечественной литературы за последние 10 лет мы не встретили описания подобных клинических случаев.

Описание клинического случая. У пациента С., 38 лет, диагностирован аваскулярный некроз головки бедренной кости с сопутствующим септическим артритом тазобедренного сустава. В предоперационном периоде проведена диагностическая пункция тазобедренного сустава с последующим цитологическим и микробиологическим исследованием синовиальной жидкости. Получен рост штамма *Staphylococcus aureus*. В связи с тем, что проведение первичного эндопротезирования тазобедренного сустава в данном случае противопоказано, а изолированное консервативное лечение бактериального артрита усугубляет течение аваскулярного некроза, пациенту проведено двухэтапное оперативное лечение. Первый этап — резекция головки бедренной кости с установкой шаровидного цементного спейсера, импрегнированного антибиотиками; второй этап — после купирования воспалительного процесса выполнение тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Послеоперационный период после каждого хирургического этапа протекал без осложнений. Удалось добиться эрадикации микроорганизма, ликвидировать хронический воспалительный процесс, что было подтверждено клинически и лабораторно, обеспечить возможность выполнения тотального эндопротезирования тазобедренного сустава и в конечном счёте восстановить опороспособность конечности, объём движения в суставе и качество жизни пациента.

Заключение. Представленное клиническое наблюдение подтверждает необходимость проведения детальной диагностики у пациентов с нетипичным течением аваскулярного некроза головки бедренной кости и демонстрирует один из успешных вариантов тактики лечения в подобных случаях.

Ключевые слова: аваскулярный некроз головки бедренной кости; остеонекроз; септический артрит; спейсер; ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава; клинический случай.

Как цитировать:

Кудашев Д.С., Светлова Г.Н., Сефединова М.Ю., Зуев-Ратников С.Д., Князев А.А. Аваскулярный некроз головки бедренной кости в сочетании с септическим артритом тазобедренного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 91–100. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611077>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611077>

Avascular necrosis of the femoral head in combination with septic arthritis of the hip joint

Dmitriy S. Kudashev, Galina N. Svetlova, Maria Yu. Sefedinova, Sergey D. Zuev-Ratnikov, Andrey A. Knyazev

Samara State Medical University, Samara, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The combined course of avascular necrosis of the femoral head and septic arthritis of the hip joint is extremely rare and not always timely diagnosed. Analysis of specialized foreign literature revealed only single descriptions of clinical cases of combined lesions of the hip joint (avascular necrosis of the femoral head and septic arthritis). However, these studies do not describe the surgical treatment algorithms of patients. While analyzing the sources of domestic literature for the last 10 years, we did not encounter descriptions of such clinical cases.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: A 38-year-old patient was diagnosed with avascular necrosis of the femoral head with concomitant septic arthritis of the hip joint. During the preoperative period, a diagnostic puncture of the hip joint with subsequent cytologic and microbiological examination of synovial fluid was performed. Growth of the *Staphylococcus aureus* strain was observed. Because primary hip arthroplasty was contraindicated and isolated conservative treatment of bacterial arthritis aggravated the course of avascular necrosis, the patient underwent two-stage surgical treatment. The first stage was femoral head resection with installation of a spherical cement spacer impregnated with antibiotics, and the second stage was total hip arthroplasty after the inflammatory process had subsided. The postoperative period of each surgical stage proceeded without complications. It was possible to achieve microorganism eradication; eliminate the chronic inflammatory process, which was confirmed clinically and laboratory; ensure the possibility of total hip arthroplasty; and restore the limb-bearing capacity, extent of motion in the joint, and quality of life of the patient.

CONCLUSION: The clinical observation confirms the need for detailed diagnosis in patients with an atypical course of avascular necrosis of the femoral head and demonstrates a successful treatment option in such cases.

Keywords: avascular necrosis of the femoral head; osteonecrosis; AVN of the hip; septic arthritis; spacer; revision hip replacement; case report.

To cite this article:

Kudashev DS, Svetlova GN, Sefedinova MYu, Zuev-Ratnikov SD, Knyazev AA. Avascular necrosis of the femoral head in combination with septic arthritis of the hip joint. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):91–100. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611077>

ВВЕДЕНИЕ

Аваскулярный остеонекроз головки бедренной кости (АНГБК), или асептический некроз, — тяжёлое поражение, характеризующееся формированием некроза костной ткани, приводящее к развитию вторичного остеоартроза тазобедренного сустава с последующей инвалидизацией пациентов [1, 2]. В подавляющем большинстве случаев данная патология развивается у лиц молодого, трудоспособного возраста (средний возраст — 35–45 лет), что выражено сказывается на их трудоспособности и качестве жизни [3–5]. Этиология АНГБК включает в себя различные общие и местные факторы, среди которых в качестве наиболее значимых выделяют следующие: перенесённая травма (как значительная однократная, так и серия хронических микротравматизаций), хронические интоксикации, врождённые и приобретённые коагулопатии, длительный приём ряда лекарственных препаратов, в том числе глюкокортикостероидов (ГКС) [6]. Следует отметить, что в настоящее время остеонекроз, в том числе с поражением головки бедренной кости, рассматривают как одно из патологических проявлений синдрома «длительного COVID-19» (long COVID-19), наблюдающееся у 5–58% пациентов, перенёвших тяжёлую форму COVID-19 [3].

Характерно, что прогноз прогрессии заболевания ассоциируется с размером патологических изменений: поражения, захватывающие менее 15% головки бедренной кости, могут полностью восстановиться на фоне лечения, а поражения, занимающие более 50% головки бедра, с высокой вероятностью прогрессируют до коллапса и в итоге требуют тотального эндопротезирования сустава. При этом более чем 50% пациентам в первые 3 года после начала заболевания выполняется тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава [7].

Септический артрит в изолированном варианте представляет собой заболевание, характеризующееся непосредственной инвазией синовиальной оболочки микроорганизмами, наиболее часто бактериями [9]. Ведущим этиологическим агентом является *Staphylococcus aureus* (до 80%), при этом в последнее время увеличивается количество штаммов *Staphylococcus aureus*, резистентных к метициллину (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA) [9, 10]. Септический артрит нередко осложняет течение аутоиммунных и системных заболеваний соединительной ткани, наиболее часто ревматоидного артрита, подагрического артрита, а также остеомиелитического процесса и последствий травм крупных суставов. Несвоевременная диагностика бактериального артрита или её отсутствие может привести к выраженным деструктивным изменениям суставных поверхностей с формированием обширных хрящевых и костных дефектов, анкилозу [11, 12].

Крайне редким и не всегда своевременно диагностируемым является сочетанное течение аваскулярного некроза головки бедренной кости и септического артрита

тазобедренного сустава. При анализе зарубежной литературы мы встретили всего несколько описаний клинических случаев комбинированного поражения тазобедренного сустава (АНГБК и септический артрит) у пациентов с иммуносупрессивными или онкологическими заболеваниями [13]. Однако в указанных работах отсутствует описание алгоритмов оперативного лечения пациентов. В систематическом обзоре, посвящённом наблюдению ряда случаев аваскулярного остеонекроза головки бедренной кости у пациентов, перенёвших COVID-19, коллективом авторов проанализировано 104 клинических случая, из которых сопутствующий септический артрит наблюдался лишь в 4,4% [14–16]. При анализе источников отечественной литературы за последние 10 лет мы не встретили описания подобных клинических случаев.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Пациент С., 1985 года рождения, 5 октября 2021 года поступил в COVID-госпиталь Центральной районной больницы по месту жительства с жалобами на лихорадку, кашель с отхождением мокроты, общее недомогание, слабость. При дообследовании диагностирована двусторонняя пневмония. Было начато консервативное лечение согласно актуальным на тот момент временным клиническим рекомендациям, включая системное применение глюкокортикостероидов. Дебют болевого синдрома в области левого бедра пациент отметил спустя 2 недели от старта заболевания. Боль локализовалась в области проксимального отдела левого бедра с иррадиацией в левый коленный сустав, левую голень, носила выраженный и постоянный характер. В последующем болевой синдром привёл к резкому ограничению опороспособности конечности. Пациент проводил самостоятельное лечение нестероидными противовоспалительными средствами (НПВС), анальгетиками; после обращения в лечебное учреждение по месту жительства ему были назначены лечение бетаметазоном 1 мл внутримышечно однократно и курс НПВС внутримышечно № 5. На этом фоне пациент стал отмечать улучшение.

С ноября 2022 года пациента вновь стали беспокоить боли в области левой нижней конечности в покое и при нагрузке. Болевой синдром пациент купировал самостоятельно приёмом НПВС. Амбулаторно была выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) поясничного отдела позвоночника, пациент консультирован нейрохирургом, и ему была назначена терапия дексаметазоном в/в № 7. На фоне лечения стал отмечать улучшение общего самочувствия. Спустя месяц эпизод болевого синдрома повторился вновь и был впервые сопряжён с повышением температуры тела до 38,5 °С. С 28 декабря 2022 г. находился на стационарном лечении в нейрохирургическом отделении, где получал консервативную терапию (ГКС, антибактериальная терапия, НПВС) без выраженного клинического эффекта. Повторно была выполнена МРТ

поясничного отдела позвоночника с захватом тазобедренных суставов, по результатам которой впервые было диагностировано двустороннее поражение головок обеих бедренных костей.

На фоне постоянных эпизодов лихорадки, а также учитывая высокие эпидемиологические риски того периода времени пациенту вновь была проведена компьютерная томография органов грудной клетки и диагностирован рецидив двусторонней пневмонии, с высокой вероятностью вирусного генеза. На фоне отсутствия положительной динамики 19.01.2023 г. пациент был госпитализирован в инфекционное отделение клиник Самарского государственного медицинского университета (СамГМУ). В это время боли в области левого тазобедренного сустава усилились, и пациент для передвижения начал использовать дополнительные средства опоры. Эпизоды повышения температуры тела сохранялись до субфебрильных цифр. При поступлении отмечены изменения в клинико-лабораторных показателях: лейкоциты — $9,7 \times 10^9/\text{л}$, С-реактивный белок (СРБ) — 162,2 мг/л, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) — 33 мм/час.

На фоне эмпирической антибактериальной терапии было отмечено снижение уровня лабораторных показателей маркеров воспаления — СРБ, количества лейкоцитов, уровня прокальцитонина. В процессе лечения пациент был консультирован травматологом-ортопедом, которым был поставлен диагноз — асептический некроз головок бедренных костей: слева — III степени, справа — I степени (по ARCO). Вторичный остеоартроз тазобедренного сустава III степени (Kellgren–Lawrence) (рис. 1).

В связи с невозможностью выполнения тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, обусловленной крайне высоким риском инфекционных осложнений, пациенту была назначена комплексная консервативная терапия.

В марте 2023 года пациент был госпитализирован в хирургическое отделение № 2 клиники пропедевтической хирургии (отделение гнойной хирургии) клиник СамГМУ с подозрением на септический коксит слева, некроз головки левой бедренной кости. При поступлении уровень лейкоцитов составлял $11,3 \times 10^9/\text{л}$, СРБ — 97,3 мг/л, СОЭ — 24 мм/час. Дополнительные инструментальные исследования не выявили септических очагов иной локализации. При повторном проведении МРТ тазобедренных суставов были выявлены следующие изменения: резко выраженный синовит, выраженная гипертрофия суставной капсулы, отёк периартикулярных мягких тканей, не свойственные для типичной картины АНГБК (рис. 2).

С целью оценки клинико-функционального статуса пациента нами были использованы шкалы-опросники: Harris Hip Score (результат пациента — 17 баллов), визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ) (8–9 баллов).

Неоднократно вставал вопрос о проведении резекции головки левой бедренной кости в качестве единственного возможного варианта санации септического очага. Учитывая, что основными предикторами, указывающими на неасептический характер процесса, оставались эпизоды лихорадки, стойкое повышение маркеров воспаления, а также беря во внимание декорреляцию лабораторных показателей, клинических и инструментальных методов исследования, не характерных для аваскулярного остеонекроза,



Рис. 1. Рентгенограмма тазобедренного сустава пациента С., 38 лет, в прямой проекции до операции.

Fig. 1. Preoperative radiograph of the hip joint in direct projection of patient S., 38 years old.

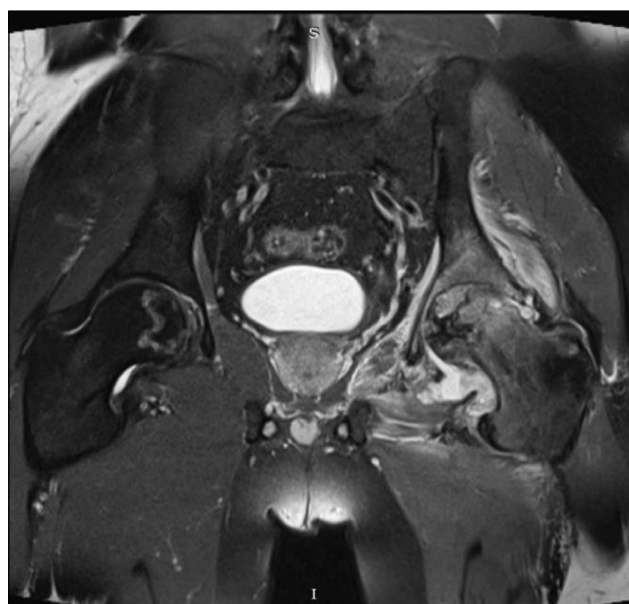


Рис. 2. Предоперационная магнитно-резонансная томограмма тазобедренных суставов пациента С., 38 лет, в коронарной проекции.

Fig. 2. Preoperative MRI of hip joints in coronary projection of patient S., 38 years old.

было принято решение о более детальной диагностике и подтверждении бактериальной природы заболевания. С помощью пункционной аспирации синовиальной жидкости тазобедренного сустава под рентгеноскопическим контролем был произведён забор материала. Макроскопически синовиальная жидкость без взвеси, патологических включений, фибрина, геморрагического компонента. Тест на лейкоцитарную эстеразу положительный. Бактериологическое исследование верифицировало микробную контаминацию *Staphylococcus aureus*. Лабораторные показатели продолжали демонстрировать рост маркеров воспаления: СРБ — 152,1 мг/л, СОЭ — 25 мм/час. Учитывая нестандартность клинической ситуации и отсутствие известных алгоритмов лечения в подобных клинических случаях, было принято решение о проведении пациенту двухэтапного оперативного лечения: первый этап (санирующий/резекционный) — резекция головки бедренной кости с установкой шаровидного цементного спейсера, импрегнированного антибиотиками; второй этап (реконструктивный/пластический), после купирования воспалительного процесса, — тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Первый этап оперативного лечения

Операция выполнена 05.05.2023 г. Произведён доступ к капсуле сустава. При ревизии наблюдается гипертрофия последней, периартикулярных мягких тканей. После капсулотомии в рану выделилось обильное количество мутной синовиальной жидкости с геморрагическим компонентом (более 50 мл). Интраоперационный тест на лейкоцитарную эстеразу положительный. Интраоперационное цитологическое исследование синовиальной жидкости: цитоз — 22 543 с преобладанием нейтрофилов (91,3%). Иссечённые параартикулярные ткани отправлены на гистологическое экспресс-исследование: при подсчёте в пяти полях зрения с увеличением $\times 400$ выявлены полиморфноядерные нейтрофилы с чётко определяемой цитоплазматической границей в количестве значительно более пяти элементов.

Головка и шейка бедра вывихнуты в операционную рану. Суставной хрящ головки бедренной кости практически отсутствует, качество костной ткани головки, шейки и проксимального метаэпифиза бедренной кости резко снижено. При осуществлении вывиха произошёл патологический перелом (продольный раскол) в области шейки бедренной кости. Был произведён остеосинтез металлофиксатором (винтом). Выполнена шаблонная резекция шейки бедра, головка удалена. Произведено освобождение вертлужной впадины от фиброзно изменённых мягких тканей, с помощью риммеров осуществлено удаление патологически изменённого суставного хряща и субхондральной костной ткани вертлужной впадины. Перед установкой спейсера выполнены санация, ультразвуковая кавитация вертлужной впадины, параартикулярных тканей с раствором бетадина (в концентрации 1,3 г/л). К костному цементу Surgical Simplex P (40 г) добавлено

2 г порошка ванкомицина и 2 г порошка цефтриаксона, и смоделирован шаровидный спейсер. В качестве ориентира для формирования спейсера необходимого диаметра мы использовали риммер, которым предварительно определили диаметр вертлужной впадины (в нашем случае диаметр составлял 47 мм). Сформированный спейсер помещён в вертлужную впадину. После вправления проведена ревизия: объём пассивных движений в пределах физиологической нормы, тенденции к миграции спейсера нет. Операция завершена послойным ушиванием раны без оставления дренажей. На контрольной рентгенограмме определяется цементный шаровидный спейсер в вертлужной впадине (рис. 3).

В послеоперационном периоде пациенту назначена парентеральная антибактериальная терапия: ванкомицин 1,0 г в/в 2 раза в день, рифампицин 300,0 мг в/в 2 раза в день. Лабораторный контроль на вторые сутки после оперативного вмешательства: СРБ — 26,7 мг/л, фибриноген — 4,72 г/л, СОЭ — 47 мм/ч. На 11-е сутки после оперативного вмешательства: СРБ — 20,2 мг/л, фибриноген — 4,0 г/л, СОЭ — 25 мм/ч. Рана зажила первичным натяжением, пациент выписан на 16-е сутки после операции.

При выписке пациенту назначена амбулаторная схема пероральной антибактериальной терапии: ципрофлоксацин 750 мг 2 раза в день, рифампицин 450 мг 2 раза в день в течение 6 недель. На амбулаторном этапе пациент стал отмечать снижение болевого синдрома, передвигался с помощью костылей, эпизодов повышения температуры тела не наблюдалось. В динамике — стойкое снижение лабораторных маркеров системного воспаления: через 3 недели после операции СРБ — 15,4 мг/л, фибриноген — 3,53 г/л, СОЭ — 23 мм/ч. Через 6 недель



Рис. 3. Послеоперационная контрольная рентгенограмма пациента С., 38 лет, на 5-е сутки после операции.

Fig. 3. Postoperative control radiograph on the 5th day after the operation of patient S., 38 years old.

после операции СРБ — 13,2 мг/л, фибриноген — 2,8 г/л, СОЭ — 18 мм/ч. Через 9 недель после операции СРБ — 8,0 мг/л, фибриноген — 2,8 г/л, СОЭ — 13 мм/ч. Оценка по шкале Harris Hip Score — 36 баллов, по ВАШ — 4–5 баллов. Оценка указанных клинико-лабораторных данных позволила предположить купирование воспалительного процесса. Для подтверждения этого амбулаторно была выполнена пункция тазобедренного сустава под рентгеноскопическим контролем для лабораторной оценки синовиальной жидкости. Экспресс-тест на лейкоцитарную эстеразу отрицательный, микробиологический анализ синовиальной жидкости — без роста. На контрольной МРТ тазобедренного сустава признаки артрита также отсутствовали (рис. 4).

Учитывая положительную динамику, купирование воспалительного процесса, нормализацию лабораторных показателей, пациенту в плановом порядке проведён второй этап оперативного лечения — тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Второй этап оперативного лечения

Операция выполнена 19.07.2023 г. Проведён доступ к капсуле сустава и проксимальному отделу бедра в проекции послеоперационного рубца с иссечением последнего. Выполнено иссечение рубцовых и фиброзно изменённых параартикулярных мягких тканей. Интраоперационное исследование синовиальной жидкости: тест на лейкоцитарную эстеразу отрицательный. Интраоперационное цитологическое исследование синовиальной жидкости: цитоз — 355 кл/мкл. Гистологическое экспресс-исследование параартикулярных тканей: в пяти полях зрения с наиболее плотным клеточным инфильтратом,

с увеличением $\times 400$ полиморфноядерные нейтрофилы с чётко определяемой цитоплазматической границей не выявлены.

В области проксимального отдела бедренной кости визуализирован металлофиксатор (винт), произведено его удаление. Проксимальный отдел бедра выведен в операционную рану, при ревизии отмечается выраженное снижение костной плотности проксимального отдела бедра. При дальнейшей ревизии визуализирован шаровидный спейсер, произведено его удаление. После щадящего римирирования в правильном анатомическом положении установлен вертлужный компонент эндопротеза press-fit, вкладыш из высокомолекулярного полиэтилена. Ревизия: вертлужный компонент стабилен. Костно-мозговой канал бедра обработан рашпилями, в правильном анатомическом положении установлен бедренный компонент эндопротеза press-fit. После примерки установлена головка эндопротеза тазобедренного сустава. Вправление, ревизия: сустав стабилен. Операция завершена послойным ушиванием раны. Контрольная рентгенография выполнена на 2-е сутки после проведённого оперативного лечения (рис. 5).

После проведённого оперативного лечения в рамках первого этапа достигнута элиминация микробного агента и системного воспалительного ответа с сохранением опороспособности и объёма движения конечности. Это было подтверждено клинически и лабораторно. Необходимыми диагностическими методами исследования в периоперационном периоде являются пункция тазобедренного сустава, контроль лабораторных показателей, оценка общего статуса. Анализ синовиальной жидкости нативного сустава — *St. aureus*, перед вторым этапом ревизионного эндопротезирования — без роста. Цитоз

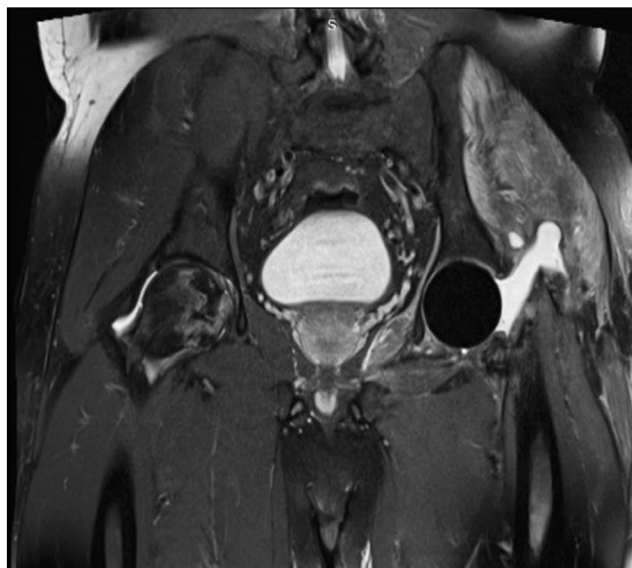


Рис. 4. Послеоперационная магнитно-резонансная томограмма тазобедренных суставов пациента С., 38 лет, в коронарной проекции.

Fig. 4. Postoperative MRI of hip joints in coronary projection of patient S., 38 years old.



Рис. 5. Рентгенография тазобедренного сустава пациента С., 38 лет, на 2-е сутки после проведённого тотального эндопротезирования.

Fig. 5. Radiography of the hip joint on the 2nd day after total endoprosthesis of patient S., 38 years old.

синовиальной жидкости до установки спейсера — 22 543 с преобладанием нейтрофилов (91,3%); во время второго этапа — 355 кл/мкл. Клинико-функциональная оценка проведена по шкале Harris Hip Score: до операции сумма баллов составляла 17, после проведенного первого этапа — 36, через 3 месяца после эндопротезирования — 67. Оценка болевого синдрома оценивалась по визуально-аналоговой шкале: в предоперационном периоде она составила 8–9 баллов, после первого этапа — 4–5 баллов, через 3 месяца после эндопротезирования — 1 балл.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведение двухэтапного оперативного лечения может быть крайне актуальным для пациентов с сочетанным течением аваскулярного некроза головки бедренной кости, осложнённого септическим артритом тазобедренного сустава. Это обусловлено тем, что в данном случае, с одной стороны, проведение первичного эндопротезирования тазобедренного сустава противопоказано, а с другой — изолированное консервативное лечение бактериального артрита усугубляет течение остеонекроза [18]. Несмотря на то, что в настоящее время нет общепринятых критериев диагностики при подозрении на наличие септического артрита, необходимо, на наш взгляд, помимо общеклинических и физикальных исследований в обязательном порядке проводить детальное исследование синовиальной жидкости. Микробиологическое исследование при этом необходимо выполнять при отсутствии фоновой антибактериальной терапии (с её отменой минимум за 14 дней до исследования), на подходящих культуральных средах. Обязательными являются цитологическое исследование и подсчёт количества лейкоцитов в 1 мкл. При бактериальном артрите уровень цитоза с преобладанием нейтрофилов (более 85%) превышает таковой при иных воспалительных процессах. Установлено, что если число лейкоцитов в синовиальной жидкости более 25 000, 50 000, 100 000 мм³, вероятность бактериального артрита возрастает в 2,9, 7,7 и 28 раз соответственно. Кроме этого, одним из обязательных методов диагностики должно являться экстренное интраоперационное гистологическое исследование замороженных образцов параартикулярных тканей. Основываясь на критериях Фельдмана (выявление более 5 нейтрофилов не менее чем в 5 полях зрения при микроскопическом увеличении $\times 400$), можно изменить тактику оперативного лечения в момент проведения ревизионного вмешательства.

Использование шаровидного спейсера, импрегнированного антибиотиками, позволяет ликвидировать септический артрит за счёт элюирования антибиотика в ткани и наибольшей площади контакта с вертлужной впадиной и проксимальным отделом бедра без диссеминации микрофлоры по костно-мозговому каналу бедренной кости; обеспечивает профилактику укорочения конечности и сохранение объёма движений в суставе. Кроме того,

шаровидная форма спейсера максимально конгруэнтна по отношению к вертлужной впадине, что позволяет сохранить анатомию последней для последующей установки вертлужного компонента на втором этапе оперативного лечения. Интраоперационное изготовление шаровидного спейсера с учётом размера головки бедренной кости контралатеральной конечности позволяет сохранить функциональную достаточность сустава. Проведённое двухэтапное ревизионное эндопротезирование позволяет полностью восстановить функцию и опороспособность конечности. Что касается периода нахождения спейсера и сроков выполнения второго этапа хирургического лечения, то здесь в качестве аналогии мы можем ориентироваться исключительно на опыт двухэтапного лечения пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава. Следует, однако, отметить, что и он на сегодняшний день не лишён дискуссионных моментов, к которым, в частности, относится и вопрос критериев возможности конверсии антимикробного спейсера на эндопротез. В этом отношении, с нашей точки зрения, одним из ключевых является положение материалов II Международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции (2018), указывающее, что «оптимальные сроки реимплантации при двухэтапном эндопротезировании тазобедренного или коленного сустава не установлены. Реимплантация должна выполняться, когда лечащий врач полагает, что инфекция купирована» [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный клинический пример демонстрирует, что в ходе диагностического поиска мы столкнулись с верификацией двух патологических состояний, одно из которых, представленное остеонекрозом головки бедра IIIb стадии, сопровождающимся формированием вторичного остеоартроза, является показанием для проведения эндопротезирования сустава, а второе — септический артрит тазобедренного сустава — выступает в качестве абсолютного противопоказания к его выполнению. Представленный нами метод двухэтапного оперативного лечения с использованием на первом этапе шаровидного спейсера, импрегнированного антибиотиками, может быть не лишён дискуссионных моментов, но в данном случае является одним из патогенетически обоснованных вариантов оперативного лечения. Данный клинический случай успешного оперативного лечения показывает, что выбранная тактика вполне оправдана, когда первичное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава противопоказано при наличии сопутствующего септического процесса.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. 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: Д.С. Кудашев — хирургическое лечение пациента, редактирование статьи; Г.Н. Светлова — редактирование статьи; М.Ю. Сефединова — хирургическое лечение пациента, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; С.Д. Зуев-Ратников — хирургическое лечение пациента, сбор и анализ литературных источников; А.А. Князев — курация, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста статьи.

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 пациента на публикацию медицинских данных и фотографий. Пациент добровольно подписал форму информированного согласия на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме (дата подписания: 03.05.2023 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. D.S. Kudashev — surgical treatment of the patient, editing of the article; G.N. Svetlova — editing the article; M.Yu. Sefedinova — surgical treatment of the patient, literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; S.D. Zuev-Ratnikov — surgical treatment of the patient, collection and analysis of literary sources; A.A. Knyazev — curation, literature review, collection and analysis of literary sources, writing 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.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript (date: 03.05.2023).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rackwitz L., Eden L., Reppenhagen S., et al. Stem cell- and growth factor-based regenerative therapies for avascular necrosis of the femoral head // *Stem Cell Res Ther.* 2012. Vol. 3, № 1. P. 7. doi: 10.1186/scrt98
2. Мустафин Р.Н., Хуснутдинова Э.К. Аvascularный некроз головки бедренной кости // *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2017. № 1. С. 27–35. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.1.27-35
3. Торгашин А.Н., Родионова С.С. Остеонекроз у пациентов, перенёвших COVID-19: механизмы развития, диагностика, лечение на ранних стадиях (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России.* 2022. Т. 28, №1. С. 128–137. doi: 10.17816/2311-2905-1707
4. Grieser T. Atraumatische und aseptische Osteonekrose großer Gelenke // *Radiologe.* 2019. Vol. 59, № 7. P. 647–662. doi: 10.1007/s00117-019-0560-3
5. Ardakani M.V., Parviz S., Ghadimi E., et al. Concomitant septic arthritis of the hip joint and femoral head avascular necrosis in patients with recent COVID-19 infection: a cautionary report // *J Orthop Surg Res.* 2022. Vol. 17, № 1. P. 302. doi: 10.1186/s13018-022-03192-4
6. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19' // *BMJ Case Rep.* 2021. Vol. 14, № 7. P. e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101
7. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Шумский А.А., и др. Лечение асептического некроза головки бедренной кости. Клинические рекомендации // *Научно-практическая ревматология.* 2020. Т. 58, № 6. С. 637–645. doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645
8. Ильиных Е.В., Барскова В.Г., Лидов П.И., Насонов Е.Л. Остеонекроз. Часть 1. Факторы риска и патогенез // *Современная ревматология.* 2013. № 1. С. 17–24. doi: 10.14412/1996-7012-2013-2362
9. Белов Б.С., Муравьёва Н.В. Бактериальный (септический) артрит // *Антибиотики и химиотерапия.* 2023. Т. 68, № 3–4. С. 84–91. doi: 10.37489/0235-2990-2023-68-3-4-84-91
10. Башкова И.Б., Мадянов И.В. Злоупотребление алкоголем как недооценённая причина нетравматического остеонекроза головки бедренной кости (описание клинических случаев) // *Actamedica Eurasica [Internet].* 2021. № 4. С. 39–53. Режим доступа: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2021/4/5> Дата обращения: 03.11.2022. doi: 10.47026/2413-4864-2021-4-39-53
11. Habermann E.T., Friedenthal R.B. Septic arthritis associated with avascular necrosis of the femoral head // *Clin Orthop Relat Res.* 1978. № 134. P. 325–31.
12. Zhiping Z., Xiangyu W., Changyao W., et al. Septic Hip Arthritis in Patients with Osteonecrosis of Femoral Head: Two Cases Report and Review of the Literature. 23 November 2020, Preprint (Version 1) available at Research Square. doi: 10.21203/rs.3.rs-112850/v1
13. Tan T.J., Tan S.C. Concomitant early avascular necrosis of the femoral head and acute bacterial arthritis by enteric Gram-negative bacilli in four oncologic patients // *Singapore Med J.* 2013. Vol. 54, № 5. P. e108–12. doi: 10.11622/smedj.2013065
14. Hassan A.A.A., Khalifa A.A. Femoral head avascular necrosis in COVID-19 survivors: a systematic review // *Rheumatol Int.* 2023. Vol. 43, № 9. P. 1583–1595. doi: 10.1007/s00296-023-05373-8
15. Zhang S., Wang C., Shi L., Xue Q. Beware of Steroid-Induced Avascular Necrosis of the Femoral Head in the Treatment of COVID-19 — Experience and Lessons from the SARS Epidemic // *Drug Des Devel Ther.* 2021. Vol. 15. P. 983–995. doi: 10.2147/DDDT.S298691
16. Murab S., Hawk T., Snyder A., et al. Tissue Engineering Strategies for Treating Avascular Necrosis of the Femoral Head // *Bioengineering (Basel).* 2021. Vol. 8, № 12. P. 200. doi: 10.3390/bioengineering8120200
17. Wojturska W., Nowakowski J., Pilch W., Biernikowicz M., Korkosz M. Reactive arthritis after vaccination against SARS-CoV-2: A case series and a mini-review // *Hum Vaccin Immunother.* 2023. Vol. 19, № 1. P. 2173912. doi: 10.1080/21645515.2023.2173912

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

19. Материалы II Международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции / под общ. ред. Р.М. Тихилова, С.А. Божковой, И.И. Шубнякова. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2019. 314 с.

REFERENCES

1. Rackwitz L, Eden L, Reppenhagen S, et al. Stem cell- and growth factor-based regenerative therapies for avascular necrosis of the femoral head. *Stem Cell Res Ther*. 2012;3(1):7. doi: 10.1186/scrt98
2. Mustafin RN, Khusnutdinova EK. Avascular necrosis of the femoral head. *Pacific Medical Journal*. 2017;(1):27–35. doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.1.27-35
3. Torgashin AN, Rodionova SS. Osteonecrosis in Patients Recovering from COVID-19: Mechanisms, Diagnosis, and Treatment at Early-Stage Disease (Review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2022;28(1):128–137. doi: 10.17816/2311-2905-1707
4. Grieser T. Atraumatische und aseptische Osteonekrose großer Gelenke. *Radiologe*. 2019;59(7):647–662. doi: 10.1007/s00117-019-0560-3
5. Ardakani MV, Parviz S, Ghadimi E, et al. Concomitant septic arthritis of the hip joint and femoral head avascular necrosis in patients with recent COVID-19 infection: a cautionary report. *J Orthop Surg Res*. 2022;17(1):302. doi: 10.1186/s13018-022-03192-4
6. Agarwala SR, Vijayvargiya M, Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19'. *BMJ Case Rep*. 2021;14(7):e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101
7. Torgashin AN, Rodionova SS, Shumsky AA, et al. Treatment of aseptic necrosis of the femoral head. Clinical guidelines. *Rheumatology Science and Practice*. 2020;58(6):637–645. doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645
8. Ilyinykh EV, Barskova VG, Lidov PI, Nasonov EL. Osteonecrosis. Part 1. Risk factors and pathogenesis. *Modern rheumatology*. 2013;(1):17–24. doi: 10.14412/1996-7012-2013-2362
9. Belov BS, Muravyeva NV. Bacterial (Septic) Arthritis. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2023;68(3–4):84–91. doi: 10.37489/0235-2990-2023-68-3-4-84-91
10. Bashkova IB, Madyanov IV. Alcohol abuse as an underestimated cause of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head (description of clinical cases). *Actamedica Eurasica* [Internet]. 2021;(4):39–53 [cited 03.11.2022]. Available from: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2021/4/5> doi: 10.47026/2413-4864-2021-4-39-53
11. Habermann ET, Friedenthal RB. Septic arthritis associated with avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res*. 1978;(134):325–31.
12. Zhiping Z, Xiangyu W, Changyao W, et al. Septic Hip Arthritis in Patients with Osteonecrosis of Femoral Head: Two Cases Report and Review of the Literature. 23 November 2020, Preprint (Version 1) available at Research Square. doi: 10.21203/rs.3.rs-112850/v1
13. Tan TJ, Tan SC. Concomitant early avascular necrosis of the femoral head and acute bacterial arthritis by enteric Gram-negative bacilli in four oncologic patients. *Singapore Med J*. 2013;54(5):e108–12. doi: 10.11622/smedj.2013065
14. Hassan AAA, Khalifa AA. Femoral head avascular necrosis in COVID-19 survivors: a systematic review. *Rheumatol Int*. 2023;43(9):1583–1595. doi: 10.1007/s00296-023-05373-8
15. Zhang S, Wang C, Shi L, Xue Q. Beware of Steroid-Induced Avascular Necrosis of the Femoral Head in the Treatment of COVID-19 — Experience and Lessons from the SARS Epidemic. *Drug Des Devel Ther*. 2021;15:983–995. doi: 10.2147/DDDT.S298691
16. Murab S, Hawk T, Snyder A, et al. Tissue Engineering Strategies for Treating Avascular Necrosis of the Femoral Head. *Bioengineering (Basel)*. 2021;8(12):200. doi: 10.3390/bioengineering8120200
17. Wojturska W, Nowakowski J, Pilch W, Biernikowicz M, Korkosz M. Reactive arthritis after vaccination against SARS-CoV-2: A case series and a mini-review. *Hum Vaccin Immunother*. 2023;19(1):2173912. doi: 10.1080/21645515.2023.2173912
18. Panin MA, Zagorodniy NV, Boiko AV, Petrosyan AS. Total hip arthroplasty in the treatment of severe stages of osteonecrosis of the femoral head and osteoarthritis: results and complications. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):345–353. doi: 10.17816/vto109955
19. Tikhilov RM, Bozhkova SA, Shubnyakov II, editors. *Materials of the Second International Conciliation Conference on musculoskeletal infection*. St. Petersburg: RNIITO named after R.R. Vreden, 2019. 314 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

Кудашев Дмитрий Сергеевич, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-8002-7294;
eLibrary SPIN: 4180-6470;
e-mail: d.s.kudashev@samsmu.ru

Светлова Галина Николаевна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-9400-8609;
e-mail: g.n.svetlova@samsmu.ru

AUTHORS' INFO

Dmitry S. Kudashev, MD, Cand. Sci. (Med.), assistant professor;
ORCID: 0000-0001-8002-7294;
eLibrary SPIN: 4180-6470;
e-mail: dmitrykudashev@mail.ru

Galina N. Svetlova, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0001-9400-8609;
e-mail: g.n.svetlova@samsmu.ru

*** Сефединова Мария Юрьевна;**

адрес: Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89;
ORCID: 0000-0003-4059-3325;
eLibrary SPIN: 6243-8250;
e-mail: m.y.sefedinova@samsmu.ru

Зуев-Ратников Сергей Дмитриевич, канд. мед. наук,
доцент;

ORCID: 0000-0001-6471-123X;
eLibrary SPIN: 7415-8060;
e-mail: s.d.zuev-ratnikov@samsmu.ru

Князев Андрей Андреевич;

ORCID: 0009-0009-6131-0399;
eLibrary SPIN: 2499-4504;
e-mail: a.a.knyazev@samsmu.ru

*** Maria Yu. Sefedinova;**

address: 89 Chapaevskaya str., 443099 Samara, Russia;
ORCID: 0000-0003-4059-3325;
eLibrary SPIN: 6243-8250;
e-mail: m.y.sefedinova@samsmu.ru

Sergey D. Zuev-Ratnikov, MD, Cand. Sci. (Med.),
assistant professor;

ORCID: 0000-0001-6471-123X;
eLibrary SPIN: 7415-8060;
e-mail: s.d.zuev-ratnikov@samsmu.ru

Andrey A. Knyazev;

ORCID: 0009-0009-6131-0399;
eLibrary SPIN: 2499-4504;
e-mail: a.a.knyazev@samsmu.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto582010>

Летальность при переломах дистального отдела бедренной кости (обзор литературы)

К.Р. Шерматов¹, М.В. Паршиков², К.М. Меджидов¹¹ Домодедовская больница, Домодедово, Россия;² Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Переломы дистального отдела бедренной кости у пожилых людей могут приводить к обострению хронических заболеваний и летальным исходам, сходным с теми, что наблюдаются при переломах шейки бедренной кости у лиц той же категории. Таким образом, целью нашей работы является определение факторов, влияющих на летальность пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости, на основании анализа зарубежных исследований. Поиск зарубежных литературных источников проводился в базах данных медицинских публикаций PubMed, «КиберЛенинка», Google Scholar, Scopus, Medline, Кокрейновских базах данных среди статей на английском, китайском, итальянском и русском языках, а также с помощью платформы Web of Knowledge. В основном изучению подвергались публикации за последние 10 лет. Анализ литературных данных показал, что переломы дистального отдела бедренной кости сопровождаются высокой смертностью пациентов в первые месяцы и годы после травмы (от 18 до 35%), преимущественно среди пожилых больных без оперативного лечения (90–100%) и при наличии нескольких сопутствующих заболеваний. Раннее хирургическое вмешательство (в первые 48 часов) является эффективным методом лечения, значительно снижающим летальность (в 2,8 раза).

Ключевые слова: перелом дистального отдела бедренной кости; смертность; пожилые люди.

Как цитировать:

Шерматов К.Р., Паршиков М.В., Меджидов К.М. Летальность при переломах дистального отдела бедренной кости (обзор литературы) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 101–108. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto582010>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto582010>

Mortality in fracture of the distal femoral bone (review)

Kymbatbek R. Shermatov¹, Mikhail V. Parshikov², Kamal M. Medjidov¹

¹ Domodedovo Hospital, Domodedovo, Russia;

² Moscow State Medical University named after A.I. Evdokimova, Moscow, Russia

ABSTRACT

Distal femur fractures in the elderly can lead to the exacerbation of chronic diseases and fatal outcomes similar to those observed in femoral neck fractures in the same category of individuals. Thus, this study aimed to determine the factors influencing the mortality of patients with distal femur fractures based on the analysis of foreign studies and results of treated patients. Review of foreign literature was conducted using the databases of medical publications PubMed, CyberLeninka, Google Scholar, Scopus, Medline, and Cochrane among articles in English, Chinese, Italian, and Russian, as well as through the Web of Knowledge. We analyzed publications for the last 10 years. Evaluation of treated patients included patients aged >60 years with distal femoral fractures between 2021 and 2023. Analysis of the literature data showed that distal femur fractures are accompanied by high mortality in patients in the first years after injury (from 18% to 35%), commonly in elderly patients without surgical treatment (90%–100%), and the presence of several concomitant diseases accompanied by contractures of the femur, knee joint, and false joint and displacement or fracture of the metal retainer. Early surgical treatment (first 48 h) is an effective treatment method that significantly reduces mortality after distal femur fracture (by 2.8 times).

Keywords: fracture of the distal femur; mortality; elderly people.

To cite this article:

Shermatov KR, Parshikov MV, Medjidov KM. Mortality in fracture of the distal femoral bone (review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):101–108. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto582010>

Received: 17.09.2023

Accepted: 21.11.2023

Published online: 26.03.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Переломы дистального отдела бедренной кости у пожилых людей могут быть разрушительными травмами, приводящими к обострению хронических заболеваний и летальным исходам, сходным с теми, что наблюдались при переломах шейки бедренной кости у лиц пожилого возраста [1–8].

Актуальность проблемы обусловлена высоким уровнем смертности у пожилых пациентов с переломами бедренной кости. По данным различных авторов, уровень летальности при переломе её дистального отдела достигает от 9 до 35% [1, 5, 7, 8], что намного выше по сравнению со смертностью при переломе проксимального отдела (от 4,1 до 18,7%) [9–11].

Общеизвестно, что статистически значимыми предсказателями смертности являются пожилой возраст, увеличение индекса коморбидности Чарлсона (Charlson Comorbidity Index, CCI) и увеличенный индекс коморбидности Чарлсона с поправкой на возраст (an age-Comorbidity Charlson Index, aaCCI) [7].

Целью нашей работы являлось определение основных факторов, влияющих на летальность пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости, на основании анализа зарубежных исследований.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Проведено изучение литературных источников по базам данных медицинских публикаций PubMed, «КиберЛенинка», Google Scholar, Scopus, Medline, Кокрейновским базам данных среди статей на английском, китайском, итальянском и русском языках, а также с помощью платформы Web of Knowledge. В основном анализу подвергались публикации за последние 10 лет. Изучались возрастные особенности, сроки и выбор оперативного лечения, уровень летальности через 30 дней, 90 дней и 1 год.

ОБСУЖДЕНИЕ

Переломы дистального отдела бедренной кости у пожилых людей приводят к обострению хронических заболеваний и высокому летальному исходу [4–8, 12, 13]. В исследованиях O. Wolf с соавт. доля пациентов с высокой сопутствующей патологией (CCI ≥ 3) была ниже среди больных с дистальными переломами (9%) по сравнению с лицами с диафизарными (16%) или проксимальными переломами (14%) [5]. Однако есть некоторые свидетельства, позволяющие предположить, что пациенты с диафизарными и дистальными переломами бедренной кости имеют такой же риск смертности и развития контрактуры в коленном суставе, как и лица с переломами проксимального отдела [4, 8, 14, 15]. По данным исследования P.N. Streubel с соавт., показатели смертности через 30 дней, 6 месяцев и 1 год после операции составили 2, 13 и 23%

для пациентов с переломами дистального отдела бедра и 0, 14 и 22% для лиц с переломами проксимального отдела бедренной кости соответственно [8]. O. Wolf с соавт. сообщают о 6,3% летальности через 30 дней, 13% — через 90 дней и 21% — через год у пациентов, перенёвших перелом дистального отдела бедренной кости [5]. У мужчин вероятность смерти в течение первого года после перелома дистального отдела бедренной кости может быть в 2,6 раза выше, чем у женщин [4, 13], однако авторы не указывают причин этой разницы.

Общепринятый индекс CCI является утверждённым показателем для оценки возможной смертности и представляет собой взвешенную сумму имеющихся у пациента заболеваний [16, 17]. Согласно этому индексу, наличие в анамнезе инфаркта миокарда, застойной сердечной недостаточности, заболеваний периферических сосудов, деменции, хронических заболеваний лёгких, заболеваний соединительной ткани, язвенной болезни желудка, заболеваний печени лёгкой степени и неосложнённого диабета соответствует одному баллу; два балла определяются при гемиплегии, заболеваниях почек средней и тяжёлой степени, осложнённом диабете, злокачественных новообразованиях, в пределах пяти лет постановки диагноза лейкемии или лимфомы; три балла — при заболеваниях печени средней или тяжёлой степени и шесть баллов — при диагностированном СПИДе (не ВИЧ) и метастатической солидной опухоли. Годовая смертность, по различным показателям, оценивается в 0 баллов (12%), 1–2 балла (26%), 3–4 балла (52%), 5 баллов (85%) [18]. Со временем был добавлен дополнительный показатель — возраст. Изменение данного индекса с поправкой на возраст (aaCCI) добавляет один дополнительный балл за каждое десятилетие после 50 лет [19]. Индекс aaCCI остаётся широко используемым инструментом для оценки состояния здоровья населения в исследованиях по травматологии [17]. Статистически значимыми предсказателями однолетней смертности были пожилой возраст (82 ± 9 против 76 ± 9 , $p < 0,001$), увеличение CCI ($4,5 \pm 2,5$ против $3,3 \pm 2,1$, $p < 0,02$) и увеличенный aaCCI ($7,2 \pm 2,3$ против $5,4 \pm 2,2$, $p < 0,001$) [7]. Myers с соавт. сообщают, что средний балл CCI в течение одного года был значительно ниже у выживших пациентов (1,81) по сравнению с умершими (2,84) [15].

Ещё одним показателем оценки её вероятности является риск анестезии по классификации Американского общества анестезиологов (American Society Anesthesiologists, ASA), широко используемой анестезиологами-реаниматологами. Высокий балл ASA связан с более высокой летальностью как при проксимальных, так и при дистальных переломах бедренной кости [7, 20]. Такие хронические заболевания, как хроническая сердечная недостаточность, нарушение мозгового кровообращения, заболевания печени лёгкой и умеренной степени тяжести, были значимыми предсказателями летальности в течение года у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости, перенёвших хирургическое лечение [7, 8, 21].

В противоположность этому отсутствие ишемической болезни сердца и/или хронической сердечной недостаточности, активного рака и возраст до 80 лет действовали как защитные факторы с точки зрения смертности [3, 5, 7, 17].

По данным исследований T. Jennison с соавт., при сравнении пациентов с переломами проксимального и дистального отделов бедренной кости 30-дневная смертность составила 7,7 и 9,1% соответственно. Значимыми факторами риска 30-дневной смертности при переломе проксимального отдела бедренной кости были увеличение возраста, мужской пол, повышенный уровень ASA, недостаточная активность, проживание в пансионатах или санаториях до травмы и сниженная мобильность, тогда как при переломе дистального отдела единственным значимым фактором риска 30-дневной смертности было увеличение возраста [9]. По данным J.S. Hoellwarth с соавт., средний возраст выживших после перенесённого перелома дистального отдела бедренной кости в течение одного года составил 77 лет, тогда как для умерших пациентов он составлял 85 лет [17]. Аналогичные результаты получали и другие исследователи, сообщая, что годовая смертность у лиц старше 80 лет была значительно выше ($p=0,01$), чем в возрасте 60–69 или 70–79 лет, составляя 33, 11 и 17% соответственно [7, 13]. Если сравнить летальность среди американских граждан того же возраста, не связанную с какой-либо травмой или заболеванием, то она составляет 1–2% для лиц в возрасте 60–69 лет, 2–4% — в возрасте 70–79 лет и 5–13% — в возрасте 80–89 лет [22]. Становится ясно, что пациенты с этой травмой во всех изученных возрастных группах умирают гораздо быстрее, чем можно было бы прогнозировать.

Наличие в анамнезе сопутствующих заболеваний, таких как хроническая сердечная недостаточность и/или ишемическая болезнь сердца, активный рак, когнитивные нарушения, часто встречалось у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости и летальным исходом [3, 5, 7, 8].

R.W. Jordan с соавт. сообщают о 38%-м уровне смертности у данной категории больных за один год, причём 76% из них проходили консервативное лечение [23]. P. Larsen с соавт. получили схожие данные: консервативное лечение в 2,8 раза увеличивало вероятность смерти в течение первого года у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости вне зависимости от характера лечения [4]. Такая высокая смертность, возможно, обусловлена проведением консервативного лечения у большинства пациентов, приводящим к приковыванию пожилого человека к постели, обострению сопутствующих заболеваний, присоединением гипостатических осложнений и когнитивных нарушений. Однако A. Loosen с соавт. считают, что смертность пациентов после операции по поводу перелома дистального отдела бедренной кости тоже достигает значительного процента случаев. По их данным, она составляла за 1 месяц, 3 месяца

и 1 год 12, 29 и 35% соответственно [1]. Общеизвестно, что переломы, затрагивающие дистальный отдел бедренной кости, следует лечить аналогично переломам проксимального отдела бедренной кости в отношении сроков хирургического вмешательства [5, 12, 13, 15, 16, 24]. При этом многие авторы придают большое значение раннему оперативному вмешательству — в первые 48 часов. В поддержку быстрого хирургического лечения дистальных переломов бедренной кости выступает анализ результатов лечения переломов её проксимальных отделов. Оба вида перелома препятствуют мобилизации и могут вызвать значительное кровотечение, что создаёт нагрузку на и без того «хрупкую» группу пациентов. Влияние задержки хирургического вмешательства на летальность при переломах проксимального отдела бедренной кости исследовалось несколько раз [13, 20]. По данным некоторых авторов, задержка хирургического вмешательства увеличивает риск смертности, а также число осложнений и при переломах дистального отдела бедренной кости. Как следствие, в настоящее время в нескольких рекомендациях в качестве наилучшей практики предлагается хирургическое вмешательство в течение первых 36–48 часов [3, 4, 16, 21]. Пациенты, которым операция была проведена в эти сроки, показали лучшие результаты с точки зрения выживаемости, без существенных различий в зависимости от типа перелома, типа имплантата [3, 8, 13–16, 24]. Myers с соавт. описали снижение смертности через 30 дней, 6 месяцев и один год в зависимости от сроков операции — 11,0% смертности при ранней операции (<48 ч) против 25,0% при поздней операции (>48 ч) [15]. Исследования R.W. Jordan с соавт. показали, что больные, которых лечили хирургическим путём, имели лучшие результаты с точки зрения мобильности (неподвижность 21% после безоперационного периода лечения против 5% после хирургического вмешательства) и летальности (47 против 28%) [8, 23]. Однако в зависимости от тяжести сопутствующих заболеваний увеличение времени до операции приводило к увеличению смертности [8, 15, 20, 23]. Другие же авторы сообщают, что мужской пол, увеличение возраста и показателя ASA >2 значительно увеличивали как 30-дневную, так и 90-дневную смертность, но не продемонстрировали какой-либо связи между задержкой хирургического вмешательства и смертностью [6, 17, 20]. Также P.N. Streubel с соавт. сообщают, что за 30-дневный период не было обнаружено различий в плане смертности в зависимости от задержки хирургического вмешательства, в то время как 6-месячная и годовая летальность была выше у лиц с задержкой хирургического вмешательства при сравнении пациентов, перенёвших операцию в течение первых 48 часов, и тех, кто перенёс операцию через более чем 4 дня после поступления: 5 против 35% и 6 против 47% соответственно [8]. L.R. Merino-Rueda с соавт. сообщают, что доля умерших была выше среди тех, кто получал

консервативное лечение (5 пациентов), в отличие от лиц, перенёвших хирургическое вмешательство (54 пациента): 100 против 48,1%, при этом общая смертность за один год составила 23,7% [3], по данным Myers с соавт. — 13,4% [15]. В то же время другие авторы не видят связи увеличения смертности со сроком времени до операции [4, 7, 17, 25]. По данным некоторых исследователей, более высокий уровень квалификации хирурга был связан со снижением смертности при проксимальных, но не при дистальных переломах бедренной кости [20, 26]. Результаты исследований N. Yamamoto с соавт. показали, что раннее хирургическое вмешательство — в течение двух дней после госпитализации — не было связано со снижением 30-дневной смертности, но было значительно связано со снижением послеоперационных осложнений, с лучшими клиническими результатами, снижением продолжительности пребывания в больнице и общих затрат на госпитализацию [25]. P. Larsen с соавт. и J.S. Hoellwarth с соавт. не смогли увидеть значимую связь между задержкой операции и смертью в течение одного года [4, 17]. С. Kammerlander с соавт. сообщают, что раннее лечение остеопороза снижает смертность у пациентов с переломом дистального отдела бедренной кости [6].

Перипротезные переломы дистального отдела бедренной кости составляют приблизительно около 20% от всех встречающихся переломов. По данным исследования В. Hernefalk с соавт., летальность была несколько ниже в группе лиц с перипротезным переломом дистального отдела бедренной кости (19%), чем в группе пациентов с переломом дистального отдела бедренной кости (22%) [21]. Согласно классификации переломов АО/ОТА, наличие или отсутствие эндопротеза коленного сустава не коррелирует со смертностью [7]. Другие же авторы утверждают, что наличие эндопротеза коленного сустава при переломах дистального отдела бедренной кости снижает выживаемость пациентов [8].

В некоторых случаях в пожилом возрасте у пациентов выявляется деформирующий артроз коленного сустава, который беспокоил их ранее. Из-за нередко имеющихся плохих результатов и неудач, возникающих при остеосинтезе периакулярного перелома коленного сустава, больным пожилого возраста с остеопорозом может быть предложено эндопротезирование коленного сустава [27–31]. Некоторые авторы сообщают о хороших клинических и функциональных результатах (90%) при одномоментном эндопротезировании и остеосинтезе. По их мнению, результат обеспечивается ранней активизацией и ранней полной нагрузкой на оперированную конечность. При этом летальность в их наблюдениях сопоставима с таковой в других сообщениях [27–32].

Повышенный индекс массы тела (ИМТ), по данным G.B. Moloney с соавт., не был фактором риска увеличения однолетней смертности [7]. При этом умерших пациентов, не способных ходить, было значительно

больше, чем тех, которые были активными [3]. R. Elsoe с соавт. сообщают, что переломы типа А по классификации АО/ОТА (внесуставные переломы) были наиболее распространёнными из всех переломов (38,6%) [33]. P.N. Streubel с соавт. считают, что пол, привычка курить, ИМТ и характер переломов не влияли на летальность независимо друг от друга. Основными показателями, влияющими на летальность, по данным этих исследователей, были ССІ, ааССІ и срок выполнения хирургического лечения [8].

Внедрение моделей комплексного ухода за пожилыми пациентами с переломами дистального отдела бедренной кости, подобных тем, которые подробно описаны при переломах шейки бедренной кости, может привести к аналогичным улучшенным результатам [34].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, согласно данным зарубежной литературы, наличие сопутствующих заболеваний, пожилой возраст и малоподвижность являются основными факторами риска смертности пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости, тогда как ИМТ, тип перелома по АО/ОТА, наличие или отсутствие эндопротеза коленного сустава не влияют на смертность. Также большинство исследователей считают, что задержка хирургического вмешательства увеличивает риск летального исхода.

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: К.Р. Шерматов, К.М. Меджидов — сбор и анализ данных, написание статьи; М.В. Паршиков — анализ данных и научное редактирование статьи.

Источник финансирования. Не указан.

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

ADDITIONAL INFO

Author's contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. K.R. Shermatov, K.M. Medjidov — writing the manuscript, data collection; M.V. Parshikov — critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approval of the manuscript.

Funding source. Not specified.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Loosen A, Fritz Y, Dietrich M. Surgical Treatment of Distal Femur Fractures in Geriatric Patients // *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*. 2019. Vol. 10. P. 2151459319860723. doi: 10.1177/2151459319860723
2. Holzman M.A., Hanus B.D., Munz J.W., O'Connor D.P., Brinker M.R. Addition of a Medial Locking Plate to an In Situ Lateral Locking Plate Results in Healing of Distal Femoral Nonunions // *Clin Orthop Relat Res*. 2016. Vol. 474, № 6. P. 1498–1505. doi: 10.1007/s11999-016-4709-3
3. Merino-Rueda L.R., Rubio-Sáez I., Mills S., et al. Mortality after distal femur fractures in the elderly // *Injury*. 2021. Vol. 52 (Suppl 4). P. S71–S75. doi: 10.1016/j.injury.2021.03.066
4. Larsen P., Ceccotti A.A., Elsoe R. High mortality following distal femur fractures: a cohort study including three hundred and two distal femur fractures // *Int Orthop*. 2020. Vol. 44, № 1. P. 173–7. doi: 10.1007/s00264-019-04343-9
5. Wolf O., Mukka S., Ekelund J., Möller M., Hailer N.P. How deadly is a fracture distal to the hip in the elderly? An observational cohort study of 11,799 femoral fractures in the Swedish Fracture Register // *Acta Orthop*. 2021. Vol. 92, № 1. P. 40–46. doi: 10.1080/17453674.2020.1831236
6. Kammerlander C., Riedmüller P., Gosch M., Zegg M., Kammerlander-Knauer U., Schmid R., Roth T. Functional outcome and mortality in geriatric distal femoral fractures // *Injury*. 2012. Vol. 43, № 7. P. 1096–1101. doi: 10.1016/j.injury.2012.02.014
7. Moloney G.B., Pan T., Van Eck C.F., Patel D., Tarkin I. Geriatric Distal Femur Fracture: Are We Underestimating the Rate of Local and Systemic Complications? // *Injury*. 2016. Vol. 47, № 8. P. 1732–6. doi: 10.1016/j.injury.2016.05.024
8. Streubel P.N., Ricci W.M., Wong A., Gardner M.J. Mortality After Distal Femur Fractures in Elderly Patients // *Clin Orthop Relat Res*. 2011. Vol. 469. P. 1188–1196. doi: 10.1007/s11999-010-1530-2
9. Jennison T., Divekar M. Geriatric distal femoral fractures: A retrospective study of 30 day mortality // *Injury*. 2018. Vol. 50, № 2. P. 444–447. doi: 10.1016/j.injury.2018.10.035
10. Raichandani K., Agarwal S., Jain H., Bharwani N. Mortality profile after 2 years of hip fractures in elderly patients treated with early surgery // *J Clin Orthop Trauma*. 2021. Vol. 18. P. 1–5. doi: 10.1016/j.jcot.2021.04.009
11. Forni S., Pieralli F., Sergi A., Lorini C., Bonaccorsi G., Vannucci A. Mortality after hip fracture in the elderly: The role of a multidisciplinary approach and time to surgery in a retrospective observational study on 23,973 patients // *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2016. Vol. 66. P. 13–17. doi: 10.1016/j.archger.2016.04.014
12. Anakwe E., Aitken S.A., Khan L.A.K. Osteoporotic periprosthetic fractures of the femur in elderly patients: outcome after fixation with the LISS plate // *Injury*. 2008. Vol. 39, № 10. P. 1191–1197. doi: 10.1016/j.injury.2008.02.003
13. Smith J.R.A., Halliday R., Aquilina A.L., et al.; Collaborative — Orthopaedic Trauma Society (OTS). Distal femoral fractures: The need to review the standard of care // *Injury*. 2015. Vol. 46, № 6. P. 1084–1088. doi: 10.1016/j.injury.2015.02.016
14. Henderson C.E., Kuhl L.L., Fitzpatrick D.C., Marsh J.L. Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? // *J Orthop Trauma*. 2011. Vol. 25(Suppl 1). P. S8–S14. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182070127
15. Myers P., Laboe P., Johnson K.J., et al. Patient mortality in geriatric distal femur fractures // *J Orthop Trauma*. 2018. Vol. 32, № 3. P. 111–15. doi: 10.1097/BOT.0000000000001078
16. Someswar D., Thejaswini K., Pranathi R., Ravikumar K. A study on various approaches of functional outcome of distal femur fractures // *Int. J. Derm. Surg*. 2019. Vol. 5, № 1. P. 11–15. doi: 10.26452/ijds.v5i1.1385
17. Hoellwarth J.S., Fourman M.S., Crossett L., et al. Equivalent mortality and complication rates following periprosthetic distal femur fractures managed with either lateral locked plating or a distal femoral replacement // *Injury*. 2017. Vol. 49, № 2. P. 392–397. doi: 10.1016/j.injury.2017.11.040
18. Charlson M.E., Pompei P., Ales K.L., MacKenzie C.R. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation // *J Chronic Dis*. 1987. Vol. 40, № 5. P. 373–83. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8
19. Charlson M., Szatrowski T.P., Peterson J., Gold J. Validation of a combined comorbidity index // *J Clin Epidemiol*. 1994. Vol. 47, № 11. P. 1245–51. doi: 10.1016/0895-4356(94)90129-5
20. Nyholm A.M., Palm H., Kallemose T., Troelsen A., Gromov K.; DFDB collaborators. No association between surgical delay and mortality following distal femoral fractures: a study from the Danish Fracture Database Collaborators // *Injury*. 2017. Vol. 48, № 12. P. 2833–7. doi: 10.1016/j.injury.2017.10.022
21. Hernefalk B., Brüggemann A., Mohammed J., Mukka S., Wolf O. Lower mortality in distal femoral fractures in the presence of a knee arthroplasty: an observational study on 2,725 fractures from the Swedish Fracture Register // *Acta Orthopaedica*. 2022. Vol. 93. P. 684–688. doi: 10.2340/17453674.2022.4376
22. Arias E. United States Life Tables 2010 // *Natl Vital Stat Rep*. 2014. Vol. 63, № 7. P. 1–63.
23. Jordan R.W., Chahal G.S., Davies M., Srinivas K. A comparison of mortality following distal femoral fractures and hip fractures in an elderly population // *Adv Orthop Surg*. 2014. Vol. 2014. P. 1–4. doi: 10.1155/2014/873785
24. Didel R., Choudhary K. Epidemiology and Treatment of Distal Femoral Fractures in Adults: An Hospital Based Study // *Asian Journal of Medical Research*. 2019. Vol. 8, № 1. P. OR12–OR14. doi: 10.21276/ajmr.2019.8.1.OR5
25. Yamamoto N., Ohbe H., Tomita Y., et al. Associations between Early Surgery and Postoperative Outcomes in Elderly Patients with Distal Femur Fracture: A Retrospective Cohort Study // *J Clin Med*. 2021. Vol. 10, № 24. P. 5800. doi: 10.3390/jcm10245800
26. Nyholm A.M., Gromov K., Palm H., Brix M., Kallemose T., Troelsen A.; Danish Fracture Database C. Time to surgery is associated with thirtyday and ninety-day mortality after proximal femoral fracture: a retrospective observational study on prospectively collected data from the Danish Fracture Database Collaborators // *J Bone Joint Surg Am*. 2015. Vol. 97, № 16. P. 1333–9. doi: 10.2106/JBJS.O.00029
27. Zanchini F., Piscopo A., Cipolloni V., et al. Distal femur complex fractures in elderly patients treated with megaprosthesis: Results in a case series of 11 patients // *World J Orthop*. 2022. Vol. 13, № 5. P. 454–464. doi: 10.5312/wjo.v13.i5.454
28. Hoffmann M.F., Jones C.B., Sietsema D.L., Tornetta P. 3rd, Koenig S.J. Clinical outcomes of locked plating of distal femoral

fractures in a retrospective cohort // *J Orthop Surg Res*. 2013. Vol. 8. P. 43. doi: 10.1186/1749-799X-8-43

29. Boureau F., Benad K., Putman S., Dereudre G., Kern G., Chantelot C. Does primary total knee arthroplasty for acute knee joint fracture maintain autonomy in the elderly? A retrospective study of 21 cases // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015. Vol. 101, № 8. P. 947–51. doi: 10.1016/j.otsr.2015.09.021

30. Chen F., Li R., Lall A., Schwechter E.M. Primary total knee arthroplasty for distal femur fractures: a systematic review of indications, implants, techniques, and results // *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2017. Vol. 46, № 3. P. E163–1.

31. Wui N.B., Anuar M.A., Wahid A.M. Short-term outcome of early primary Total knee Arthroplasty for fractures around the knee in the elderly population: the experience of a secondary healthcare Centre

in Malaysia // *Malaysian J Med Sci*. 2020. Vol. 27, № 4. P. 64–71. doi: 10.21315/mjms2020.27.4.6

32. Choi N.Y., Sohn J.M., Cho S.G., Kim S.C., In Y. Primary total knee arthroplasty for simple distal femoral fractures in elderly patients with knee osteoarthritis // *Knee Surg Related Res*. 2013. Vol. 25, № 3. P. 141–6. doi: 10.5792/ksrr.2013.25.3.141

33. Elsoe R., Ceccotti A.A., Larsen P. Population-based epidemiology and incidence of distal femur fractures // *Int Orthop*. 2018. Vol. 42, № 1. P. 191–6. doi: 10.1007/s00264-017-3665-1

34. Konda S.R., Pean C.A., Goch A.M., Fields A.C., Egol K.A. Comparison of short term outcomes of geriatric distal femur and femoral neck fractures: results from the NSQIP database // *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2015. Vol. 6, № 4. P. 311–15. doi: 10.1177/2151458515608225

REFERENCES

1. Loosen A, Fritz Y, Dietrich M. Surgical Treatment of Distal Femur Fractures in Geriatric Patients. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*. 2019;10:2151459319860723. doi: 10.1177/2151459319860723

2. Holzman MA, Hanus BD, Munz JW, O'Connor DP, Brinker MR. Addition of a Medial Locking Plate to an In Situ Lateral Locking Plate Results in Healing of Distal Femoral Nonunions. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(6):1498–1505. doi: 10.1007/s11999-016-4709-3

3. Merino-Rueda LR, Rubio-Sáez I, Mills S, et al. Mortality after distal femur fractures in the elderly. *Injury*. 2021;52(Suppl 4):S71–S75. doi: 10.1016/j.injury.2021.03.066

4. Larsen P, Ceccotti AA, Elsoe R. High mortality following distal femur fractures: a cohort study including three hundred and two distal femur fractures. *Int Orthop*. 2020;44(1):173–7. doi: 10.1007/s00264-019-04343-9

5. Wolf O, Mukka S, Ekelund J, Möller M, Hailer NP. How deadly is a fracture distal to the hip in the elderly? An observational cohort study of 11,799 femoral fractures in the Swedish Fracture Register. *Acta Orthop*. 2021;92(1):40–46. doi: 10.1080/17453674.2020.1831236

6. Kammerlander C, Riedmüller P, Gosch M, Zegg M, Kammerlander-Knauer U, Schmid R, Roth T. Functional outcome and mortality in geriatric distal femoral fractures. *Injury*. 2012;43(7):1096–1101. doi: 10.1016/j.injury.2012.02.014

7. Moloney GB, Pan T, Van Eck CF, Patel D, Tarkin I. Geriatric Distal Femur Fracture: Are We Underestimating the Rate of Local and Systemic Complications? *Injury*. 2016;47(8):1732–6. doi: 10.1016/j.injury.2016.05.024

8. Streubel PN, Ricci WM, Wong A, Gardner MJ. Mortality After Distal Femur Fractures in Elderly Patients. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:1188–1196. doi: 10.1007/s11999-010-1530-2

9. Jennison T, Divekar M. Geriatric distal femoral fractures: A retrospective study of 30 day mortality. *Injury*. 2018;50(2):444–447. doi: 10.1016/j.injury.2018.10.035

10. Raichandani K, Agarwal S, Jain H, Bharwani N. Mortality profile after 2 years of hip fractures in elderly patients treated with early surgery. *J Clin Orthop Trauma*. 2021;18:1–5. doi: 10.1016/j.jcot.2021.04.009

11. Forni S, Pieralli F, Sergi A, Lorini C, Bonaccorsi G, Vannucci A. Mortality after hip fracture in the elderly: The role of a multidisciplinary approach and time to surgery in a retrospective observational study on 23,973 patients. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2016;66:13–17. doi: 10.1016/j.archger.2016.04.014

12. Anakwe E, Aitken SA, Khan LAK. Osteoporotic periprosthetic fractures of the femur in elderly patients: outcome after fixation with the LISS plate. *Injury*. 2008;39(10):1191–1197. doi: 10.1016/j.injury.2008.02.003

13. Smith JRA, Halliday R, Aquilina AL, et al.; Collaborative — Orthopaedic Trauma Society (OTS). Distal femoral fractures: The need to review the standard of care. *Injury*. 2015;46(6):1084–1088. doi: 10.1016/j.injury.2015.02.016

14. Henderson CE, Kuhl LL, Fitzpatrick DC, Marsh JL. Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? *J Orthop Trauma*. 2011;25(Suppl 1):S8–S14. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182070127

15. Myers P, Laboe P, Johnson KJ, et al. Patient mortality in geriatric distal femur fractures. *J Orthop Trauma*. 2018;32(3):111–15. doi: 10.1097/BOT.0000000000001078

16. Someswar D, Thejaswini K, Pranathi R, Ravikumar K. A study on various approaches of functional outcome of distal femur fractures. *Int. J. Derm. Surg*. 2019;5(1):11–15. doi: 10.26452/ijds.v5i1.1385

17. Hoellwarth JS, Fourman MS, Crossett L, et al. Equivalent mortality and complication rates following periprosthetic distal femur fractures managed with either lateral locked plating or a distal femoral replacement. *Injury*. 2017;49(2):392–397. doi: 10.1016/j.injury.2017.11.040

18. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40(5):373–83. doi: 10.1016/0021-9681(87)90171-8

19. Charlson M, Szatrowski TP, Peterson J, Gold J. Validation of a combined comorbidity index. *J Clin Epidemiol*. 1994;47(11):1245–51. doi: 10.1016/0895-4356(94)90129-5

20. Nyholm AM, Palm H, Kallemose T, Troelsen A, Gromov K; DFDB collaborators. No association between surgical delay and mortality following distal femoral fractures: a study from the Danish Fracture Database Collaborators. *Injury*. 2017;48(12):2833–7. doi: 10.1016/j.injury.2017.10.022

21. Hernefalk B, Brüggemann A, Mohammed J, Mukka S, Wolf O. Lower mortality in distal femoral fractures in the presence of a knee arthroplasty: an observational study on 2,725 fractures from the Swedish Fracture Register. *Acta Orthopaedica*. 2022;93:684–688. doi: 10.2340/17453674.2022.4376

22. Arias E. United States Life Tables 2010. *Natl Vital Stat Rep*. 2014;63(7):1–63.

23. Jordan RW, Chahal GS, Davies M, Srinivas K. A comparison of mortality following distal femoral fractures and hip fractures in an elderly population. *Adv Orthop Surg.* 2014;2014:1–4. doi: 10.1155/2014/873785
24. Didel R, Choudhary K. Epidemiology and Treatment of Distal Femoral Fractures in Adults: An Hospital Based Study. *Asian Journal of Medical Research.* 2019;8(1):OR12–OR14. doi: 10.21276/ajmr.2019.8.1.OR5
25. Yamamoto N, Ohbe H, Tomita Y, et al. Associations between Early Surgery and Postoperative Outcomes in Elderly Patients with Distal Femur Fracture: A Retrospective Cohort Study. *J Clin Med.* 2021;10(24):5800. doi: 10.3390/jcm10245800
26. Nyholm AM, Gromov K, Palm H, Brix M, Kallemose T, Troelsen A; Danish Fracture Database C. Time to surgery is associated with thirtyday and ninety-day mortality after proximal femoral fracture: a retrospective observational study on prospectively collected data from the Danish Fracture Database Collaborators. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(16):1333–9. doi: 10.2106/JBJS.0.00029
27. Zanchini F, Piscopo A, Cipolloni V, et al. Distal femur complex fractures in elderly patients treated with megaprosthesis: Results in a case series of 11 patients. *World J Orthop.* 2022;13(5):454–464. doi: 10.5312/wjo.v13.i5.454
28. Hoffmann MF, Jones CB, Sietsema DL, Tornetta P 3rd, Koenig SJ. Clinical outcomes of locked plating of distal femoral fractures in a retrospective cohort. *J Orthop Surg Res.* 2013;8:43. doi: 10.1186/1749-799X-8-43
29. Boureau F, Benad K, Putman S, Dereudre G, Kern G, Chantelot C. Does primary total knee arthroplasty for acute knee joint fracture maintain autonomy in the elderly? A retrospective study of 21 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101(8):947–51. doi: 10.1016/j.otsr.2015.09.021
30. Chen F, Li R, Lall A, Schwechter EM. Primary total knee arthroplasty for distal femur fractures: a systematic review of indications, implants, techniques, and results. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2017;46(3):E163–1.
31. Wui NB, Anuar MA, Wahid AM. Short-term outcome of early primary Total knee Arthroplasty for fractures around the knee in the elderly population: the experience of a secondary healthcare Centre in Malaysia. *Malaysian J Med Sci.* 2020;27(4):64–71. doi: 10.21315/mjms2020.27.4.6
32. Choi NY, Sohn JM, Cho SG, Kim SC, In Y. Primary total knee arthroplasty for simple distal femoral fractures in elderly patients with knee osteoarthritis. *Knee Surg Related Res.* 2013;25(3):141–6. doi: 10.5792/ksrr.2013.25.3.141
33. Elsoe R, Ceccotti AA, Larsen P. Population-based epidemiology and incidence of distal femur fractures. *Int Orthop.* 2018;42(1):191–6. doi: 10.1007/s00264-017-3665-1
34. Konda SR, Pean CA, Goch AM, Fields AC, Egol KA. Comparison of short term outcomes of geriatric distal femur and femoral neck fractures: results from the NSQIP database. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2015;6(4):311–15. doi: 10.1177/2151458515608225

ОБ АВТОРАХ

* **Шерматов Кымбатбек Рустанбекович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 142005, Московская обл., Домодедово,
ул. Пирогова, 9;
ORCID: 0000-0003-3251-2185;
e-mail: shermatov84@gmail.com

Паршиков Михаил Викторович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-4201-4577;
eLibrary SPIN: 5838-4366;
e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

Меджидов Камал Магомед Алиевич;
ORCID: 0000-0003-3967-3782;
e-mail: Medjidof@mail.ru

AUTHORS' INFO

Kymbatbek R. Shermatov, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 9 Pirogova str., 142005 Domodedovo,
Moscow region, Russia;
ORCID: 0000-0003-3251-2185;
e-mail: shermatov84@gmail.com

Mikhail V. Parshikov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;
ORCID: 0000-0003-4201-4577;
eLibrary SPIN: 5838-4366;
e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

Kamal M. Medjidov;
ORCID: 0000-0003-3967-3782;
e-mail: Medjidof@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611023>

Оценка эффективности локальной криотерапии после эндопротезирования коленного сустава в раннем послеоперационном периоде. Систематический обзор литературы

Д.И. Казанцев¹, А.А. Очкурченко², В.А. Пелеганчук¹, Ю.М. Батрак¹¹ Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, Барнаул, Россия;² Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Представлен обзор литературы, посвящённой клинической эффективности различных методов локальной криотерапии после эндопротезирования коленного сустава в раннем послеоперационном периоде. Поиск литературы проводился по ключевым словам «криотерапия», «эндопротезирование коленного сустава» в базах данных Medline.ru, «КиберЛенинка», E-Library, PubMed, Cochrane. Дата проведения поиска — 01.07.2023 г. В обзор включены исследования, в которых проводилась оценка эффективности криотерапии после эндопротезирования коленного сустава в раннем послеоперационном периоде. Согласно стратегии электронного поиска, найдено 562 реферата, в обзор включено 16 исследований. Хотя пациенты имели схожие характеристики, между исследованиями наблюдалась значительная гетерогенность по способам криотерапии, длительности и кратности холодового воздействия. Вероятно, это послужило причиной противоречивых результатов данного обзора. В настоящий момент трудно сделать однозначный вывод о преимуществах и недостатках использования криотерапии после эндопротезирования коленного сустава. Необходимы высококачественные исследования по оценке эффективности криотерапии.

Ключевые слова: криотерапия; эндопротезирование; коленный сустав.

Как цитировать:

Казанцев Д.И., Очкурченко А.А., Пелеганчук В.А., Батрак Ю.М. Оценка эффективности локальной криотерапии после эндопротезирования коленного сустава в раннем послеоперационном периоде. Систематический обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 109–126. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611023>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611023>

The evaluation of the effectiveness of cryotherapy after a knee replacement in the early postoperative period. Systematic review

Dmitriy I. Kazantsev¹, Aleksandr A. Ochkurenko², Vladimir A. Peleganchuk¹, Yurii M. Batrak¹

¹ Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Endoprosthetics, Barnaul, Russia;

² Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

A literature review of the clinical efficacy of various methods of local cryotherapy after knee endoprosthesis in the early postoperative period is presented. A literature search using the keywords “cryotherapy” and “knee arthroplasty” was conducted in the databases Medline.Ru, CyberLeninka, E-Library, PubMed, and Cochrane. The search date was January 7, 2023. The review included studies that assessed the effectiveness of cryotherapy after knee replacement in the early postoperative period. After electronic search, 562 abstracts were found, and 16 studies were included in the review. Although the patients had similar characteristics, significant heterogeneity was noted in the studies according to cryotherapy modality, duration, and frequency of cold exposure. This may have been the reason for the contradictory results of the review. It is challenging to draw a clear conclusion on the advantages and disadvantages of using cryotherapy after knee replacement. Thus, high-quality studies should examine the effectiveness of cryotherapy.

Keywords: cryotherapy; replacement; knee.

To cite this article:

Kazantsev DI, Ochkurenko AA, Peleganchuk VA, Batrak YuM. The evaluation of the effectiveness of cryotherapy after a knee replacement in the early postoperative period. Systematic review. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):109–126. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto611023>

ВВЕДЕНИЕ

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является эффективным хирургическим лечением поздней стадии артроза коленного сустава [1]. Через 3–6 месяцев после оперативного лечения отмечаются значительное снижение болевого синдрома, увеличение объёма движений, улучшение функции и качества жизни, связанного со здоровьем [2–8]. Исследования с краткосрочным и среднесрочным наблюдением показали отличные результаты с высокой степенью удовлетворённости. Однако ранний послеоперационный период может сопровождаться острой болью [9], локальным отёком и значительной кровопотерей [10, 11] как результатом повреждения мягких тканей в ходе оперативного вмешательства. Ответная воспалительная реакция усиливает отёк, ограничение движений коленного сустава, снижение силы четырёхглавой мышцы и, наконец, приводит к задержке выздоровления и длительному пребыванию в стационаре [12, 13]. Для снижения проявлений воспалительного процесса и облегчения боли часто используют немедикаментозные методы, такие как локальная криотерапия [14, 15]. Она заключается в наружном применении холода (охлаждённый газ, охлаждённые жидкости, лёд) на область хирургического вмешательства с целью минимизации воспаления мягких тканей после эндопротезирования коленного сустава [10, 11]. Холод, проникая в мягкие ткани, снижает внутрисуставную температуру [12], тем самым замедляя проведение нервных импульсов [13], и уменьшает локальный кровоток [14, 15]. Эти изменения, в свою очередь, снижают болевую чувствительность, воспалительную реакцию, уровень кровопотери и местный отёк.

Несмотря на большое количество публикаций, посвящённых криотерапии, существуют противоречивые данные о роли локальной криотерапии в раннем послеоперационном периоде после тотального эндопротезирования коленного сустава. Анализ систематических обзоров показывает, что нет единого мнения об определении наиболее эффективной методики локальной криотерапии после эндопротезирования коленного сустава [16–20]. Остаются актуальными вопросы выбора охлаждающего агента (охлаждённый газ, колотый лёд, гелевые подушки, криотерапевтические устройства), температуры воздействия, частоты применения, длительности экспозиции и продолжительности курса. Этот обзор литературы направлен на дальнейшее изучение клинической эффективности различных методов локальной криотерапии после эндопротезирования коленного сустава в раннем послеоперационном периоде.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Поиск литературы проводился по ключевым словам «криотерапия», «эндопротезирование коленного

сустава» в базах данных Medline.ru, «КиберЛенинка», E-Library. Для баз данных PubMed и Cochrane ключевыми словами были «cryotherapy», «knee arthroplasty». Дата проведения поиска — 01.07.2023 г. Ограничение поиска по языку и времени публикации и фильтр для баз данных Medline.ru, E-Library, «КиберЛенинка» и Cochrane не применялись. При поиске в базе данных PubMed использовался фильтр по типу статей, из поиска были исключены обзоры, систематические обзоры и статьи с метаанализом данных.

Критерием включения были клинические исследования, в которых:

- проводилась оценка эффективности применения локальной криотерапии у пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава;
- сравнивалась эффективность использования любой формы локальной криотерапии в остром послеоперационном периоде (до 48 часов);
- выполнялась оценка эффективности одним и более из интересующих нас показателей.

Критерии не включения:

- применение криотерапии в комбинированном лечении с другими методиками, за исключением компрессии;
- использование криотерапии через 48 и более часов после оперативного вмешательства;
- обзоры литературы, систематические обзоры, метаанализы;
- неполнотекстовые статьи.

Компрессионное воздействие на сустав исключить не представляется возможным, так как в раннем послеоперационном периоде использовался компрессионный трикотаж с целью профилактики тромбозомболических осложнений. К тому же большинство устройств для криотерапии оказывают компрессионное воздействие на сустав.

Из включённых в исследование статей извлекались общая информация, методика применения криотерапии и критерии оценки эффективности. Общая информация включала в себя дизайн исследования, авторов, количество участников исследования и конфликт интересов. Методика применения включала способ криотерапевтического воздействия (с применением пузыря со льдом, гелем или с помощью устройств), время старта криотерапии (непосредственно после операции или отсроченно), а также продолжительность воздействия, частоту применения и длительность курса терапии.

Критериями оценки эффективности были:

- боль (шкалы);
- отёк (окружность сустава вокруг фиксированной точки в миллиметрах);
- объём кровопотери (измерялся в миллилитрах содержимого дренажа/снижение гемоглобина);
- объём движения сустава (в градусах);
- сила мышц (выбранная автором оценка);

- продолжительность стационарного лечения (измерялась в количестве дней, проведённых в стационаре после операции);
- потребность в опиоидах (миллиграмм на килограмм массы тела).

Сила мышц является собирательным понятием, которое складывается из данных альгофункциональных шкал, выбранных автором (KSS, 6MWT, ходьба без посторонней помощи и т.д.).

Согласно стратегии электронного поиска найдено 562 реферата: Medline.ru — 0 исследований, «КиберЛенинка» — 44 исследования, E-Library — 424, PubMed — 29, Cochrane Database — 65. После анализа рефератов 546 исследований были исключены из обзора, так как не отвечали критериям включения и/или соответствовали критериям невключения (рис. 1).

В данный обзор было включено 16 исследований [21–36]. Всего в них было изучено влияние криотерапии на 1300 коленных суставов после эндопротезирования коленного сустава у 1241 пациента (у 59 пациентов выполнено двустороннее ТЭК).

В табл. 1 представлена сводная оценка каждого включённого в обзор исследования. Все исследования были проспективными. В одном из них не была проведена рандомизация [25]. Ослепление для криотерапии затруднено из-за характера вмешательства, но было достигнуто в 3 исследованиях [27, 34, 35]. Стоит отметить, что двое авторов докладывают о существующем конфликте интересов, в трёх исследованиях отмечено финансовое участие коммерческих организаций, в двух работах информация о конфликте интересов и финансировании не предоставлено.

Хотя пациенты имели схожие характеристики, между исследованиями наблюдалась значительная

гетерогенность по способам криотерапии, длительности, кратности холодового воздействия и оценке эффективности. В пяти исследованиях [21, 24, 25, 30, 31] сравниваемые группы различались наличием либо отсутствием воздействия холода на коленный сустав. В четырёх из них использовалось устройство для непрерывной локальной криотерапии, в пятом исследовании применяли колотый лёд. Подробная информация о методиках криотерапии данной группы исследований представлена в табл. 2.

В одиннадцати работах [22, 23, 26–29, 32–36] проводилось сравнение разных способов криотерапии. В восьми из одиннадцати исследований сравнивалась эффективность традиционного способа криотерапии (пакет со льдом/гелем) с эффективностью криотерапевтических устройств с манжетой на сустав [23, 27–29, 32–35]. В двух из одиннадцати исследований сравнивалась эффективность разных температурных режимов [22, 36]. В одном исследовании автор проводил сравнительную оценку эффективности трёх методов криотерапии: пакета с гелем, воздушной криотерапии и устройства для криотерапии с манжетой на сустав [26]. Подробная информация о методике локальной криотерапии представлена в приложении 1.

ОБСУЖДЕНИЕ

В данный систематический обзор включено 16 исследований. Была ожидаема проблема гетерогенности исследований по методике вмешательства (температура, частота и длительность воздействия, продолжительность курса) и критериям оценки. Для оценки эффективности все исследования были разделены на две группы. В первой группе исследований сравнивалась эффективность криотерапии с контрольной группой, где пациентам

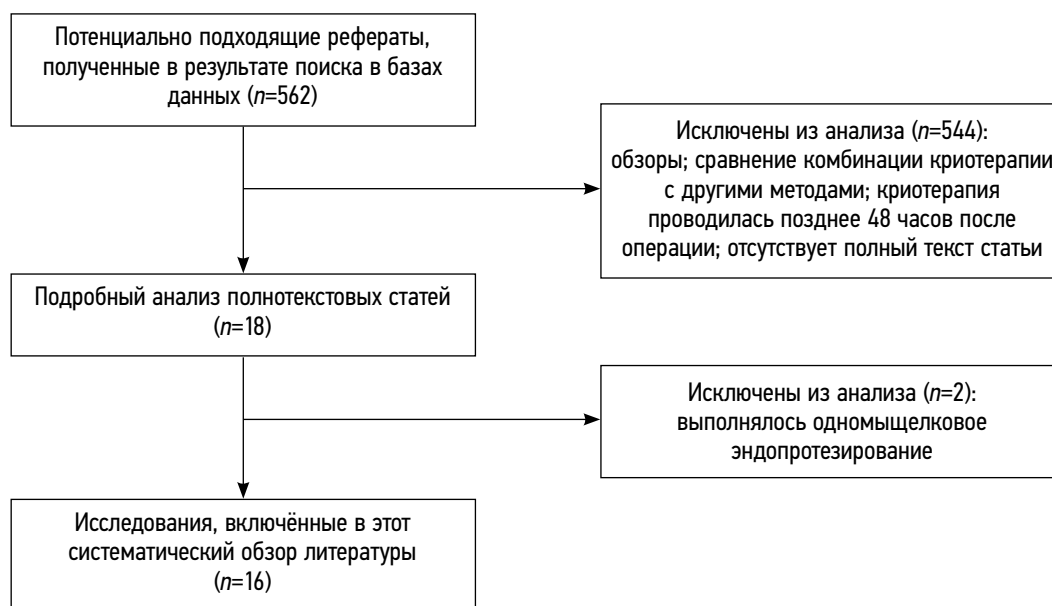


Рис. 1. Схема отбора источников литературы по криотерапии после эндопротезирования коленного сустава.

Fig. 1. A literature source selection scheme for cryotherapy after knee endoprosthesis.

Таблица 1. Общая характеристика включённых в обзор исследований
Table 1. General characteristics of the studies included in the review

Автор	Год публикации	Количество пациентов	Проспективное исследование	Рандомизация	Ослепление	Конфликт интересов
Levy A.	1993	80	Да	Да	Нет	Есть
Ivey M.	1994	88	Да	Да	Нет	Нет информации
Healy W.	1994	76	Да	Да	Нет	Есть
Gibbons C.	2001	60	Да	Да	Нет	Нет информации
Morsi E.	2002	30	Да	Нет	Нет	Нет
Demoulin C.	2012	66	Да	Да	Нет	Нет, но есть финансирование
Su E.	2012	187	Да	Да	Да	Нет
Thienpont E.	2014	100	Да	Да	Нет	Нет
Bech M.	2015	71	Да	Да	Нет	Нет, но есть финансирование
Witting-Wells D.	2015	29	Да	Да	Нет	Нет
Kuyucu E.	2015	60	Да	Да	Нет	Нет
Schinsky M.	2016	97	Да	Да	Нет	Нет
Ruffilli A.	2017	50	Да	Да	Нет	Нет
Sadoghi P.	2018	97	Да	Да	Да	Нет, но есть финансирование
Karaduman Z.	2019	90	Да	Да	Нет	Нет
Thijs E.	2019	60	Да	Да	Да	Нет

Таблица 2. Результаты исследования оценки эффективности криотерапии (контрольная группа — отсутствие холодового воздействия)
Table 2. Results of a study to evaluate the effectiveness of cryotherapy (control group — no cold exposure)

Автор	Год публикации	Количество пациентов	Методика криотерапии					Критерии эффективности							
			День начала лечения	Способ криотерапии	Температура воздействия (°C)	Длительность и кратность применения	Продолжительность курса (дн.)	Длительность наблюдения	Боль	Отек	Объём кровопотери	Объём движений	Сила мышц	Продолжительность стац. лечения	Потребность в опиоидах
Levy A.	1993	80	День операции	Cryo/Cuff, Aircast, USA	Нет информации	Непрерывно, замена воды в системе каждые 90 минут	3	2 недели	$p < 0,01$	—	$p < 0,001$	$p < 0,01$	—	—	$p < 0,05$
Gibbons C.	2001	60	День операции	Cryo/Cuff, Aircast, UK	Нет информации	Не менее 6 часов в день	11–13	Нет информации	$p > 0,05$	—	$p < 0,05$	$p > 0,05$	—	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Morsi E.	2002	30	День операции	Устройство для непрерывной криотерапии	Первые 2 часа — $7 \pm 2^{\circ}$, затем $12 \pm 3^{\circ}$ (температура кожи)	Непрерывно с короткими интервалами на ЛФК	6	6 недель	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	—	—	—
Witting-Wells D.	2015	29	День операции	Пакет со льдом	Нет информации	30 минут 1 раз в день	1	Нет информации	$p > 0,05$	—	—	—	—	—	—
Kuusi E.	2015	60	Перед операцией	Waegener®, Beerse, Belgium	Нет информации	2 часа перед операцией. 2 часа 1 раз в день	4	12 месяцев	$p < 0,05$	—	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	—	—

Примечание. $p < 0,05$ — значимая разница между сравниваемыми группами, $p > 0,05$ — значимой разницы между сравниваемыми группами нет, — не исследовалось.
Note. $p < 0,05$ — significant difference between the compared groups, $p > 0,05$ — no significant difference between the compared groups, — not investigated.

не применялось холодное воздействие. Во второй группе исследований проводилась оценка способов криотерапии.

Эффективность применения криотерапии (контрольная группа — отсутствие холодного воздействия)

В трёх из пяти исследований криотерапия показала эффективность в отношении болевого синдрома [21, 25, 31]. А. Levy отметил снижение потребности в опиоидах в группе криотерапии [21]. В двух работах значимой разницы по болевому синдрому выявлено не было [24, 30]. С. Gibbons не выявил преимуществ криотерапии относительно потребности в опиоидах [24]. Вероятно, это связано с различной температурой охлаждения кожных покровов. Исследователи L. Jutte [37] и R. Bugaj [38] в своих работах сообщили, что температура кожных покровов 13,6° вызывает местную анальгезию, а снижение температуры кожи до 12,5° приводит к десятипроцентному снижению нервной проводимости. В данной группе исследований только Е. Morsi [25] контролировал температуру кожных покровов на протяжении всего испытания. Можно сделать вывод, что гетерогенность результата связана с разным температурным режимом воздействия на сустав.

Оценка объёма кровопотери была проведена в четырёх исследованиях [21, 24, 25, 31]. В трёх из них выявлено значимое преимущество криотерапии [21, 24, 25]. Стоит отметить, что объём кровопотери был значимо меньше в исследованиях, где криотерапия применялась непрерывно либо не менее 6 часов в день. Е. Кууси оказывал воздействие на сустав 2 часа в день, преимуществ криотерапии относительно объёма кровопотери выявлено не было [31]. Вероятно, объём кровопотери был меньше за счёт длительной дополнительной компрессии коленного сустава, которая привела к уменьшению полости сустава. Но данная гипотеза требует дальнейшего исследования.

Объём движений был исследован в четырёх работах [21, 24, 25, 31], эффективность криотерапии доказана в трёх из них [21, 25, 31]. В современной литературе описывается несколько факторов, влияющих на объём движений коленного сустава после эндопротезирования: исходная деформация сустава, выбор имплантата, хирургическая техника, сопутствующая патология, реабилитационный потенциал пациента. J. Lützner [39] в своей работе провёл многофакторный анализ и пришёл к выводу, что дооперационный объём движений коленного сустава был единственным значимым фактором, влияющим на объём движений при последующем наблюдении. В нашем обзоре отмечена корреляция между болевым синдромом и объёмом движений в суставе: чем меньше болевой синдром в группе, тем больше объём движений в суставе, при условии, что между сравниваемыми группами не было статистически значимых различий по альгофункциональным шкалам и объёму движений перед вмешательством [24, 31].

Проводилась оценка влияния криотерапии на отёк коленного сустава, силу мышц и продолжительность стационарного лечения. Е. Morsi в своём исследовании не выявил преимуществ криотерапии для отёка сустава, несмотря на доказанную эффективность в отношении болевого синдрома, объёма кровопотери и объёма движений [25]. Сила мышц имела положительную корреляцию с объёмом движений и отрицательную — с болевым синдромом [31]. С. Gibbons не выявил влияния криотерапии на продолжительность стационарного лечения, а также на болевой синдром, потребность в опиоидах и объём движений [24].

Критерии выписки из стационара включают в себя способность к самообслуживанию [40]. Пациент должен самостоятельно передвигаться, производить смену положения тела, ходить с костылями более 70 метров. Реализация данных критериев возможна в условиях умеренного болевого синдрома, достаточного объёма движений, силы мышц и отсутствия потребности в парентеральных обезболивающих, в том числе опиатах.

Высокая гетерогенность методик локальной криотерапии неизбежно приводит к различным результатам, что не позволяет нам однозначно утверждать о преимуществе одной из них. К такому же заключению пришёл в своей работе Р. Крампе: исследования, включённые в его систематический обзор, имели множество методологических ошибок, и проведённый им метаанализ не смог подтвердить клиническую эффективность локальной криотерапии [18].

Эффективность применения криотерапии (исследуемые группы отличаются способом холодного воздействия)

М. Ivey [22] и Е. Thijs [36] в своих исследованиях оценили эффективность криотерапии в зависимости от температурного режима. М. Ivey сравнивал влияние трёх температурных режимов (10, 16, 21°) на уровень болевого синдрома и потребность в опиоидах [22]. Значимой разницы между сравниваемыми группами ни по одному критерию получено не было. Е. Thijs сравнил эффективность двух температурных режимов (10–12, 21°) в отношении болевого синдрома, отёка сустава и потребности в опиоидах, была получена значимая разница между сравниваемыми группами по болевому синдрому и потребности в опиоидах, но не было отмечено различий в отношении отёка сустава [36]. Из этого исследования можно сделать вывод, что температурный режим влияет на болевой синдром. Отсутствие разницы между сравниваемыми группами в отношении отёчности сустава можно объяснить одинаковым режимом компрессионного воздействия на коленный сустав. Противоположные результаты этих исследований в отношении болевого синдрома и потребности в опиатах, вероятно, связаны с применением разных послеоперационных повязок: М. Ivey применял марлевую повязку для закрытия послеоперационной

раны [22], E. Thijs — адгезивную повязку [36]. T. Ibrahim в своём экспериментальном исследовании доказал влияние толщины послеоперационной повязки на температуру кожных покровов при проведении криотерапии у здоровых пациентов [41]. Адгезивная повязка не оказывает значимого теплоизолирующего действия на кожные покровы в сравнении с группой, где повязка отсутствовала. Температура кожных покровов под объёмными повязками значимо отличалась.

Традиционная криотерапия включает в себя использование пакетов со льдом или гелем. Современная криотерапия представляет собой устройства, способные удерживать заданную температуру длительное время, а также оказывать контролируруемую компрессию на сустав. В семи исследованиях авторы оценивали клиническую эффективность современных устройств в сравнении с традиционными способами криотерапии [23, 27–29, 32–34]. Важно отметить, что все пациенты в той или иной мере получали компрессию прооперированного сустава, так как в большинстве клиник применение компрессионного трикотажа с целью профилактики тромбозов является обязательным.

Возможно, этим фактом объясняется отсутствие значимой разницы в объёме кровопотери и отёке сустава между традиционной и аппаратной криотерапией во всех семи исследованиях. К тому же компрессионный трикотаж создаёт дополнительную теплоизоляцию, что препятствует достижению терапевтически значимой температуры кожных покровов [37, 38]. Это объясняет отсутствие значимых различий в раннем послеоперационном периоде по болевому синдрому и потребности в опиатах в пяти из семи исследований [23, 27–29, 33]. M. Schinsky получил значимое снижение болевого синдрома в группе с традиционной криотерапией через 6 недель после операции. В других исследованиях такого результата не наблюдалось [32]. Вероятно, в этом исследовании имелись дополнительные факторы, влияющие на болевой синдром.

E. Su получил значимое снижение потребности в опиатах в группе с криотерапевтическим устройством [27]. Пакет со льдом накладывался на компрессионно-эластическую повязку, что теоретически могло послужить препятствием для достижения целевой температуры кожных покровов. Криопневматическое устройство накладывалось на сустав без дополнительной компрессионной повязки.

В исследовании P. Sadoghi накладывались одинаковые послеоперационные повязки и компрессионный трикотаж [34], однако длительность холодового воздействия традиционными способами криотерапии была значительно меньше. К тому же в группе с применением устройства для криотерапии холодовое воздействие оказывалось перед оперативным вмешательством. Это могло послужить причиной меньшего уровня болевого синдрома у пациентов с использованием устройства.

Объём движений сустава изучался во всех семи исследованиях, где проводилось сравнение традиционной и аппаратной криотерапии, а сила мышц — в трёх [27–29]. В вышеперечисленных исследованиях отмечается взаимосвязь между болевым синдромом, объёмом движений и силой мышц. Исключение составляет исследование E. Thienpont [28]. В данном исследовании нет предоперационной оценки объёма движений сустава в сравниваемых группах, что гипотетически могло привести к статистической ошибке. Значимой разницы в длительности стационарного лечения в данных исследованиях выявлено не было.

Вышеперечисленные исследования различаются по выбору послеоперационной повязки, эластического трикотажа, продолжительности холодового воздействия, контролю температуры кожных покровов и предоперационной функциональной оценке. В настоящем обзоре мы не нашли данных о явных клинических преимуществах криотерапевтических устройств перед традиционной криотерапией. В этом наш вывод совпадает с A. Thacoog и M. Liu [17, 19], которые в своих работах также отмечают значительную гетерогенность методик локальной криотерапии.

C. Demoulin сравнивал эффективность трёх способов криотерапии: воздушной криотерапии, пакета с гелем и устройства для криотерапии с манжетой [26]. В данном исследовании проводился контроль температуры кожных покровов. Терапевтически значимая температура кожи была достигнута только в группе воздушной криотерапии, но воздействие длилось 90 секунд. Температура кожных покровов достигла 22–24° в группах традиционной криотерапии и с применением устройства, но информация об экспозиции данной температуры отсутствует. В группе с применением геля дополнительно использовалось полотенце, что могло повлиять на результат. Автор использовал сравнение болевого синдрома после операции с предоперационным уровнем боли. В связи с этим $p < 0,05$ в группах воздушной и традиционной криотерапии говорит о значительной разнице болевого синдрома в сторону его увеличения.

Z. Karaduman провёл сравнение трёх групп [35]. В двух группах использовалось устройство для криотерапии: в одной из них криотерапия применялась до и после операции, во второй группе — только после операции. Третья группа пациентов получала традиционную криотерапию. В группах, где применялось устройство для криотерапии, показатели боли, отёка сустава, объёма кровопотери и продолжительности стационарного лечения были значимо лучшими, чем в группе традиционной криотерапии. В группе, где криотерапия применялась перед операцией, показатель боли и объём движений в суставе были значительно лучше, чем во второй и третьей группах. Вероятно, применение криотерапии перед операцией оказывает положительный эффект на болевой синдром и, как следствие, на объём движений в раннем послеоперационном периоде.

В пяти работах учитывался индекс массы тела (ИМТ) пациентов [26, 28, 33, 35, 36]. Сравнимые группы были однородны по ИМТ. Существует гипотеза, что на внутрисуставную температуру во время криотерапии может повлиять толщина мягких тканей. У.Н. Kim в своём исследовании оценивал влияние газовой криотерапии на температуру кожных покровов и внутрисуставную температуру [42]. Значимой корреляции между ИМТ и динамикой изменения температуры кожных покровов или в полости коленного сустава ни во время криотерапии, ни после неё не выявлено. Стоит отметить, что ИМТ может неточно отражать толщину подкожно-жировой клетчатки области коленного сустава. Представляется необходимым измерение толщины подкожно-жировой клетчатки области коленного сустава при определении соотношения динамики охлаждения кожных покровов и полости сустава во время криотерапии.

Во всех 16 исследованиях не было отмечено осложнений, ассоциированных с охлаждением кожных покровов. Встречались тромбозы глубоких вен нижних конечностей, поверхностная и глубокая перипротезные инфекции [21, 24, 35]. Однако значимой разницы в количестве осложнений в сравниваемых группах не было обнаружено ни в одном исследовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контроль болевого синдрома после эндопротезирования коленного сустава по-прежнему является важным аспектом в раннем послеоперационном периоде. Локальная криотерапия как метод немедикаментозного воздействия на болевой синдром становится всё более популярной. Результаты данного обзора по оценке эффективности применения локальной криотерапии достаточно противоречивы. Вероятно, это связано

с гетерогенностью холодового воздействия: способом криотерапии, температурой воздействия, частотой применения, длительностью экспозиции и продолжительностью курса.

В настоящее время трудно сделать однозначный вывод о преимуществах и недостатках использования криотерапии. Необходимы высококачественные исследования по оценке эффективности локальной криотерапии после 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. 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.

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. Felson D.T., Lawrence R.C., Hochberg M.C., et al. Osteoarthritis: new insights. Part 2: treatment approaches // *Ann Intern Med.* 2000. Vol. 133, № 9. P. 726–37. doi: 10.7326/0003-4819-133-9-200011070-00015
2. Naylor J.M., Harmer A.R., Heard R.C., et al. Patterns of recovery following knee and hip replacement in an Australian cohort // *Aust Health Rev.* 2009. Vol. 33, № 1. P. 124–35. doi: 10.1071/ah090124
3. Bourne R.B., McCalden R.W., MacDonald S.J., et al. Influence of patient factors on TKA outcomes at 5 to 11 years followup // *Clin Orthop.* 2007. Vol. 464. P. 27–31. doi: 10.1097/BLO.0b013e318159c5ff
4. Harris W.H., Sledge C.B. Total hip and total knee replacement (2) // *N Engl J Med.* 1990. Vol. 323, № 12. P. 801–7. doi: 10.1056/NEJM199009203231206
5. Hawker G., Wright J., Coyte P., et al. Health-related quality of life after knee replacement // *J Bone Joint Surg Am.* 1998. Vol. 80, № 2. P. 163–73. doi: 10.2106/00004623-199802000-00003
6. Sorrells R.B., Voorhorst P.E., Murphy J.A., et al. Uncemented rotating-platform total knee replacement: a five to twelve-year follow-up study // *J Bone Joint Surg Am.* 2004. Vol. 86, № 10. P. 2156–62.
7. 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 // *J Bone Joint Surg Am.* 2007. Vol. 89, № 4. P. 780–5. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
8. Patel A., Pavlou G., Mújica-Mota R.E., Toms A.D. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the national joint registry dataset // *Bone Joint J.* 2015. Vol. 97-B, № 8. P. 1076–81. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170
9. Jamison R.N., Ross M.J., Hoopman P., et al. Assessment of postoperative pain management: patient satisfaction and perceived helpfulness // *Clin J Pain.* 1997. Vol. 13, № 3. P. 229–36. doi: 10.1097/00002508-199709000-00008
10. Berman A.T., Geissele A.E., Bosacco S.J. Blood loss with total knee arthroplasty // *Clin Orthop.* 1988. № 234. P. 137–8.
11. Sehat K.R., Evans R.L., Newman J.H. Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should

take hidden loss into account // *J Bone Joint Surg Br.* 2004. Vol. 86, № 4. P. 561–5.

12. Matsen 3rd F.A., Questad K., Matsen A.L. The effect of local cooling on postfracture swelling. A controlled study // *Clin Orthop Relat Res.* 1975. № 109. P. 201–6. doi: 10.1097/00003086-197506000-00029

13. Hecht P.J., Bachmann S., Booth Jr R.E., Rothman R.H. Effects of thermal therapy on rehabilitation after total knee arthroplasty. A prospective randomized study // *Clin Orthop Relat Res.* 1983. № 178. P. 198–201.

14. Guillot X., Tordi N., Prati C., et al. Cryotherapy decreases synovial Doppler activity and pain in knee arthritis: A randomized-controlled trial // *Joint Bone Spine.* 2017. Vol. 84, № 4. P. 477–483. doi: 10.1016/j.jbspin.2016.09.004

15. Zhong Y., Zheng C., Du W., et al. Mirabilite with ice pack after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial study // *Evid Based Complement Alternat Med.* 2021. Vol. 2021. P. 6611614. doi: 10.1155/2021/6611614

16. Adie S., Kwan A., Naylor J.M., Harris I.A., Mittal R. Cryotherapy following total knee replacement // *Cochrane Database Syst Rev.* 2012. № 9. P. CD007911. doi: 10.1002/14651858.CD007911

17. Thacoor A., Sandiford N.A. Cryotherapy following total knee arthroplasty: What is the evidence? // *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2019. Vol. 27, № 1. P. 2309499019832752. doi: 10.1177/2309499019832752

18. Krampe P.T., Bendo A.J.P., Barros M.I.G., Bertolini G.R.F., Buzanello Azevedo M.R. Cryotherapy in Knee Arthroplasty: Systematic Review and Meta-Analysis // *Ther Hypothermia Temp Manag.* 2023. Vol. 13, № 2. P. 45–54. doi: 10.1089/ther.2022.0043

19. Liu M.M., Tian M., Luo C., Wang S., Shao L. Continuous cryotherapy vs. traditional cryotherapy after total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Front Surg.* 2023. Vol. 9. P. 1073288. doi: 10.3389/fsurg.2022.1073288

20. Wyatt P.B., Nelson C.T., Cyrus J.W., Goldman A.H., Patel N.K. The Role of Cryotherapy After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review // *J Arthroplasty.* 2023. Vol. 38, № 5. P. 950–956. doi: 10.1016/j.arth.2022.12.004

21. Levy A.S., Marmar E. The role of cold compression dressings in the postoperative treatment of total knee arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res.* 1993. № 297. P. 174–8.

22. Ivey M., Johnston R.V., Uchida T. Cryotherapy for postoperative pain relief following knee arthroplasty // *J Arthroplasty.* 1994. Vol. 9, № 3. P. 285–90. doi: 10.1016/0883-5403(94)90083-3

23. Healy W.L., Seidman J., Pfeifer B.A., Brown D.G. Cold compressive dressing after total knee arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res.* 1994. № 299. P. 143–6.

24. Gibbons C.E., Solan M.C., Ricketts D.M., Patterson M. Cryotherapy compared with Robert Jones bandage after total knee replacement: a prospective randomized trial // *Int Orthop.* 2001. Vol. 25, № 4. P. 250–2. doi: 10.1007/s002640100227

25. Morsi E. Continuous-flow cold therapy after total knee arthroplasty // *J Arthroplasty.* 2002. Vol. 17, № 6. P. 718–22. doi: 10.1054/arth.2002.33562

26. Demoulin C., Brouwers M., Darot S., et al. Comparison of gaseous cryotherapy with more traditional forms of cryotherapy following total knee arthroplasty // *Ann Phys Rehabil Med.* 2012. Vol. 55, № 4. P. 229–40. doi: 10.1016/j.rehab.2012.03.004

27. Su E.P., Perna M., Boettner F., et al. A prospective, multi-center, randomised trial to evaluate the efficacy of a

cryopneumatic device on total knee arthroplasty recovery // *J Bone Joint Surg Br.* 2012. Vol. 94, № 11 Suppl A. P. 153–6. doi: 10.1302/0301-620X.94B11.30832

28. Thienpont E. Does advanced cryotherapy reduce pain and narcotic consumption after knee arthroplasty? // *Clin Orthop Relat Res.* 2014. Vol. 472, № 11. P. 3417–23. doi: 10.1007/s11999-014-3810-8

29. Bech M., Moorhen J., Cho M., et al. Device or ice: the effect of consistent cooling using a device compared with intermittent cooling using an ice bag after total knee arthroplasty // *Physiother Can.* 2015. Vol. 67, № 1. P. 48–55. doi: 10.3138/ptc.2013-78

30. Wittig-Wells D., Johnson I., Samms-McPherson J., et al. Does the use of a brief cryotherapy intervention with analgesic administration improve pain management after total knee arthroplasty? // *Orthop Nurs.* 2015. Vol. 34, № 3. P. 148–53. doi: 10.1097/NOR.0000000000000143

31. Kuyucu E., Bülbül M., Kara A., Koçyiğit F., Erdil M. Is cold therapy really efficient after knee arthroplasty? // *Ann Med Surg (Lond).* 2015. Vol. 4, № 4. P. 475–8. doi: 10.1016/j.amsu.2015.10.019

32. Schinsky M.F., McCune C., Bonomi J. Multifaceted Comparison of Two Cryotherapy Devices Used After Total Knee Arthroplasty: Cryotherapy Device Comparison // *Orthop Nurs.* 2016. Vol. 35, № 5. P. 309–16. doi: 10.1097/NOR.0000000000000276

33. Ruffilli A., Castagnini F., Traina F., et al. Temperature-Controlled Continuous Cold Flow Device after Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial Study // *J Knee Surg.* 2017. Vol. 30, № 7. P. 675–681. doi: 10.1055/s-0036-1593874

34. Sadoghi P., Hasenhütl S., Gruber G., et al. Impact of a new cryotherapy device on early rehabilitation after primary total knee arthroplasty (TKA): a prospective randomised controlled trial // *Int Orthop.* 2018. Vol. 42, № 6. P. 1265–1273. doi: 10.1007/s00264-018-3766-5

35. Karaduman Z.O., Turhal O., Turhan Y., et al. Evaluation of the Clinical Efficacy of Using Thermal Camera for Cryotherapy in Patients with Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study // *Medicina (Kaunas).* 2019. Vol. 55, № 10. P. 661. doi: 10.3390/medicina55100661

36. Thijs E., Schotanus M.G.M., Bemelmans Y.F.L., Kort N.P. Reduced opiate use after total knee arthroplasty using computer-assisted cryotherapy // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019. Vol. 27, № 4. P. 1204–1212. doi: 10.1007/s00167-018-4962-y

37. Jutte L.S., Merrick M.A., Ingersoll C.D., Edwards J.E. The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming // *Arch Phys Med Rehabil.* 2001. Vol. 82, № 6. P. 845–50. doi: 10.1053/apmr.2001.23195

38. Bugaj R. The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin // *Phys Ther.* 1975. Vol. 55, № 1. P. 11–9. doi: 10.1093/ptj/55.1.11

39. Lützner J., Hartmann A., Lützner C., Kirschner S. Is range of motion after cruciate-retaining total knee arthroplasty influenced by prosthesis design? A prospective randomized trial // *J Arthroplasty.* 2014. Vol. 29, № 5. P. 961–5. doi: 10.1016/j.arth.2013.09.046

40. Wainwright T.W., Gill M., McDonald D.A., et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations // *Acta Orthop.* 2020. Vol. 91, № 1. P. 3–19. doi: 10.1080/17453674.2019.1683790

41. Ibrahim T., Ong S.M., Saint Clair Taylor G.J. The effects of different dressings on the skin temperature of the knee during cryotherapy // *Knee*. 2005. Vol. 12, № 1. P. 21–3. doi: 10.1016/j.knee.2004.02.006

42. Kim Y.H., Baek S.S., Choi K.S., Lee S.G., Park S.B. The effect of cold air application on intra-articular and skin temperatures in the knee // *Yonsei Med J*. 2002. Vol. 43, № 5. P. 621–6. doi: 10.3349/ymj.2002.43.5.621

REFERENCES

- Felson DT, Lawrence RC, Hochberg MC, et al. Osteoarthritis: new insights. Part 2: treatment approaches. *Ann Intern Med*. 2000;133(9):726–37. doi: 10.7326/0003-4819-133-9-200011070-00015
- Naylor JM, Harmer AR, Heard RC, et al. Patterns of recovery following knee and hip replacement in an Australian cohort. *Aust Health Rev*. 2009;33(1):124–35. doi: 10.1071/ah090124
- Bourne RB, McCalden RW, MacDonald SJ, et al. Influence of patient factors on TKA outcomes at 5 to 11 years followup. *Clin Orthop*. 2007;464:27–31. doi: 10.1097/BLO.0b013e318159c5ff
- Harris WH, Sledge CB. Total hip and total knee replacement (2). *N Engl J Med*. 1990;323(12):801–7. doi: 10.1056/NEJM199009203231206
- Hawker G, Wright J, Coyte P, et al. Health-related quality of life after knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(2):163–73. doi: 10.2106/00004623-199802000-00003
- Sorrells RB, Voorhorst PE, Murphy JA, et al. Uncemented rotating-platform total knee replacement: a five to twelve-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(10):2156–62.
- 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. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(4):780–5. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
- Patel A, Pavlou G, Mújica-Mota RE, Toms AD. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the national joint registry dataset. *Bone Joint J*. 2015;97-B(8):1076–81. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170
- Jamison RN, Ross MJ, Hoopman P, et al. Assessment of postoperative pain management: patient satisfaction and perceived helpfulness. *Clin J Pain*. 1997;13(3):229–36. doi: 10.1097/00002508-199709000-00008
- Berman AT, Geissele AE, Bosacco SJ. Blood loss with total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 1988;(234):137–8.
- Sehat KR, Evans RL, Newman JH. Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should take hidden loss into account. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(4):561–5.
- Matsen 3rd FA, Questad K, Matsen AL. The effect of local cooling on postfracture swelling. A controlled study. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;(109):201–6. doi: 10.1097/00003086-197506000-00029
- Hecht PJ, Bachmann S, Booth Jr RE, Rothman RH. Effects of thermal therapy on rehabilitation after total knee arthroplasty. A prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(178):198–201.
- Guillot X, Tordi N, Prati C, et al. Cryotherapy decreases synovial Doppler activity and pain in knee arthritis: A randomized-controlled trial. *Joint Bone Spine*. 2017;84(4):477–483. doi: 10.1016/j.jbspin.2016.09.004
- Zhong Y, Zheng C, Du W, et al. Mirabilite with ice pack after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021;2021:6611614. doi: 10.1155/2021/6611614
- Adie S, Kwan A, Naylor JM, Harris IA, Mittal R. Cryotherapy following total knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;(9):CD007911. doi: 10.1002/14651858.CD007911
- Thacoor A, Sandiford NA. Cryotherapy following total knee arthroplasty: What is the evidence? *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2019;27(1):2309499019832752. doi: 10.1177/2309499019832752
- Krampe PT, Bendo AJP, Barros MIG, Bertolini GRF, Buzanello Azevedo MR. Cryotherapy in Knee Arthroplasty: Systematic Review and Meta-Analysis. *Ther Hypothermia Temp Manag*. 2023;13(2):45–54. doi: 10.1089/ther.2022.0043
- Liu MM, Tian M, Luo C, Wang S, Shao L. Continuous cryotherapy vs. traditional cryotherapy after total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Surg*. 2023;9:1073288. doi: 10.3389/fsurg.2022.1073288
- Wyatt PB, Nelson CT, Cyrus JW, Goldman AH, Patel NK. The Role of Cryotherapy After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *J Arthroplasty*. 2023;38(5):950–956. doi: 10.1016/j.arth.2022.12.004
- Levy AS, Marmar E. The role of cold compression dressings in the postoperative treatment of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(297):174–8.
- Ivey M, Johnston RV, Uchida T. Cryotherapy for postoperative pain relief following knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1994;9(3):285–90. doi: 10.1016/0883-5403(94)90083-3
- Healy WL, Seidman J, Pfeifer BA, Brown DG. Cold compressive dressing after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(299):143–6.
- Gibbons CE, Solan MC, Ricketts DM, Patterson M. Cryotherapy compared with Robert Jones bandage after total knee replacement: a prospective randomized trial. *Int Orthop*. 2001;25(4):250–2. doi: 10.1007/s002640100227
- Morsi E. Continuous-flow cold therapy after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2002;17(6):718–22. doi: 10.1054/arth.2002.33562
- Demoulin C, Brouwers M, Darot S, et al. Comparison of gaseous cryotherapy with more traditional forms of cryotherapy following total knee arthroplasty. *Ann Phys Rehabil Med*. 2012;55(4):229–40. doi: 10.1016/j.rehab.2012.03.004
- Su EP, Perna M, Boettner F, et al. A prospective, multi-center, randomised trial to evaluate the efficacy of a cryopneumatic device on total knee arthroplasty recovery. *J Bone Joint Surg Br*. 2012;94(11 Suppl A):153–6. doi: 10.1302/0301-620X.94B11.30832
- Thienpont E. Does advanced cryotherapy reduce pain and narcotic consumption after knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(11):3417–23. doi: 10.1007/s11999-014-3810-8
- Bech M, Moorhen J, Cho M, et al. Device or ice: the effect of consistent cooling using a device compared with intermittent cooling using an ice bag after total knee arthroplasty. *Physiother Can*. 2015;67(1):48–55. doi: 10.3138/ptc.2013-78
- Wittig-Wells D, Johnson I, Samms-McPherson J, et al. Does the use of a brief cryotherapy intervention with analgesic administration improve pain management after total knee arthroplasty? *Orthop Nurs*. 2015;34(3):148–53. doi: 10.1097/NOR.0000000000000143
- Kuyucu E, Bülbül M, Kara A, Koçyiğit F, Erdil M. Is cold therapy really efficient after knee arthroplasty? *Ann Med Surg (Lond)*. 2015;4(4):475–8. doi: 10.1016/j.amsu.2015.10.019

32. Schinsky MF, McCune C, Bonomi J. Multifaceted Comparison of Two Cryotherapy Devices Used After Total Knee Arthroplasty: Cryotherapy Device Comparison. *Orthop Nurs*. 2016;35(5):309–16. doi: 10.1097/NOR.0000000000000276
33. Ruffilli A, Castagnini F, Traina F, et al. Temperature-Controlled Continuous Cold Flow Device after Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial Study. *J Knee Surg*. 2017;30(7):675–681. doi: 10.1055/s-0036-1593874
34. Sadoghi P, Hasenhüttl S, Gruber G, et al. Impact of a new cryotherapy device on early rehabilitation after primary total knee arthroplasty (TKA): a prospective randomised controlled trial. *Int Orthop*. 2018;42(6):1265–1273. doi: 10.1007/s00264-018-3766-5
35. Karaduman ZO, Turhal O, Turhan Y, et al. Evaluation of the Clinical Efficacy of Using Thermal Camera for Cryotherapy in Patients with Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study. *Medicina (Kaunas)*. 2019;55(10):661. doi: 10.3390/medicina55100661
36. Thijs E, Schotanus MGM, Bemelmans YFL, Kort NP. Reduced opiate use after total knee arthroplasty using computer-assisted cryotherapy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27(4):1204–1212. doi: 10.1007/s00167-018-4962-y
37. Jutte LS, Merrick MA, Ingersoll CD, Edwards JE. The relationship between intramuscular temperature, skin

- temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(6):845–50. doi: 10.1053/apmr.2001.23195
38. Bugaj R. The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin. *Phys Ther*. 1975;55(1):11–9. doi: 10.1093/ptj/55.1.11
39. Lützner J, Hartmann A, Lützner C, Kirschner S. Is range of motion after cruciate-retaining total knee arthroplasty influenced by prosthesis design? A prospective randomized trial. *J Arthroplasty*. 2014;29(5):961–5. doi: 10.1016/j.arth.2013.09.046
40. Wainwright TW, Gill M, McDonald DA, et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *Acta Orthop*. 2020;91(1):3–19. doi: 10.1080/17453674.2019.1683790
41. Ibrahim T, Ong SM, Saint Clair Taylor GJ. The effects of different dressings on the skin temperature of the knee during cryotherapy. *Knee*. 2005;12(1):21–3. doi: 10.1016/j.knee.2004.02.006
42. Kim YH, Baek SS, Choi KS, Lee SG, Park SB. The effect of cold air application on intra-articular and skin temperatures in the knee. *Yonsei Med J*. 2002;43(5):621–6. doi: 10.3349/ymj.2002.43.5.621

ОБ АВТОРАХ

* Казанцев Дмитрий Игоревич;

адрес: Россия, 656024, Барнаул, ул. Ляпидевского, д. 1/3;
ORCID: 0000-0002-5498-3861;
e-mail: dmitry.kazantsev@inbox.ru

Очкуренко Александр Алексеевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-1078-9725;
eLibrary SPIN: 8324-2383;
e-mail: cito-omo@mail.ru

Пелеганчук Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-2386-4421;
e-mail: 297501@mail.ru

Батрак Юрий Михайлович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-0489-1480;
e-mail: dr_yu.batrak@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Dmitriy I. Kazantsev;

address: 1/3 Lyapidevskogo str., 656024 Barnaul, Russia;
ORCID: 0000-0002-5498-3861;
e-mail: dmitry.kazantsev@inbox.ru

Aleksandr A. Ochurenko, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;

ORCID: 0000-0002-1078-9725;
eLibrary SPIN: 8324-2383;
e-mail: cito-omo@mail.ru

Vladimir A. Peleganchuk, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;

ORCID: 0000-0002-2386-4421;
e-mail: 297501@mail.ru

Yurii M. Batrak, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0003-0489-1480;
e-mail: dr_yu.batrak@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Приложение 1. Эффективность применения криотерапии (исследуемые группы отличаются способом холодового воздействия)
Suppl 1. Effectiveness of cryotherapy application (study groups differ in the way of cold exposure)

Автор	Год	Количество пациентов	Методика криотерапии					Критерии эффективности											
			День начала лечения	Сравнимые способы криотерапии	Температура воздействия (°C)	Длительность и кратность применения	Продолжительность курса	Длительность наблюдения	Боль	Отек	Объем кровопотери	Объем движений	Сила мышц	Продолжительность стационарного лечения	Потребность в опиоидах				
Healy W.	1994	76	День операции	Cryo/Cuff, Aircast, USA + компрессионный трикотаж	Нет информации	I фаза (4 дня) — замена воды каждые 4 часа, II фаза (7 дней) — замена воды каждые 2 часа	7–14 дней	6 недель	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	—	—	$p > 0,05$				
									Пакет со льдом + эластичный бинт	Нет информации	Нет данных								
Ivey M.	1994	88	День операции	Proaction medical, Texas	10° на устройстве	Непрерывно	3 дня	Нет информации	$p > 0,05$	—	—	—	—	—	$p > 0,05$				
									Proaction medical, Texas	16° на устройстве	Непрерывно	3 дня							
									Proaction medical, Texas	21° на устройстве	Непрерывно	3 дня							
Demoulin C.	2012	66	Первый день после операции	Воздушная криотерапия + компрессионный трикотаж	−78° (температура кожи 14°)	90 секунд 3 раза в день	5–7 дней	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	—	—	—				
																Пакет с гелем (накладывался на полотноце) + компрессионный трикотаж	2 часа заморозки (температура кожи 22–24°)	20 минут 5 раз в день	5–7 дней
																Неизвестно (температура кожи 22–24°)	20 минут 5 раз в день	5–7 дней	$p > 0,05$

Автор	Год	Количество пациентов	Методика криотерапии					Критерии эффективности							
			День начала лечения	Сравнимые способы криотерапии	Температура воздействия (°C)	Длительность и кратность применения	Продолжительность курса	Длительность наблюдения	Боль	Отек	Объем кровопотери	Объем движений	Сила мышц	Продолжительность стац. лечения	Потребность в опиоидах
Su E.	2012	187	День операции	Game Ready	Охлаждение и давление титровалось до уровня комфорта пациента	2 часа охлаждения, перерыв минимум 1 час, 4 цикла в день. После выписки 1 час охлаждения, 30 минут перерыв	14 дней	6 недель	$p > 0,05$	$p > 0,05$	-	$p > 0,05$	$p = 0,13$	-	$p < 0,05$
						2 часа охлаждения, перерыв минимум 1 час, 4 цикла в день. После выписки 1 час охлаждения, 30 минут перерыв	14 дней								
Thienpont E.	2014	100	День операции	Пакет со льдом + повязка Роберта-Джонса первые 12 часов	11 (6–15)° на устройстве	Однократно в течение 4 часов после операции. Со следующего дня — по 2 часа 2 раза в день. Разрешалось дополнительно применять холод ночью, 47 из 50 пациентов использовали устройство дополнительно на протяжении всей ночи	Весь период госпитализации (количество дней не указывается)	6 недель — оценка эффективности. 3 месяца — оценка желательных событий	$p > 0,05$	-	$p > 0,05$	$p < 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
						2 раза по 15 минут после операции. Со следующего дня — 2 раза в день по 15 минут. Разрешалось дополнительно применять холод ночью, информация о количестве таких пациентов нет	Весь период госпитализации (количество дней не указывается)								

Автор	Год	Количество пациентов	Методика криотерапии					Критерии эффективности							
			День начала лечения	Сравнимые способы криотерапии	Температура воздействия (°C)	Длительность и кратность применения	Продолжительность курса	Длительность наблюдения	Боль	Отек	Объём кровопотери	Объём движений	Сила мышц	Продолжительность стац. лечения	Потребность в опиоидах
Ruffilli A.	2017	50	День операции	Hilotherm GmbH, Germany + эластично-компрессионная повязка первые сутки	12° на устройстве	Непрерывно	7 дней (выписка)	1 неделя	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	—	—	$p > 0,05$
Sadoghi P.	2018	97	Перед операцией	Waegener® , Beerse, Belgium + компрессионный трикотаж	Нет информации	1 час перед операцией. 6 часов после операции. Со следующего дня — по 2 часа 2 раза в день	6 дней	6 дней	$p < 0,05$	$p > 0,05$	—	$p < 0,05$	—	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Sadoghi P.	2018	97	День операции	Пакет со льдом + компрессионный трикотаж	Нет информации	20 минут 3 раза в день	6 дней	6 дней							

Автор	Год	Количество пациентов	Методика криотерапии					Критерии эффективности						
			День начала лечения	Сравнимые способы криотерапии	Температура воздействия (°C)	Длительность и кратность применения	Продолжительность курса	Длительность наблюдения	Боль	Отек	Объем кровопотери	Объем движений	Сила мышц	Продолжительность стац. лечения
Karaduman Z.	2019	90	Перед операцией	Waegener®, Beergse, Belgium + компрессионный трикотаж	11 (8–12)° на устройстве	4 часа перед операцией. 6 часов после операции. Первый послеоперационный день с интервалом 2 часа. Второй, третий день охлаждали каждые 6 часов по 2 часа	3 дня	12–24 месяца	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	-
			День операции	Пакет с гелем + компрессионный трикотаж	Нет информации	Каждые 2 часа по 20 минут	3 дня							

Автор	Год	Количество пациентов	Методика криотерапии					Критерии эффективности						
			День начала лечения	Сравнимые способы криотерапии	Температура воздействия (°C)	Длительность и кратность применения	Продолжительность курса	Длительность наблюдения	Боль	Отек	Объём кровопотери	Объём движений	Сила мышц	Продолжительность стац. лечения
Thijs E.	2019	60	День операции	Zamar Therapy Cube, Vrsar, Croatia + компрессионный трикотаж	10–12° на устройстве	После операции — 6 часов, затем в первую ночь 4 часа. В первый день после операции — 2 раза в день по 2 часа, плюс ночью 4 часа. Во второй и последующие дни после операции — 2 раза в день по 2 часа, разрешалось дополнительно применять устройство ночью	7 дней	6 недель	$p < 0,05$	$p > 0,05$	—	—	—	$p < 0,05$

Примечание. $p < 0,05$ — значимая разница между сравниваемыми группами, $p > 0,05$ — значимой разницы между сравниваемыми группами нет, — не исследовалось. Статистически значимое отличие зарегистрировано через 6 недель, в группе с применением геля болевой синдром меньше.

Note. $p < 0,05$ — significant difference between the compared groups, $p > 0,05$ — no significant difference between the compared groups, — not investigated. Statistically significant difference was registered after 6 weeks, the pain syndrome is less in the group with gel application.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto627302>

Приоровские чтения — 2023

АННОТАЦИЯ

15 и 16 декабря 2023 года в отеле «Рэдиссон Славянская» в г. Москве в торжественной обстановке проходила X Всероссийская научно-практическая конференция «Приоровские чтения», посвящённая 100-летию со дня рождения академика Мстислава Васильевича Волкова. В сообщении приведён краткий обзор мероприятия.

Ключевые слова: Приоровские чтения; травматология; ортопедия; 2023.

Как цитировать:

Приоровские чтения — 2023 // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 127–131.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto627302>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto627302>

Priorovsky Readings — 2023

ABSTRACT

On December 15 and 16, 2023, the X All-Russian Scientific and Practical Conference “Priorovsky Readings” dedicated to the 100th anniversary of the birth of Academician Mstislav Vasilievich Volkov was held in a solemn atmosphere at the Radisson Slavyanskaya Hotel in Moscow. The report gives a brief overview of the event.

Keywords: Priorovsky Readings; traumatology; orthopedics; 2023.

To cite this article:

Priorovsky Readings — 2023. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):127–131. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto627302>

Received: 21.02.2024

Accepted: 21.02.2024

Published online: 11.03.2024

15 и 16 декабря 2023 года в отеле «Рэдиссон Славянская» в г. Москве в торжественной обстановке проходила X Всероссийская научно-практическая конференция «Приоровские чтения», посвящённая 100-летию со дня рождения академика Мстислава Васильевича Волкова.

Конференцию открыл директор Национального медицинского исследовательского центра (НМИЦ) травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова (ЦИТО) Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор Российской академии наук (РАН) Антон Герасимович Назаренко. Он поздравил участников конференции с началом работы, подчеркнул важность ежегодных встреч для развития российской травматологии и ортопедии.

От имени Министерства здравоохранения РФ с приветственной речью выступил заместитель директора Департамента организации медицинской помощи и санаторно-курортного дела Минздрава России Дмитрий Юрьевич Батурин. «Уверен, что сегодняшнее мероприятие позволит участникам повысить свой профессиональный уровень, расширить кругозор, творческий потенциал молодых учёных и практиков!» — сказал Дмитрий Юрьевич.

С приветствием к гостям обратился председатель Самарской губернской думы, президент Ассоциации травматологов-ортопедов России (АТОР), президент и почётный ректор Самарского государственного медицинского университета (СамГМУ), академик РАН Геннадий Петрович Котельников.

Валерий Васильевич Береговых, заместитель академика-секретаря отделения медицинских наук, академик РАН, в своей речи приветствовал участников конференции, призвал и в дальнейшем укреплять взаимосвязи клинической и фундаментальной науки, подчеркнул важность развития научных основ травматологии и ортопедии.

Профессор Галина Евгеньевна Иванова, председатель «Союза реабилитологов России», главный специалист по медицинской реабилитации Минздрава РФ, заведующая отделом медико-социальной реабилитации инсульта Научно-исследовательского института (НИИ) цереброваскулярной патологии и инсульта, заведующая кафедрой медицинской реабилитации факультета дополнительного профессионального образования Федерального государственного высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», призвала к тесному сотрудничеству травматологов-ортопедов и реабилитологов, что поможет существенно улучшить результаты лечения травм и ортопедических заболеваний.

С тёплыми напутственными и приветственными словами к участникам «Приоровских чтений» обратились президент Федерального государственного бюджетного учреждения (ФГБУ) «НМИЦ детской травматологии и ортопедии

им. Г.И. Турнера» Минздрава России, вице-президент АТОР, академик РАН Алексей Георгиевич Баиндурашвили и президент Восточно-Европейской группы по изучению сарком EESG, академик РАН Мамед Джавадович Алиев. От имени коллег из Санкт-Петербурга приветствовал открытие «Приоровских чтений» и пожелал успешной работы директор ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, вице-президент АТОР, член-корреспондент РАН Рашид Муртузалиевич Тихилов.

С онлайн-приветствиями и пожеланиями успешной работы выступили Леонид Михайлович Рошаль, президент НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, Герой Труда России, президент «Национальной медицинской палаты»; Александр Григорьевич Румянцев, президент НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачёва, академик РАН; Андрей Дмитриевич Каприн, директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, главный внештатный онколог Минздрава России, академик РАН; Александр Михайлович Лиля, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», главный внештатный специалист-ревматолог Минздрава России, член-корреспондент РАН.

От имени белорусских коллег, травматологов-ортопедов, приветствовал участников и выразил уверенность в успешной работе конференции Михаил Александрович Герасименко, директор Республиканского научно-практического центра травматологии и ортопедии, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Белорусского государственного медицинского университета.

Особыми гостями конференции стали дочь и внучка академика М.С. Волкова, которые поделились воспоминаниями о Мстиславе Васильевиче и произнесли слова благодарности организаторам мероприятия.

В X Всероссийской научно-практической конференции «Приоровские чтения» приняли участие делегации специалистов из стран СНГ, Италии и Мексики. Очно на конференции присутствовали 700 участников, дистанционно подключились более 400 специалистов. Научная программа состояла из 21 секции, проходила в 4 залах и включала обсуждения докладов по ключевым направлениям — артроскопия, эндопротезирование, патология костной системы, хирургия позвоночника, боевая травма; одной из главных тем конференции стало обсуждение улучшения ортопедической помощи детям. Суммарно 136 очных спикеров и 15 подключённых онлайн прочитали порядка 200 уникальных докладов. На выставке оборудования 30 партнёров продемонстрировали инновационные технологии.

В рамках «Приоровских чтений» прошли совещание на тему подготовки кадров в травматологии и ортопедии, сателлитный симпозиум по применению

современных материалов и методик для улучшения клинических результатов, а также круглый стол на тему нормативно-правового регулирования тканевых банков. Отдельная секция была выделена для конференции молодых учёных.

На совещании по образованию в травматологии и ортопедии модераторами являлись председатель Самарской губернской думы, президент АТОР, президент и почётный ректор СамГМУ, академик РАН Геннадий Петрович Котельников; главный травматолог-ортопед г. Москвы, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и чрезвычайных ситуаций Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова профессор Вадим Эрикович Дубров; профессор кафедры травматологии и ортопедии НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова Минздрава России Александр Алексеевич Очкуренко.

Открывая обсуждение, Г.П. Котельников обратил особое внимание на важность подготовки клинических и научно-педагогических кадров в области травматологии и ортопедии для дальнейшего развития специальности и совершенствования медицинской помощи населению. В выступлении кандидата медицинских наук Д.С. Ершова, сотрудника кафедры, и профессора К.А. Егизаряна, заведующего кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, детально была представлена современная система обучения студентов по травматологии и ортопедии в медицинском вузе. Главный врач ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Смоленск) А.В. Овсянкин рассказал об опыте обучения врачей травматологов-ортопедов и подготовки кадров высокой квалификации. Профессора Е.А. Литвина и В.Э. Дубров выступили с докладом о школе молодого травматолога как форме постдипломного образования. Предложено распространять этот опыт в стране для качественной подготовки специалистов. Профессор Александр Алексеевич Очкуренко рассказал о постдипломном образовании в НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, подготовке в ординатуре, путях достижения качественных показателей в образовании будущего специалиста. Особый интерес вызвал опыт ЦИТО по созданию специализированной образовательной лаборатории оперативной хирургии и топографической анатомии. В заключение проведена дискуссия о возможности увеличения сроков обучения в ординатуре по травматологии и ортопедии.

Большое внимание привлек круглый стол «Состояние травматолого-ортопедической службы в странах Содружества независимых государств. Современные мировые тенденции, опыт зарубежных стран. Перспективы развития травматологии и ортопедии. Актуальные проблемы образовательной деятельности» под председательством

член-корреспондента РАН, профессора Н.В. Загороднего. С приветствием к участникам обратился по телесвязи Бадма Николаевич Башанкаев, заместитель руководителя комитета Государственной думы РФ по охране здоровья. В своём выступлении ректор Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, депутат Государственной думы РФ Александр Георгиевич Мажуга выделил важные направления деятельности — совершенствование стандартов образования, внедрение искусственного интеллекта, развитие научных коммуникаций на русскоязычном пространстве СНГ, издание профессиональных журналов. Директор ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, профессор РАН, вице-президент АТОР, главный внештатный специалист травматолог-ортопед Минздрава России Антон Герасимович Назаренко выступил с серьёзным многоплановым докладом «Перспективы развития травматологии и ортопедии». Особое внимание в нём было уделено как современным клиническим разработкам в области вертебрологии, эндопротезирования, новых материалов, так и научным перспективам, развитию стыковых направлений, включая регенеративную медицину, аддитивные и информационные технологии, искусственный интеллект.

Большое внимание привлекли доклады участников из стран СНГ — заместителя директора по научной работе Республиканского научно-практического центра травматологии и ортопедии Республики Беларусь В.С. Аносова «Травматолого-ортопедическая служба Республики Беларусь. Современное состояние, перспективы развития», а также главного травматолога Министерства здравоохранения и социальной защиты населения Республики Татарстан, доктора медицинских наук, профессора кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Государственного образовательного учреждения «Таджикский государственный медицинский университет им. Абу али ибн Сина», председателя общества травматологов и ортопедов Республики Таджикистан С.Х. Курбонова, директора Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра травматологии и ортопедии Минздрава Республики Узбекистан, доктора медицинских наук М.Э. Ирисметова, министра здравоохранения Республики Каракалпакстан М.И. Курбанова, заведующего кафедрой травматологии и ортопедии Национального института здравоохранения республики Армения Н.Г. Захаряна. Была представлена подробная информация о состоянии травматолого-ортопедической помощи в Республике Беларусь, Республике Таджикистан, Республике Узбекистан, Республике Каракалпакстан, Республике Армения.

Особой частью мероприятия стало вручение премии Ассоциации травматологов-ортопедов России «Сила движения». Торжественную церемонию вручения премии вёл известный журналист «НТВ» Марат Сетдинов. Присутствовали

крупнейшие травматологи-ортопеды и нейрохирурги России. Победителями в номинациях стали:

- «лучшая операция, обеспечившая (восстановившая) подвижность больного» — профессор Д.А. Пташников;
- «новая разработка, новый метод лечения в травматологии-ортопедии» — директор Новосибирского НИИ травматологии и ортопедии профессор А.А. Корыткин;
- «вклад в российскую травматологию и ортопедию представителя организаторов здравоохранения или немедицинских специальностей» — компания «Остеомед»;

- «ветеран отечественной травматологии и ортопедии» — профессор А.Ф. Лазарев;
- «за лучшую научную работу молодого (до 35 лет) травматолога-ортопеда» — Г.А. Куковенко;
- «за оказание травматолого-ортопедической помощи в чрезвычайных ситуациях» — группа врачей из Луганска во главе с Д.Ю. Котуха, а также И.С. Базаров из Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова;
- «за вклад в развитие вертебологии в России» — профессор М.В. Михайловский.

Редколлегия журнала «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626761>

Поздравляем академика РАН Г.П. Котельникова с 75-летием!

АННОТАЦИЯ

Краткая биографическая справка и научные достижения Геннадия Петровича Котельникова, поздравление с 75-летним юбилеем.

Ключевые слова: Котельников Геннадий Петрович; юбилей; травматология и ортопедия.

Как цитировать:

Поздравляем академика РАН Г.П. Котельникова с 75-летием! // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 133–136.

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626761>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626761>

Congratulations to Academician of the Russian Academy of Sciences Gennadiy P. Kotelnikov on his 75th anniversary!

ABSTRACT

Brief biographical information and scientific achievements of Gennadiy P. Kotelnikov, congratulations on the 75th anniversary.

Keywords: Gennadiy P. Kotelnikov; anniversary; traumatology and orthopedics.

To cite this article:

Congratulations to Academician of the Russian Academy of Sciences Gennadiy P. Kotelnikov on his 75th anniversary! *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):133–136. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626761>

Received: 11.02.2024

Accepted: 11.02.2024

Published online: 16.02.2024



Статья посвящена юбилею доктора медицинских наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации (РФ), лауреата Государственной премии РФ и трижды лауреата премии Правительства РФ, академика Российской академии наук (РАН) Геннадия Петровича Котельникова. 11 января 2024 года выдающемуся отечественному травматологу-ортопеду, академику РАН Геннадию Петровичу Котельникову исполнилось 75 лет.

Геннадий Петрович родился 11 января 1949 года в селе Лещиново Пензенской области. В 1966 году окончил с отличием среднюю школу и в 1972 году — Куйбышевский медицинский институт имени Д.И. Ульянова (впоследствии — Самарский государственный медицинский университет, СамГМУ). С тех пор вся учебная и трудовая деятельность Геннадия Петровича неразрывно связана с медицинским университетом — от студента и ординатора до ректора и президента вуза. В период обучения Г.П. Котельников избирался председателем студенческого профкома и секретарём комитета ВЛКСМ института. Работая ассистентом, одновременно заведовал поликлиническим блоком кафедры травматологии и ортопедии, возглавлял деканат лечебного факультета. В 1984 году был избран секретарём парткома института и работал на этой должности до 1989 года. В 1989 году был назначен на должность проректора по учебной и воспитательной работе.

Будучи учеником и последователем академика РАН А.Ф. Краснова, в стенах родного вуза он защитил кандидатскую, а затем и докторскую диссертацию, посвящённые лечению пациентов с посттравматическими деформациями нижних конечностей и патологиями крупных суставов. Эти научные направления заложили основу его последующей научной деятельности. В 1998 г. Геннадий Петрович возглавил СамГМУ. Приняв руководство вузом, он не только сумел сохранить университет и клиники как единое образовательное, лечебное и научное учреждение, но и превратил

СамГМУ в один из лучших медицинских вузов Российской Федерации. С его именем связано открытие на базе СамГМУ новых научно-исследовательских институтов и факультетов, центров хирургии и трансплантации, инновационных подразделений — института инновационного развития, центра прорывных исследований «Информационные технологии в медицине», научно-производственного технопарка, международных научно-инновационных лабораторий. В 2003, 2008 и 2013 годах коллектив вуза единогласно переизбирал Г.П. Котельникова на должность ректора, а в 2019 году он стал первым президентом и почётным ректором родного университета.

Г.П. Котельников внёс весомый вклад в развитие отечественной травматологии и ортопедии. С 2003 года по настоящее время он заведует кафедрой и клиникой травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова. В 2002 году избран членом-корреспондентом, а в 2005 году — академиком Российской академии медицинских наук (РАМН), с 2013 года он — академик Российской академии наук. С 29 сентября 2023 г. Г.П. Котельников — президент Общероссийской общественной организации «Ассоциация травматологов-ортопедов России».

Основными направлениями его научной деятельности являются: совершенствование методов диагностики и лечения деструктивно-дистрофических заболеваний опорно-двигательной системы; оптимизация диагностических и лечебных мероприятий при посттравматической нестабильности суставов; разработка проблемы сухожильно-мышечной пластики в травматологии и ортопедии; развитие концепции травматической болезни; исследования по применению гравитационной терапии в травматологии и хирургии; изучение остеопороза; развитие методов системного анализа, математического моделирования и доказательной медицины.

За разработку и внедрение сухожильно-мышечной пластики в систему комплексного лечения травматолого-ортопедических больных в 1997 году Г.П. Котельникову была присуждена Государственная премия РФ в области науки и техники. За разработку нового направления в медицине — гравитационной терапии — он стал лауреатом премии Правительства РФ и Национальной премии «Призвание». Лауреатом премии Правительства РФ Геннадий Петрович становился трижды.

Г.П. Котельников — автор более 900 научных трудов, в числе которых 22 монографии, 13 учебников для студентов и последиplomной подготовки врачей, 15 руководств для врачей и студентов, а также 17 монотематических сборников научных работ, 16 учебных пособий и 16 методических рекомендаций, 163 авторских свидетельства на изобретения. Он является соавтором национальных руководств для врачей «Травматология» и «Ортопедия». Под руководством Г.П. Котельникова защищены 26 докторских и 59 кандидатских диссертаций.

Имя Геннадия Петровича неразрывно связано с общественной деятельностью. Он — председатель совета ректоров вузов Самарской области с 1999 г., основатель совета ректоров медицинских и фармацевтических вузов России (с 2007 по 2014 г. — председатель, с 2014 г. — заместитель председателя), член правления Российского союза ректоров с 2002 по 2014 г., член совета Российского союза ректоров с 2014 г. Геннадий Петрович является членом коллегии Минздрава России с 2012 г., членом президиума Научного совета Минздрава России с 2013 г., членом Межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ в области науки и техники с 2008 г.

С 2012 по 2018 г. Геннадий Петрович являлся членом Высшего совета Всероссийской политической партии «Единая Россия». На выборах Президента Российской Федерации Г.П. Котельников трижды был доверенным лицом В.В. Путина. 28 сентября 2021 г. Г.П. Котельников был избран председателем Самарской губернской думы 7-го созыва. Является членом Совета законодателей Российской Федерации при Федеральном собрании РФ.

Деятельность Г.П. Котельникова как учёного-медика, организатора высшей школы, авторитетного общественного и политического деятеля отмечена высокими государственными наградами. В их числе орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени (2008 г.), орден Почёта (2004 г.), орден Дружбы (1996 г.), знак отличия «За наставничество» (за номером 001, 2018 г.), почётное звание

«Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (1999 г.), Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники (1997 г.), премия Правительства Российской Федерации в области образования (1999 г.), премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2006, 2018 гг.), благодарности и почётные грамоты Президента РФ (2002, 2004, 2019 гг.), почётные знаки Государственной думы и Совета Федерации Федерального собрания РФ «За заслуги в развитии парламентаризма» (2019 г.).

Многочисленны и общественные награды Геннадия Петровича. В их числе Национальная премия лучшим врачам России «Призвание» (2003, 2004 гг.), Первая премия РАМН, медаль Н.Н. Приорова «За вклад в развитие травматологии и ортопедии» (2005 г.), орден Гиппократ (2008 г.), орден Николая Пирогова (2010 г.), почётный знак губернатора Пензенской области «Во славу земли Пензенской» (2003 г.), орден Русской православной церкви преподобного Сергия Радонежского III степени (2004 г.), звание почётного доктора Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова (2014 г.), почётного доктора Самарского университета (2018 г.).

В числе ведомственных наград Геннадия Петровича — медаль Министерства здравоохранения Российской Федерации «За заслуги перед отечественным здравоохранением» (2014 г.), медаль Министерства обороны Российской Федерации «За укрепление боевого содружества» (2002 г.), медаль Федеральной службы Российской Федерации по контролю за оборотом наркотиков «За содействие органам наркоконтроля» (2013 г.).

В числе областных наград — почётный знак губернатора Самарской области «За труд во благо земли Самарской» (2005 г.), знак отличия «За заслуги перед Самарской областью» (2009 г.). Г.П. Котельников — лауреат Губернской премии (2005 г.), премии губернатора Самарской области (2007 г.).

В 2013 г. Геннадию Петровичу присвоено звание «Почётный гражданин Самарской области», а в 2019 г. он стал 66-м почётным гражданином городского округа Самара.

Сердечно поздравляем Геннадия Петровича Котельникова с юбилеем, желаем здоровья, успехов и новых начинаний в дальнейшем труде на благо российской медицины, травматологии и ортопедии.

Редколлегия журнала «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626762>

К столетию лауреата Государственной премии СССР, премии Совета Министров СССР профессора К.М. Сиваша

АННОТАЦИЯ

В 2024 году исполняется 100 лет со дня рождения лауреата Государственной премии СССР, премии Совета Министров СССР профессора Константина Митрофановича Сиваша.

Ключевые слова: Константин Митрофанович Сиваш; юбилей; столетие; травматология и ортопедия.

Как цитировать:

К столетию лауреата Государственной премии СССР, премии Совета Министров СССР профессора К.М. Сиваша // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 1. С. 137–140. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626762>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626762>

On the 100th anniversary of the laureate of the USSR State Prize, the USSR Council of Ministers Prize, Professor Konstantin M. Sivash

ABSTRACT

2024 marks the 100th anniversary of the birth of the laureate of the USSR State Prize, the USSR Council of Ministers Prize, Professor Konstantin Mitrofanovich Sivash.

Keywords: Konstantin M. Sivash; anniversary; 100th anniversary; traumatology and orthopedics.

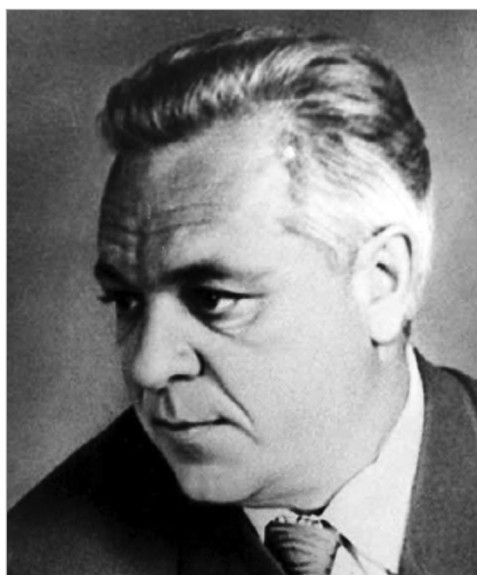
To cite this article:

On the 100th anniversary of the laureate of the USSR State Prize, the USSR Council of Ministers Prize, Professor Konstantin M. Sivash. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(1):137–140. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto626762>

Received: 11.02.2024

Accepted: 11.02.2024

Published online: 16.02.2024



Константин Митрофанович Сиваш родился 23 февраля 1924 года в г. Конотопе Сумской области Украинской ССР. После окончания средней школы он поступил в Московский технологический институт лёгкой промышленности, но доучиться не успел: началась Великая Отечественная война. К.М. Сиваш вступил добровольцем в Красную армию и участвовал в боях по обороне Москвы. Затем он закончил курс обучения Рязанского пехотного училища и после этого был направлен в действующую армию, воевал на Брянщине. Дослужился до заместителя командира полка в звании капитана и в боях под Брянском в 1943 году получил тяжёлое ранение в живот и лёгкое. До 1944 года в тыловых госпиталях вместе с врачами боролся за свою жизнь. Под впечатлением от работы медиков, которую ему пришлось наблюдать воочию, поступил в 1-й Московский медицинский институт и успешно окончил его в 1949 г. Медицинскую деятельность К.М. Сиваш начал хирургом в Московском научно-исследовательском институте туберкулёза. Здесь он разработал новый метод резекции и артродеза коленного сустава при туберкулёзном гоните с использованием компрессирующего аппарата собственной конструкции (1950). Впервые в Советском Союзе К.М. Сивашом были изучены процессы репаративной регенерации губчатой кости в резецированных эпифизах коленного сустава в эксперименте на собаках.

После защиты кандидатской диссертации (1959) и издания двух монографий по костно-суставному туберкулёзу К.М. Сиваш перешёл на работу в Научно-исследовательский институт хирургической аппаратуры и инструментов (НИИИХАИ) и одновременно работал хирургом в больнице № 40 г. Москвы. В НИИИХАИ Константин Митрофанович разрабатывал пластины и интрамедуллярные штифты, дистракционно-компрессионные пластины и аппараты.

В 1959 году он получил авторское свидетельство на первый вариант эндопротеза тазобедренного сустава, хотя впервые предложил его намного раньше — в 1956 году. Это был первый в мире цельнометаллический бесцементный неразъёмный тотальный эндопротез с металло-металлическим узлом вращения и прессовой («пресс-фит») посадкой протеза в вертлужную впадину во время операции. В 1959 г. впервые в СССР он выполнил операцию тотального эндопротезирования при анкилозирующем спондилоартрите (болезни Бехтерева). В 1965 году К.М. Сиваш успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Метод полной замены тазобедренного сустава металлическим при анкилозирующем спондилоартрите». В 1967 году он был утверждён в качестве профессора, а в 1969 году ему было присвоено почётное звание «Заслуженный изобретатель РСФСР».

Чрезвычайно важным для К.М. Сиваша и развития эндопротезирования в целом стало приглашение его на должность руководителя научно-технического отдела Центрального научно-исследовательского института травматологии и ортопедии (ЦИТО) им. Приорова с клиническими койками со стороны директора ЦИТО — академика Академии медицинских наук СССР, профессора М.В. Волкова. На опытно-экспериментальном предприятии ЦИТО вместе с инженерами и единомышленниками К.М. Сиваш совершенствовал эндопротез, неоднократно выезжал в регионы страны с показательными операциями. Эндопротез Сиваша получил мировое признание, автор оперировал пациентов с использованием своего эндопротеза в 47 странах мира и во всех республиках Советского Союза. В 1971 г. лицензию на право изготовления эндопротеза Сиваша у СССР купили США, а в 1976 г. — Болгария и некоторые другие страны. К.М. Сиваш был членом Международного общества ортопедов-травматологов SICOT и принимал участие во многих национальных, региональных и международных научных

форумах травматологов-ортопедов, издал несколько монографий. В 1974 году К.М. Сиваш вместе с профессорами В.Н. Гурьевым и М.И. Пановой, инженерами А.А. Ковалёвым и Е.М. Гусевым был удостоен Государственной премии за внедрение собственного эндопротеза в промышленное производство и медицинскую практику. В 1990 году, уже посмертно, К.М. Сивашу вместе с группой инженеров и врачей была присуждена премия Совета Министров СССР за использование титановых сплавов в травматологии и ортопедии.

В 1989 году Константина Митрофановича Сиваша не стало. На надгробии великого травматолога-ортопеда, первопроходца эндопротезирования, высечены его любимые слова: «Я сделал всё что мог, пусть другие сделают больше...». Дело К.М. Сиваша — врача, учёного, инженера — живёт и успешно развивается его учениками и коллегами.

Редколлегия журнала «Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»