



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

Вестник

травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова

2020 том 27 № 3



2020 Volume 27 Issue 3

N.N. Priorov Journal
of Traumatology and Orthopedics



НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ им. Н.Н. ПРИОРОВА



В Е С Т Н И К травматологии и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА

Ежеквартальный научно-практический журнал

3
июль—сентябрь
2020

N.N. PRIOROV

J O U R N A L of Traumatology and Orthopedics

Quarterly Scientific-Practical Journal

3
July—September
2020

Учредитель:

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Николай Александрович Ескин — д-р мед. наук, проф., зам. директора по научной работе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Бухтин К.М. — канд. мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Волошин В.П. — д-р мед. наук, проф., ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия

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

Гончаров Н.Г. — д-р мед. наук, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

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

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

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

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

Карданов А.А. — д-р мед. наук, проф., ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Ключевский В.В. — д-р мед. наук, проф., ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия» Минздрава России, Ярославль, Россия

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

Котельников Г.П. — акад. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет», Минздрава России, Самара, Россия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Kon E. — проф., Университет Humanitas, Милан, Италия

Roussouly P. — проф., Медико-хирургический центр, Лион, Франция

Winkler H. — проф., Центр остеита, Вена, Австрия

Ежеквартальный научно-практический рецензируемый журнал

Основан в 1994 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-76249 от 19.07.2019

Префикс DOI: 10.17816

Периодичность: ежеквартально

Тираж: 500 экз.

Адрес учредителя: 127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10

Тел.: +7 (495) 450-24-24

E-mail: journal@cito-priorov.ru.

Сайт: <https://www.cito-priorov.ru/>

Оригинал-макет изготовлен: ООО «Эко-Вектор Ай-Пи».

Адрес: 191186, Санкт-Петербург, Аптекарский пер., д. 3, литера А, пом. 1Н, тел. (812) 648-83-66, 648-83-60,

e-mail: info@eco-vector.com,

WEB: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678>

Подписной индекс: 73064 — для индивидуальных подписчиков, 72153 — для организаций

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук. Журнал включен в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI), международные базы данных журналов открытого доступа Directory of Open Access Journals и Google Scholar.

Материалы журнала распространяются под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Founder:

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

CHIEF EDITOR

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

DEPUTY EDITOR

Nikolay A. Es'kin — MD, Professor, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

EXECUTIVE SECRETARY

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

EDITORIAL STUFF

Baindurashvili A.G. — corresponding member of RAS, MD, Professor, FSBI «Research children's orthopedic Institute G.I. Turner» of the Ministry of Health, Saint-Petersburg, Russia.

Kirill M. Bukhtin — Cand. Med. Sci., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.

Voloshin V.P. — MD, Professor, SBI «Moscow Regional Research Clinical Institute M.F. Vladimirovsky», Moscow, Russia.

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

Goncharov N.G. — MD, National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russia.

Alexander V. Gubin — MD, Professor, «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

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

Nikolay V. Zagorodny — corresponding member of RAS, Professor, MD, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Ivanov P.A. — MD, Professor, «Moscow City Research Institute of Ambulance named after N. V. Sklifosovsky» Department of Health, Moscow, Russia.

Kardanov A.A. — MD, Professor, FSBI «RUDN University», Moscow, Russia.

Vyacheslav V. Klyuchevskiy — MD, Professor, Yaroslavl State Medical Academy, Yaroslavl, Russia.

Kozhevnikov O.V. — MD, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Kotelnikov G.P. — corresponding member of RAS, MD, Professor, Samara State Medical University of Ministry of Health, Samara, Russia.

Krupatkin A.I. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Merkulov V.N. — MD, Professor, FSBE of HPE «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia.

Mikhailova L.K. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Morozov A.K. — MD, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Murylev V.Y. — MD, Professor, FSAEI of HE «First Moscow State Medical University (MSMU, officially I.M. Sechenov First Moscow State Medical University)», Moscow, Russia.

Ochkurenko A.A. — MD, Professor, FSBE of HPE «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Rodionova S.S. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Snetkov A.I. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Solod E.I. — MD, Professor, FSBE of HPE «Russian Medical Academy of Continuing Professional Education» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

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

Tsiskarashvili A.V. — PhD in Medical Science, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Shesternya N.A. — MD, Professor, FSBI «N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics» of the Ministry of Health, Moscow, Russia.

Kon E. — Professor, University Of Humanitas, Milan, Italy.

Roussouly P. — Professor, Medical and Surgical Center, Lyon

Winkler H. — Professor, Osteitis Center, Vienna, Austria.

Quarterly scientific and practical peer-reviewed journal

Founded in 1994.

Certificate of registration of the mass media № 0110767 registered on 04.06.1993

Prefix DOI: 10.17816

Frequency: quarterly

Circulation: 500 copies.

Founder address: 127299, Moscow, Priorova str., 10

Phone: +7 (495) 450-24-24

E-mail: journal@cito-priorov.ru

Site: <https://www.cito-priorov.ru>

Printed: «Eco-Vector I-P» LLC

Address: Aptekarskiy lane 3, A, office 1H, Saint Petersburg, Russian Federation, 191186.

Phone: +7(812)648-83-66, 648-83-60, e-mail: info@eco-vector.com,

WEB: <https://journals.eco-vector.com/0869-8678>

Subscription index: 73064 — for individual subscribers, 72153 — for organizations

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications of the HAC, in which should be published the main scientific results of dissertations for the degree of PhD in Medicine or MD. The journal is included in the Russian Science Citation Index (SCI) database, international databases of open access Journals Directory of Open Access Journals and Google Scholar.

The journal materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Афаунов А.А., Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Гюльзатян А.А., Муханов М.Л., Чайкин Н.С. Передний корпороз в этапном хирургическом лечении пациентов с переломами грудных и поясничных позвонков при пониженной минеральной плотности костной ткани

Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., Леонова О.Н., Крутько А.В. Хирургическое лечение пациентов с сагиттальным дисбалансом дегенеративной этиологии: сравнение двух методик

Орлецкий А.К., Тимченко Д.О., Гордеев Н.А., Крылов С.В. Лечение нейропатии надлопаточного нерва

Нурмухаметов М.Р., Макаров М.А., Бялик Е.И., Макаров С.А., Хренников Я.Б. Хондропластика первого плюснефалангового сустава по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза в лечении пациентов с hallux rigidus

Загородний Н.В., Карпенко В.Ю., Карасев А.Л., Зелянин А.С., Лысенко И.С., Илуридзе Г.Д. Реконструктивные операции при местнораспространенных злокачественных опухолях параацетабулярной области

Кувшинова Е.А., Петракова Н.В., Сергеева Н.С., Свиридова И.К., Кирсанова В.А., Ахмедова С.А., Каралкин П.А., Тетерина А.Ю., Комлев В.С. Функционализация кальцийфосфатных и композиционных материалов биологически активными соединениями для адресной доставки в костную ткань

Алексанян О.А., Чрагян Г.А., Каграманов С.В., Загородний Н.В. Лечение обширного дефекта вертлужной впадины у пациентки с асептической нестабильностью тотального эндопротеза тазобедренного сустава

Гринь А.А., Марков А.А., Данилова А.В., Сергеев К.С. Опыт применения имплантатов с биоактивным кальцийфосфатным покрытием при многокомпонентном травматическом повреждении тазобедренного сустава

Загородний Н.В., Карпенко В.Ю., Берченко Г.Н., Карасев А.Л., Зелянин А.С., Ахпасhev А.А., Лысенко И.С., Илуридзе Г.Д. Клинический случай хирургического лечения местнораспространенной недифференцированной веретеноклеточной паравертебральной саркомы мягких тканей

Воротников А.А., Айрапетов Г.А., Васюков В.А., Ягубов В.Г. Современные аспекты лечения болезни Кенига у детей

НЕКРОЛОГ

Памяти Н.Д. Батпеннова

ОШИБКИ

Ошибки: Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Ярыгин Н.В., Попов А.В., Лысов В.Г. Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии распластанности (Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>)

5 Afaunov A.A., Basankin I.V., Takhmazyan K.K., Giulzatyan A.A., Mukhanov M.L., Chaikin N.S. Anterior stabilization of spine column in the staged surgical treatment of patients with fractures of thoracic and lumbar vertebrae with low bone mineral density

16 Baikov E.S., Peleganchuk A.V., Sanginov A.J., Leonova O.N., Krutko A.V. Surgical treatment of patients with sagittal imbalance of degenerative etiology: a comparison of two methods

27 Orletskii A.K., Timchenko D.O., Gordeev N.A., Krylov S.V. Treatment of suprascapular neuropathy

32 Nurmukhametov M.R., Makarov M.A., Bialik E.I., Makarov S.A., Khrennikov Ya.B. First metatarsophalangeal joint chondroplasty using the autologous matrix-induced chondrogenesis in treatment of patients with hallux rigidus. Analysis of immediate and medium-term results

42 Zagorodnii N.V., Karpenko V.Yu., Karasev A.L., Zelyanin A.S., Lysenko I.S., Iluridze G.D. Reconstructive surgery for locally advanced malignant tumors periacetabular region

52 Kuvshinova E.A., Petrakova N.V., Sergeeva N.S., Sviridova I.K., Kirsanova V.A., Akhmedova S.A., Karalkin P.A., Teterina A.Yu., Komlev V.S. Calcium phosphate and composite materials functionalization of bioactive agents for its target delivery to the bone

60 Aleksanyan O.A., Chragyan G.A., Kagramanov S.V., Zagorodny N.V. Treatment of an extensive acetabular defect in a patient with aseptic instability of a total hip arthroplasty

67 Grin A.A., Markov A.A., Danilova A.V., Sergeev K.S. Experience with the use of bioactive calcium phosphate-coated implants in multicomponent traumatic damage to the hip joint

73 Zagorodnii N.V., Karpenko V.Yu., Berchenko G.N., Karasev A.L., Zelyanin A.S., Akhpashev A.A., Lysenko I.S., Iluridze G.D. Surgical treatment of locally advanced undifferentiated spindle cell paravertebral soft tissue sarcoma

79 Vorotnikov A.A., Airapetov G.A., Vasyukov V.A., Yagubov V.G. Modern aspects of the treatment of koenig's disease in children

OBITUARIES

87 In memory of N.D. Batpenov

CORRIGENDUM

88 Erratum: Parshikov M.V., Bardyugov P.S., Yarygin N.V., Popov A.V., Lysov V.G. Conservative correction of the transverse arch of the foot in patients with flat foot (N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>)

ПЕРЕДНИЙ КОРПОРОДЕЗ В ЭТАПНОМ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ГРУДНЫХ И ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ ПРИ ПОНИЖЕННОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ

А.А. Афаунов¹, И.В. Басанкин², К.К. Тахмазян², А.А. Гюльзатян²,
М.Л. Муханов¹, Н.С. Чайкин³

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар;

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар;

³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ставропольского края «Ставропольская краевая клиническая больница», Ставрополь

Цель исследования. Определить клиническую эффективность переднего корпороза в хирургическом лечении пациентов с повреждениями позвонков грудного и поясничного отделов при сниженной минеральной плотности костной ткани.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 238 пациентов с переломами позвонков грудного и поясничного отделов на фоне сниженной минеральной плотности костной ткани (МПКТ). Возраст пациентов от 48 до 85 лет. Повреждения позвоночника типа $A_{1,2}$, $A_{1,3}$, $B_{1,2}$, $B_{2,3}$ по F. Magerl (1992). Снижение МПКТ позвонков (Т-критерий от $-1,5$ до $-3,5$).

Результаты. Всем больным выполнена бисегментарная транспедикулярная фиксация (ТПФ) четырехвинтовыми системами. В группу 1 вошли 68 больных, которым выполняли ТПФ без цементного укрепления винтов. В группу 2 вошли 170 больных, которым выполняли ТПФ винтами, укрепленными цементной манжетой. Обе группы были разделены на 2 подгруппы. Подгруппа 1.1 включала пациентов, оперированных в два этапа. Первым этапом — ТПФ. Вторым этапом — передний корпороз. В подгруппу 1.2 вошли больные, которым выполняли только ТПФ. Пациенты группы 2 были разделены на две подгруппы аналогичным образом. Изучены результаты и осложнения по клиническим и спондилометрическим критериям. Период наблюдения не менее 2 лет. На указанном клиническом материале проведен корреляционный анализ между техникой выполнения операций и хирургической тактикой в четырех выделенных подгруппах, с одной стороны, и результатами лечения — с другой.

Выводы. 1. При применении ТПФ с цементной имплантацией винтов для лечения пациентов с переломами грудных и поясничных позвонков на фоне сниженной МПКТ передний корпороз травмированных позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) в качестве второго этапа хирургического лечения не дает клинических преимуществ по сравнению с применением только ТПФ с цементной имплантацией винтов. 2. При бесцементной ТПФ у пациентов со сниженной МПКТ передний корпороз травмированных ПДС необходим. Только при его выполнении после ТПФ обеспечивается стабильность фиксации, достаточная для сохранения восстановленных на операции анатомических взаимоотношений и функциональной адаптации больных в отдаленные сроки после операций. Ключевые слова: позвоночник; травма; остеопороз; передний корпороз; транспедикулярная фиксация.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не заявлен.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Афаунов А.А., Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Гюльзатян А.А., Муханов М.Л., Чайкин Н.С. Передний корпороз в этапном хирургическом лечении пациентов с переломами грудных и поясничных позвонков при пониженной минеральной плотности костной ткани. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):5-15. doi: <https://doi.org/10.17816/vto20202735-15>.

ANTERIOR STABILIZATION OF SPINE COLUMN IN THE STAGED SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH FRACTURES OF THORACIC AND LUMBAR VERTEBRAE WITH LOW BONE MINERAL DENSITY

A.A. Afaunov¹, I.V. Basankin², K.K. Takhmazyan², A.A. Giulzatyan²,
M.L. Mukhanov¹, N.S. Chaikin³

¹ Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, Russia;

² State Budgetary Healthcare Institution “Research Institute — Regional Clinical Hospital No. 1 named after Professor S.V. Ochapovsky”, Krasnodar, Russia

³ State Budgetary Healthcare Institution “Stavropol Regional Clinical Hospital”, Stavropol, Russia

Aim. To determine the clinical effectiveness of anterior stabilization in the surgical treatment of patients with traumatic injuries of the thoracic and lumbar spine with reduced bone mineral density.

Materials and methods. The study included 238 patients with thoracic and lumbar vertebral fractures with reduced bone mineral density (BMD). The age of patients is from 48 to 85 years. There are following types of fractures according to F. Magerl (1992): $A_{1,2}$, $A_{1,3}$, $B_{1,2}$, $B_{2,3}$. BMD of the vertebrae was decreased (T-score from -1.5 to -3.5).

Results. All patients underwent short segment transpedicular fixation (TPF) with four-screw systems. In group 1 were included 68 patients who underwent TPF without cemented augmentation of screws. Group 2 included 170 patients who underwent TPF reinforced with a cement. Both groups were divided into 2 subgroups. Subgroup 1.1 included patients, which were operated on in two stages. The first stage is TPF. The second stage is the anterior stabilization. Subgroup 1.2 included patients who underwent only TPF. Patients in group 2 were divided into two subgroups in a similar way. The results and complications according to clinical and spondylometric criteria were studied. Correlation analysis was performed between surgical technique, surgical tactics and the treatment results in the four selected subgroups. The observation period is at least 2 years.

Conclusion. 1. When using TPF with cement augmentation for the treatment of patients with fractures of the thoracic and lumbar spine with reduced BMD, the anterior stabilization of injured spinal motion segment as a second stage of surgical treatment does not provide clinical advantages compared to the use of only TPF with cement augmentation. 2. In case of cementless TPF in patients with reduced BMD, anterior stabilization of the injured spinal motion segment is necessary. Only when anterior stabilization is performed, the stability of fixation is ensured. It is sufficient to preserve the anatomical relationships restored during the operation and functional adaptation of patients in the long-term period after surgery.

Key words: spine; trauma; osteoporosis; anterior corporodesis; transpedicular fixation.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Funding: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Afaunov AA, Basankin IV, Takhmazyan KK, Giulzatyan AA, Mukhanov ML, Chaikin NS. Anterior stabilization of spine column in the staged surgical treatment of patients with fractures of thoracic and lumbar vertebrae with low bone mineral density. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):5-15. doi: <https://doi.org/10.17816/vto20202735-15>.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения позвоночника на фоне сниженной минеральной плотности костной ткани (МПКТ) в последние десятилетия встречаются достаточно часто. По данным публикаций, в России примерно у 20 млн человек имеется остеопения и у 14 млн диагностирован остеопороз [1]. Распространенность переломов тел позвонков при сниженной МПКТ среди других повреждений скелета составляет около 10 % у мужчин и 12,7 % у женщин [2]. Ежегодная встречаемость компрессионных переломов тел позвонков на 1000 женщин составляет 10,7, а на 1000 мужчин — 5,7 [3]. Порядка 60 % таких повреждений приходится на груднопоясничный переходный отдел (Th11 — L2) [4].

Компрессионные переломы тел позвонков у 84 % больных сопровождаются локальным болевым синдромом продолжительностью 4–6 недель [5]. Нередко болевой синдром рецидивирует в отсроченном периоде, из-за развития деформации и отсутствия сращения [6].

Вопрос лечения переломов позвонков грудного и поясничного отделов при сниженной МПКТ является многосторонней проблемой. Консервативное лечение подразумевает длительный постельный режим, внешнюю иммобилизацию корсетами и прием анальгетиков [7]. Использование этих методов ограничивает активность пострадавших, не гарантирует устранение и прогрессирование деформации.

В последнее время наблюдается тенденция к увеличению количества операций по поводу переломов

позвонков на фоне сниженной МПКТ с применением танспедикулярной фиксации (ТПФ) [8, 9]. Современная ТПФ охватывает все три остеолигаментарные колонны, обеспечивает трехмерную коррекцию, захватывая минимальное количество позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) и сохраняя физиологические изгибы позвоночника [10]. При сниженной МПКТ стандартная ТПФ сопряжена с угрозой дестабилизации металлоконструкции. Использование в таких ситуациях ТПФ с цементным укреплением винтов существенно увеличивает стабильность фиксатора [11]. Не однозначным является вопрос целесообразности выполнения переднего корпороза травмированных ПДС после ТПФ. Известно, что отказ от пластического восстановления разрушенной вентральной остеолигаментарной колонны — одна из наиболее частых причин ревизионных операций [6]. В то же время, ряд авторов скептически относится к необходимости переднего корпороза при компрессионных переломах тел позвонков [12, 13].

Цель исследования: определить клиническую эффективность переднего корпороза в хирургическом лечении пациентов с повреждениями позвонков грудного и поясничного отделов при сниженной минеральной плотности костной ткани.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов хирургического лечения 238 пациентов с переломами позвонков грудного и поясничного отделов на фоне снижен-

ной МПКТ, проходивших хирургическое лечение в ГБУЗ «НИИ — ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара в период с 2008 по 2015 г. Возраст пациентов составлял от 48 до 85 лет. Среди пациентов было 185 (77,7 %) женщин и 53 (22,3 %) мужчины.

Критериями включения в исследование являлись:

- снижение МПКТ позвонков травмированного отдела позвоночника, соответствующее *T*-критерию от -1.5 до $-3,5$ по данным КТ-денситометрии;
- увеличение углового смещения в травмированных ПДС в сагиттальной плоскости более 10° (локальный кифоз);
- сохраняющийся болевой синдром (ВАШ 6 и более баллов).

Критерии исключения:

- отсутствие в анамнезе четкого указания на дату и факт получения травмы позвоночника;
- повторные повреждения позвонков;
- повреждение более одного позвонка;
- политравма;
- наличие неврологического дефицита;
- индекс коморбидности Чарлсон более 6 баллов.

Повреждения позвоночника локализовались на уровне от Th7 до L4 (рис. 1).

Из диаграммы (рис. 1) видно, что большинство повреждений приходилось на грудопоясничный переходный отдел (Th11 — Th12 — L1 — L2 — L3).

В сформированной на основании критериев включения и исключения когорте больных имели место повреждения типа $A_{1,2}$, $A_{1,3}$, $B_{1,2}$, $B_{2,3}$ по классификации F. Magerl (1992). Систематизируя клинические наблюдения по указанному признаку, в 57 случаях (23,9 %), среди которых был 18 человек с повреждениями типа А и 39 — с типом В, нам не удавалось однозначно трактовать подтип повреждения ПДС. При этом у исследуемых больных не имелось повреждений позвоночника, относящихся к иным категориям по классификации F. Magerl,

кроме указанных выше. Исходя из этого, мы выделили два типа повреждений ПДС, которые были у наших больных: тип А имел место у 138 (57,98 %) пациентов с повреждениями $A_{1,2}$ либо $A_{1,3}$, и тип В — у 100 (42,01 %) пациентов с повреждениями $B_{1,2}$ или $B_{2,3}$.

Вертеброгенных неврологических нарушений травматического генеза у пациентов не было. Срок с момента травмы до операции составлял от 1 сут до 8 нед. Большая часть пациентов 71,44 % ($n = 170$) была оперирована в срок до 3 нед. от момента травмы. У них решение о проведении хирургического лечения принимали сразу после постановки диагноза. Увеличенная продолжительность предоперационного периода у некоторых из этих больных была обусловлена сопутствующей патологией. У остальных 68 человек (28,56 %), оперированных в сроки 3–8 нед. после травмы, начинали консервативное лечение. Но последующее наблюдение выявляло увеличение локального кифоза и усиление боли.

Всем больным была выполнена бисегментарная ТПФ четырехвинтовыми системами. При этом в группу 1 вошли 68 пациентов, которым выполняли ТПФ без цементного укрепления винтов. В группу 2 — 170 пациентов, которым выполняли ТПФ винтами, укрепленными цементной мантией (рис. 2).

Каждая группа пациентов в зависимости от тактики хирургического лечения была разделена на 2 подгруппы. Подгруппа 1.1 включала 49 пациентов (20,6 %), оперированных в два этапа. Первым этапом производили ТПФ. Вторым этапом — передний корпородез травмированных ПДС. В подгруппу 1.2 вошли 19 больных (8,0 %), которым выполнили только ТПФ. Передний корпородез в этой подгруппе не выполняли, как правило, в связи с отказом пациентов от второго этапа хирургического лечения.

Пациенты группы 2 были разделены на подгруппы аналогичным образом. В подгруппу 2.1 вошли 85 пациентов (50,0 %) с двухэтапным хирургическим лечением. Первым этапом — ТПФ с цементной

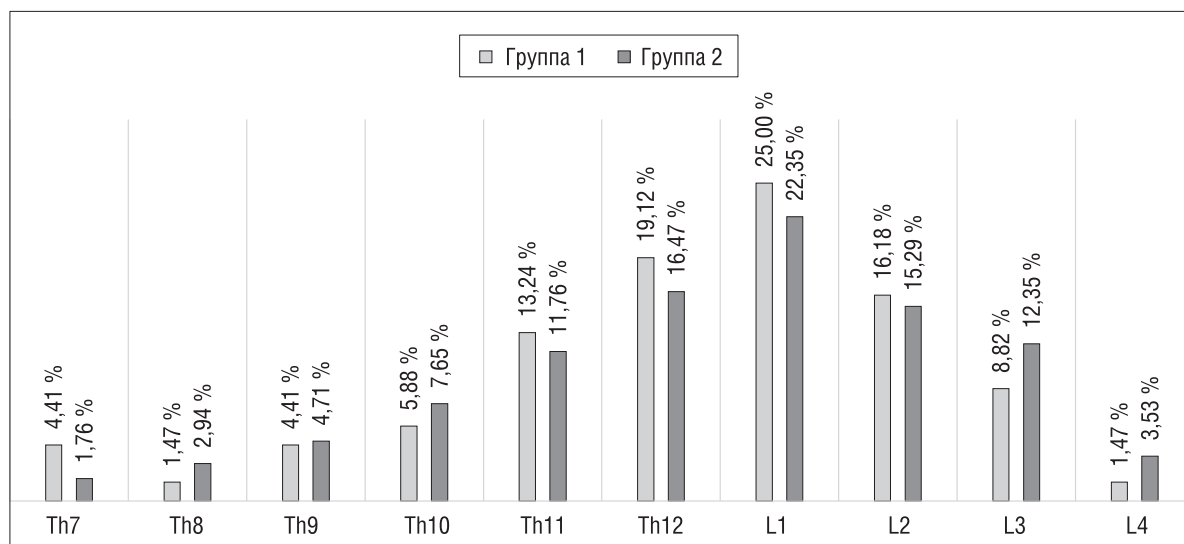


Рис. 1. Распределение пациентов по локализации повреждения позвоночника

Fig. 1. Distribution of patients by localization of spinal injury

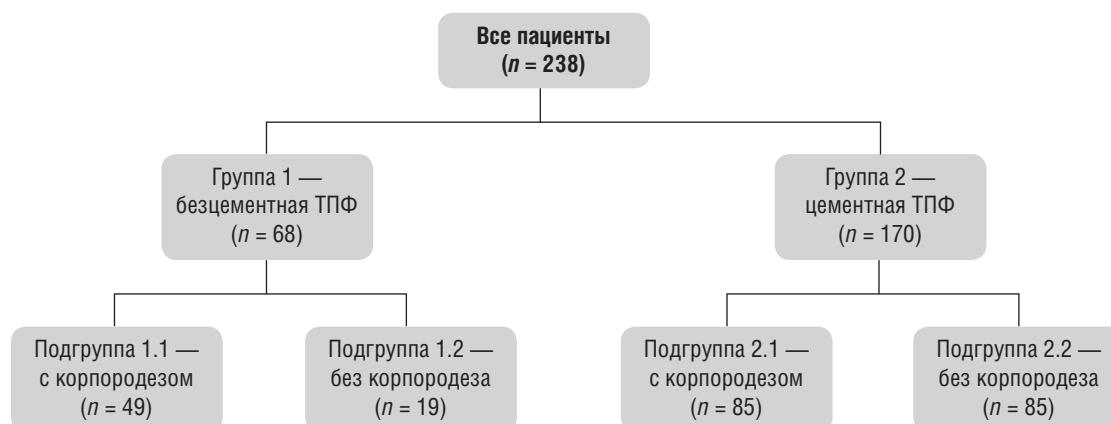


Рис. 2. Схема распределения пациентов на группы и подгруппы

Fig. 2. Scheme of distribution of patients into groups and subgroups

Таблица 1 / Table 1

Распределение пациентов по типам повреждений позвоночника по классификации F. Magerl (1992) в подгруппах

Distribution of patients by types of spinal injuries according to the classification of F. Magerl (1992) in subgroups

Типы переломов	Количество больных в группах и подгруппах				
	группа 1 (n = 68)		группа 2 (n = 170)		всего
	подгруппа 1.1	подгруппа 1.2	подгруппа 2.1	подгруппа 2.2	
Тип А (A _{1.2} , A _{1.3})	24	11	49	54	138 (58 %)
Тип В (B _{1.2} , B _{2.3})	25	8	36	31	100 (42 %)
Всего	49	19	85	85	238 (100 %)

имплантацией винтов, а вторым этапом — передний корпородез. В подгруппу 2.2 (n = 85; 50,0 %) вошли пациенты, которым выполняли только цементную ТПФ.

У всех больных имелось снижение МПКТ, которое подтверждали до операций компьютерно-томографической денситометрией позвоночника. Показатели T-критерия варьировали в пределах от -1,5 до -3,5.

Во всех четырех подгруппах были пациенты с повреждениями типа А (A_{1,2} и A_{1,3}) и В (B_{1,2} и B_{2,3}) по классификации F. Magerl. При этом соотношение

этих больных в подгруппах существенно не отличалось (табл. 1).

Травматическую деформацию поврежденных ПДС до операции характеризовали по величине локального кифоза (по Cobb) и индексу клиновидности тела позвонка (ИК). Во всех подгруппах была определена средняя величина локального кифоза в травмированных ПДС для повреждений типа А и В с определением стандартной ошибки средних значений. Локальный кифоз в подгруппах отличался незначительно, и составлял от $12,3 \pm 1,5$ до $15,1 \pm 1,3^\circ$ (рис. 3).

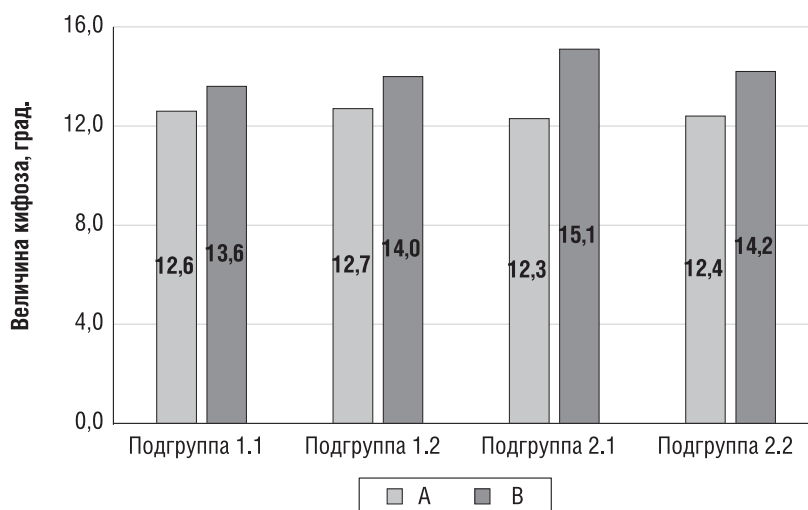


Рис. 3. Средние величины локального кифоза в подгруппах больных

Fig. 3. Average values of local kyphosis in subgroups of patients

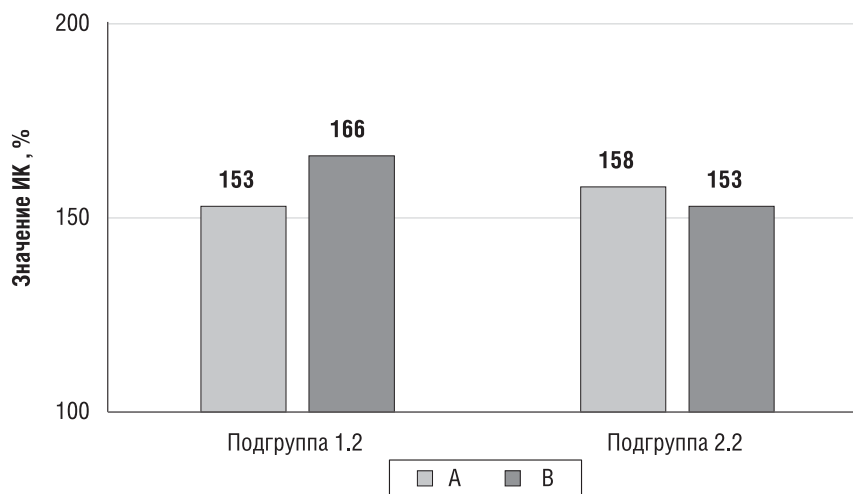


Рис. 4. Средние величины индекса клиновидности в подгруппах 1.2 и 2.2 до операции

Fig. 4. Average values of the wedge index in subgroups 1.2 and 2.2 before surgery

Индекс клиновидности позвонка определяли по отношению высоты задней стенки тела позвонка (З) к передней (П) в процентном отношении. Расчет проводили по формуле $ИК = З/П \cdot 100 \%$. Таким образом, кифотически деформированные позвонки имеют $ИК > 100 \%$. Данный показатель учитывали только в подгруппах 1.2 и 2.2. В подгруппах 1.1 и 2.1, в которых производили резекцию передней остеолигаментарной колонны и корпородез травмированных ПДС, изучение ИК после хирургического лечения становилось невозможным и неактуальным. Средняя величина этого показателя до операции в подгруппе 1.2 составляла $158,7 \pm 24,7 \%$, и в подгруппе 2.2 — $156,5 \pm 23,8 \%$ (рис. 4).

У 192 из 238 пациентов (80,7 %) имелись сопутствующие заболевания. При этом у 25 (13 %) — сопутствующая патология была представлена одним заболеванием, у 167 (87 %) — имели место несколько общесоматических заболеваний. Для объективизации совокупного влияния преклонного возраста и сопутствующих заболеваний на состояние больных мы рассчитывали индекс коморбидности Чарл-

сон [14]. Распределение пациентов в подгруппах по этому показателю представлено на рис. 5.

У пациентов исследуемой группы индекс коморбидности составлял от 1 до 6 баллов. При этом у 184 из 238 человек (77,3 %) он находился в пределах от 3 до 5 баллов. Пациенты с коморбидностью в указанном диапазоне были представлены во всех четырех подгруппах примерно в равных соотношениях.

Проведенный статистический анализ распределения пациентов по четырем выделенным подгруппам показал, что по основным параметрам, характеризующим состояние больных в предоперационном периоде (локализация и тип повреждения, спондилометрические характеристики травмированных ПДС, уровень снижения МПКТ, преморбидный фон, сроки от момента травмы до выполнения операции) подгруппы не имели существенных отличий.

Таким образом, на указанном клиническом материале был проведен корреляционный анализ между техникой выполнения операций и хирургической тактикой в четырех выделенных подгруппах, с одной стороны, и результатами лечения — с другой.

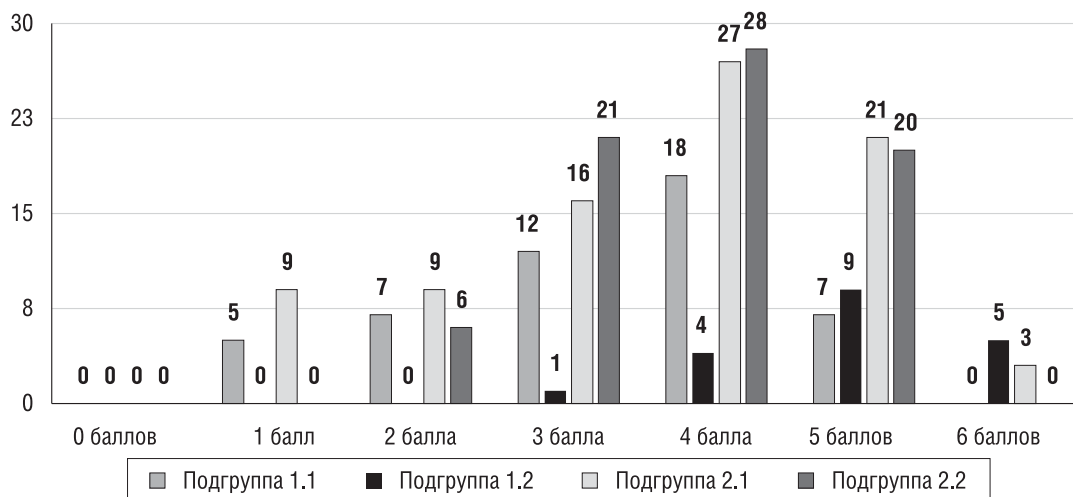


Рис. 5. Распределение больных по индексу коморбидности Чарлсон

Fig. 5. Distribution of patients by the Charlson comorbidity index

Статистическую обработку и анализ результатов проводили с помощью методов описательной статистики. Распределения числовых значений в группах были далеки от нормального закона. Для доказательства сопоставимости значений применяли метод непараметрической статистики *U*-критерий Манна–Уитни, предназначенный для выявления различий показателей в двух несвязных выборках, а также метод непараметрической статистики *H*-критерий Краскела–Уоллиса, предназначенный для выявления различий показателей в трех и более несвязных выборках.

Значимыми признавали различия, при которых уровень статистической значимости *p* был меньше или равен 0,05. При проведении статистического анализа использовали персональный компьютер с набором необходимого программного обеспечения (табличный процессор Microsoft Excel 2010 и программа для статистической обработки данных StatPlus для Mac OS).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ближайшие результаты лечения в сроки до 3 мес. после операций изучены у всех 238 пациентов (100 %). Отдаленные результаты в сроки 12–24 мес. изучены у 49 больных (72 %) в первой группе, и у 127 (75 %) — во второй группе. Результаты изучали по общепринятым клиническим и спондилометрическим критериям. До и после операции, в ближайшем и отдаленном периодах наблюдения определяли локальный кифоз и индекс клиновидности тел травмированных позвонков. Оценивали величину коррекции указанных параметров и их изменения в позднем периоде. Выявляли признаки дестабилизации металлоконструкции.

Клиническую эффективность лечения оценивали по изменениям дооперационных показателей ВАШ после операций, в раннем и отдаленном периодах наблюдения. Динамику функционального восстановления определяли по показателям опросника

Освестри (Oswestry Disability Index — ODI) в раннем и отдаленном периодах.

Изучение ближайших результатов показало, что величина угловой коррекции в травмированных ПДС не зависела от технического варианта выполнения ТПФ. Средняя величина коррекции составляла $10,6 \pm 1,4^\circ$ в первой группе при стандартном выполнении ТПФ, и $10,7 \pm 1,8^\circ$ — во второй группе при ТПФ с цементной имплантацией винтов. Средняя величина остаточного кифоза составляла $2,6 \pm 0,6^\circ$ и $2,5 \pm 0,5^\circ$ соответственно (табл. 2). Указанные показатели в подгруппах 1.1, 1.2 и 2.1, 2.2 были практически идентичны в течении ближайшего периода.

Средняя величина коррекции индекса клиновидности также была практически одинаковой в обеих группах и составляла $44,2 \pm 19,5$ % для первой и $42,8 \pm 18,7$ % для второй группы. В подгруппах групп 1 и 2 отличий по указанному параметру не было. Как видно из данных, приведенных в табл. 2 и 3, ТПФ позволяла достигать значительной коррекции угловых взаимоотношений во всех подгруппах, при существенно меньшей коррекции клиновидной деформации тела травмированного позвонка как в первой, так и во второй группах.

В дальнейшем показатели индекса клиновидности в течение всего периода наблюдения не имели тенденции к изменению, в то время как величина локального кифоза незначительно изменялась у пациентов первой группы, особенно в подгруппе 1.2.

Самочувствие пациентов через 1 мес. после хирургического лечения в большей степени зависело от количества хирургических этапов, чем от техники выполнения ТПФ. У больных в подгруппах 1.1 и 2.1, с двухэтапным лечением, через 2–3 нед. после операций сохранялась болезненность в области переднего доступа, до $4,02 \pm 0,5$ баллов по ВАШ в подгруппе 1.1, и $4,1 \pm 0,4$ баллов — в подгруппе 2.1. При этом показатели ВАШ в подгруппах 1.2 и 2.2 были лучше, и составляли соответственно $3,3 \pm 0,7$ и $3,2 \pm 0,7$ баллов. Связанные с этим функциональные ограничения

Таблица 2 / Table 2

Показатели угловой коррекции в травмированных позвоночно-двигательных сегментах у пациентов при стандартной транспедикулярной фиксации (группы 1.1, 1.2) и транспедикулярной фиксации с цементной имплантацией винтов (группы 2.1, 2.2)

Indicators of angular correction in injured vertebral-motor segments in patients with standard transpedicular fixation (groups 1.1, 1.2) and transpedicular fixation with cement implantation of screws (groups 2.1, 2.2)

Показатель	Стандартная ТПФ		ТПФ с цементной имплантацией винтов		<i>H</i> -критерий Краскела – Уоллиса
	подгруппа 1.1	подгруппа 1.2	подгруппа 2.1	подгруппа 2.2	
Локальный кифоз до операции, град.	$13,1 \pm 1,35$	$13,2 \pm 1,18$	$13,5 \pm 1,89$	$13 \pm 1,64$	$H = 1,8; df = 3; p = 0,61$
Локальный кифоз после выполнения ТПФ, град.	$2,6 \pm 0,64$	$2,6 \pm 0,59$	$2,5 \pm 0,53$	$2,5 \pm 0,55$	$H = 1,4; df = 3; p = 0,71$
Величина коррекции, град	$10,6 \pm 1,5$	$10,6 \pm 1,4$	$11,0 \pm 1,9$	$10,6 \pm 1,6$	$H = 2,2; df = 3; p = 0,53$
Локальный кифоз через 3 мес., град	$2,6 \pm 0,65$	$3,2 \pm 0,58$	$2,5 \pm 0,53$	$2,5 \pm 0,55$	$H = 2,0; df = 3; p = 0,61$

Примечание. ТПФ — транспедикулярная фиксация.

Таблица 3 / Table 3

Показатели коррекции индекса клиновидности у пациентов при стандартной транспедикулярной фиксации (группа 1) и транспедикулярной фиксации с цементной имплантацией винтов (группа 2)

Indicators of correction of the wedge index in patients with standard transpedicular fixation (group 1) and transpedicular fixation with cement implantation of screws (group 2)

Показатель	Стандартная ТПФ		ТПФ с цементной имплантацией винтов		Достоверность различий <i>H</i> -критерий Краскела – Уолиса
	подгруппа 1.1	подгруппа 1.2	подгруппа 2.1	подгруппа 2.2	
Индекс клиновидности до операции	155,3 ± 23,6	158,7 ± 28,7	157,9 ± 23,7	156,6 ± 23,8	$H = 0,6; df = 3; p = 0,9$
Индекс клиновидности после выполнения ТПФ	113,2 ± 7,9	114,5 ± 8,3	112,9 ± 7,6	113,8 ± 8,1	$H = 0,9; df = 3; p = 0,8$
Величина коррекции	42,1 ± 18,4	44,2 ± 19,5	45,0 ± 18,4	42,8 ± 18,7	$H = 1,1; df = 3; p = 0,8$
Индекс клиновидности через 3 мес.	—	116,3 ± 8,6	—	114,2 ± 8,2	$U = 620,5; p = 0,23^*$

* *U*-критерий Манна-Уитни

Примечание. ТПФ — транспедикулярная фиксация.

отражались на показателях ODI. В подгруппе 1.1 он составлял в среднем 67,1 ± 3,7 баллов, в подгруппе 2.1 — 68,1 ± 4,1 баллов. Через 3 мес. после завершения лечения средние показатели ВАШ и ODI в подгруппах 1.1 и 2.1 оставались хуже, чем в подгруппах 1.2 и 2.2, в которых больным выполняли одноэтапные операции (табл. 4).

Влияние типа перелома на достигаемую коррекцию и на динамику функционального восстановления ни в одной из подгрупп не выявлено.

В отдаленном периоде наблюдения через 12–24 мес. после хирургического лечения определяли все параметры, изученные в ближайшем периоде. Величина потери коррекции у пациентов в четырех подгруппах представлена в табл. 5.

Установлено, что техника имплантации винтов при ТПФ достоверно влияла на сохранение параметров коррекции в отдаленном периоде. Применение ТПФ с бесцементной имплантацией винтов в груп-

пе 1 приводит к большей потере угловой коррекции в отдаленном периоде наблюдения, чем в группе 2. Наиболее существенной эта разница была при сравнении подгрупп 1.2 и 2.2, то есть среди пациентов, которым выполняли только ТПФ, без корпорореза (табл. 5). Через 24 мес. средняя величина локального кифоза в подгруппе 1.2 достигала 11,4 ± 3,3°, что соответствовало потере коррекции 8,1 ± 1,6° и на 4,2° превышало аналогичные показатели в подгруппе 2.2. В подгруппах 1.1 и 2.1, в которых после ТПФ производили передний корпорорез, потеря коррекции была не столь велика (через 24 мес. 3,9 ± 0,9° и 0,6 ± 0,4° соответственно). И разница в средних величинах потери коррекции между этими подгруппами была существенно меньше, чем у пациентов с одноэтапным хирургическим лечением.

При определении влияния переднего корпорореза на потерю угловой коррекции в травмированных ПДС в отдаленном периоде наблюдения

Таблица 4 / Table 4

Изменения показателей ВАШ и ODI после операции в ближайшем периоде наблюдения

Changes of VAS and ODI indicators after surgery in the nearest follow-up period

Сроки наблюдения	До операции		Через 2–3 нед. после операции		Через 3 мес. после операции	
	ВАШ	ODI	ВАШ	ODI	ВАШ	ODI
Подгруппа 1.1	6,5 ± 0,5	—	4,02 ± 0,5	67,1 ± 3,7	5,3 ± 0,8	58,4 ± 2,1
Подгруппа 1.2	6,6 ± 0,6	—	3,3 ± 0,7	59,6 ± 2,1	2,4 ± 0,5	53,9 ± 2,1
Подгруппа 2.1	7,5 ± 0,6	—	4,1 ± 0,4	68,1 ± 4,1	5,7 ± 0,7	62,01 ± 3,7
Подгруппа 2.2	7,4 ± 0,7	—	3,2 ± 0,7	60,1 ± 5,1	2,4 ± 0,5	52,2 ± 3,2
<i>H</i> -критерий Краскела – Уолиса	$H = 56,6; df = 3; p = 3,5$	—	$H = 88,2; df = 3; p < 0,0001$	$H = 93,4; df = 3; p < 0,0001$	$H = 174,9; df = 3; p < 0,0001$	$H = 159; df = 3; p < 0,0001$

Примечание. ВАШ — визуально-аналоговая шкала боли, ODI — Oswestry Disability Index (опросника Освестри).

Таблица 5 / Table 5

Изменения показателей угловой коррекции в травмированных позвоночно-двигательных сегментах в отдаленном периоде наблюдения (потеря коррекции)

Changes in the indices of angular correction in injured spinal motion segments in the long-term follow-up period (loss of correction)

Сроки наблюдения и результаты лечения Подгруппы пациентов	Через 6 мес.		Через 12 мес.		Через 24 мес.	
	локальный кифоз, град.	потеря коррекции, град.	локальный кифоз, град.	потеря коррекции, град.	локальный кифоз, град.	потеря коррекции, град.
Подгруппа 1.1	5,3 ± 0,8	1,9 ± 0,7	6,3 ± 0,8	3,8 ± 0,9	6,4 ± 1,1	3,9 ± 0,9
Подгруппа 1.2	6,1 ± 0,7	3,5 ± 0,9	8,9 ± 0,7	6,3 ± 1,0	11,4 ± 3,3	8,1 ± 1,6
Подгруппа 2.1	2,8 ± 0,6	0,5 ± 0,3	2,8 ± 0,7	0,5 ± 0,4	2,9 ± 0,5	0,6 ± 0,4
Подгруппа 2.2	2,7 ± 0,6	0,5 ± 0,3	2,9 ± 0,6	0,6 ± 0,4	2,9 ± 0,6	0,6 ± 0,4
H-критерий Краскела – Уоллиса	H = 134,1; df = 3; p < 0,0001	H = 124,6; df = 3; p < 0,0001	H = 166,1; df = 3; p < 0,0001	H = 143,9; df = 3; p < 0,0001	H = 209,1; df = 3; p < 0,0001	H = 147,9; df = 3; p < 0,0001

установлено, что в подгруппе 1.1 по данному параметру результаты значительно лучше, чем в подгруппе 1.2 (табл. 5). Следует отметить, что в подгруппе 1.1 потеря коррекции продолжалась в течение года после выполнения корпоротомии травмированных ПДС, а затем прекращалась. В то же время у пациентов подгруппы 1.2, которым корпоротомия не выполнялась, потеря коррекции продолжалась и после 12 мес. наблюдения.

В подгруппе 2.1 величина потери коррекции в травмированных ПДС не отличалась от аналогичного параметра в подгруппе 2.2 как в раннем, так и в отдаленном периодах наблюдения (табл. 5).

В подгруппах 1.1, 2.1 и 2.2 в отдаленном периоде наблюдения продолжалось снижение интенсивности болевого синдрома (рис. 6). К 24 мес. после завершения хирургического лечения средние показатели ВАШ у пациентов в этих подгруппах не имели существенных отличий и находились в диапазоне 0,3 ± 0,5 – 0,4 ± 0,6 баллов. В под-

группе 1.2, напротив, выявлялась отрицательная динамика. Средний показатель ВАШ у пациентов в этой подгруппе возрос с 2,4 ± 0,5 в трехмесячном периоде до 3,6 ± 0,5 к 12 мес. после операции (рис. 6). Ко второму году после оперативного лечения средний показатель ВАШ в подгруппе 1.2 достиг уровня 4,3 ± 0,7 балла, практически не меняясь в дальнейшем. Такая интенсивность боли в спине вынуждала больных периодически пользоваться анальгетиками.

Сравнивая динамику показателей ВАШ после операций у больных в четырех подгруппах установлено, что в раннем периоде наблюдения существенная разница была выявлена только к третьему месяцу после операции. Пациенты подгрупп 1.1 и 2.1 жаловались на болевой синдром, отмечая интенсивность боли по ВАШ свыше 5 баллов в отличие от пациентов подгрупп 1.2 и 2.2, где интенсивность боли по ВАШ не превышала 2,5 баллов (H-критерий Краскела – Уоллиса: H = 174,9; df = 3, p < 0,001).

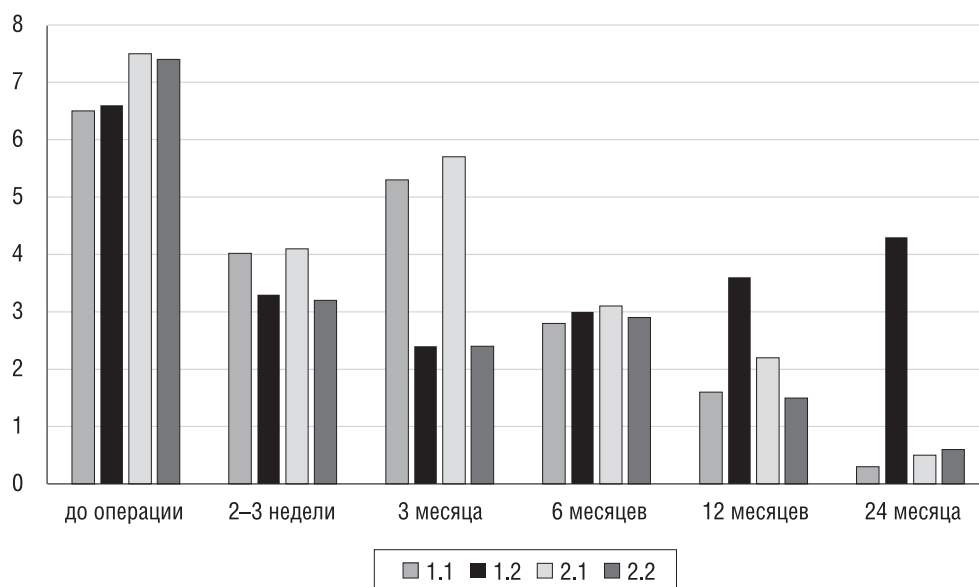


Рис. 6. Динамика показателей ВАШ у пациентов в подгруппах 1.1, 1.2 и 2.1, 2.2

Fig. 6. Dynamics of VAS indicators in patients in subgroups 1.1, 1.2 and 2.1, 2.2

Таблица 6 / Table 6

Динамика показателей ВАШ и ODI у пациентов групп 1 и 2

Dynamics of VAS and ODI indicators in patients of groups 1 and 2

Подгруппа	Через 2–3 нед. после операции		Через 3 мес. после операции		Через 12 мес. после операции		Через 24 мес. после операции	
	ВАШ	ODI	ВАШ	ODI	ВАШ	ODI	ВАШ	ODI
1.1	4,02 ± 0,5	67,1 ± 3,7	5,3 ± 0,8	58,4 ± 2,1	1,6 ± 0,5	23,6 ± 4,3	0,3 ± 0,5	19,3 ± 0,9
1.2	3,3 ± 0,7	59,6 ± 2,1	2,4 ± 0,5	53,9 ± 2,1	3,6 ± 0,4	43,8 ± 3,4	4,3 ± 0,5	48,2 ± 2,6
2.1	4,1 ± 0,4	68,1 ± 4,1	5,7 ± 0,7	62,01 ± 3,7	2,2 ± 0,6	23,3 ± 4,2	0,5 ± 0,4	19,0 ± 1,4
2.2	3,2 ± 0,7	60,1 ± 5,1	2,4 ± 0,5	52,2 ± 3,2	1,5 ± 0,7	22,7 ± 4,3	0,6 ± 0,5	19,2 ± 0,9
H-критерий	$H = 88,2$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 93,4$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 174,9$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 159$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 73,4$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 50,1$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 51$; $df = 3$; $p < 0,0001$	$H = 50,2$; $df = 3$; $p < 0,0001$

Через 12 мес. после операций статистически значимых различий значений ВАШ в подгруппах 1.1, 2.1, 2.2 не наблюдалось (H -критерий Краскела–Уоллиса: $H = 39$; $df = 2$; $p < 3,5$). При этом в подгруппе 1.2 его средняя величина достигала $3,6 \pm 0,5$ балла по сравнению с $1,5 \pm 0,6$ – $1,8 \pm 0,5$ в трех других подгруппах. К концу второго года наблюдения у пациентов подгруппы 1.2 были выявлены достоверные отличия по показателям ВАШ $4,2 \pm 0,7$, в то время как у пациентов других подгрупп значения ВАШ не превышали 0,5 (H -критерий Краскела–Уоллиса критическое значение: $H = 51$; $df = 3$; $p < 0,001$).

Аналогичная динамика выявлена при анализе показателей ODI в подгруппах больных (табл. 6, рис. 7).

К трем месяцам с момента операций средние значения ODI в подгруппах 1.1 и 2.1 составили соответственно $58,4 \pm 2,1$ и $62,2 \pm 3,4$, в то время как в других подгруппах не превышало 54 (H -критерий Краскела–Уоллиса: $H = 159$; $df = 3$; $p < 0,0001$).

При дальнейшем наблюдении в сроки 12 и 24 мес. после операций в подгруппе 1.2 значение ODI составило 43,8 и 48,2 соответственно, что достоверно

отличалось от аналогичных показателей в других подгруппах, средние показатели ODI в которых в эти же периоды находились в пределах 23 и 19 баллов (H -критерий Краскела–Уоллиса: $H = 50,2$; $df = 3$; $p < 0,0001$).

Среди имевших место осложнений было 21 (8,8 %) поверхностное нагноение после ТПФ, которое было купировано консервативными методами в течение 2,5–4 нед. после операций. 19 (8 %) случаев развития POF в позднем периоде наблюдения, при выявлении которых пациентам назначалась корсетотерапия на 2,5–4 мес. В указанных случаях нам удалось избежать проксимального кифоза более 8–9°. Имевшие место осложнения не приводили к необходимости ревизионных операций.

ОБСУЖДЕНИЕ

Лечение травмы позвоночника при сниженной МПКТ является сложной задачей, так как до сих пор нет однозначных рекомендаций по данной проблеме. Вентральная или дорзальная стабилизация

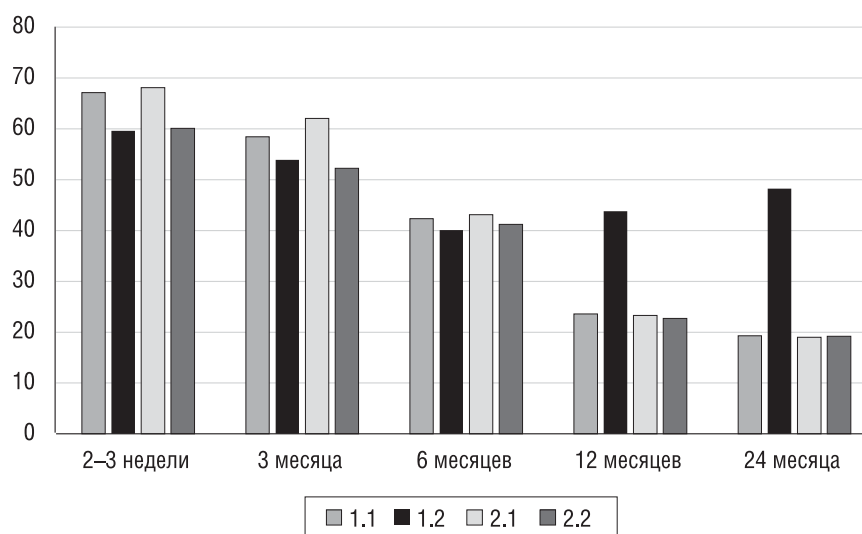


Рис. 7. Динамика показателей ODI у пациентов в подгруппах 1.1, 1.2 и 2.1, 2.2

Fig. 7. Dynamics of ODI indicators in patients in subgroups 1.1, 1.2 and 2.1, 2.2

поврежденных позвоночных колонн часто сопровождается развитием осложнений, связанных со слабостью костной ткани. Чаще всего это проявляется нестабильностью металлоконструкции и прогрессирующим посттравматическим кифозом [15]. Для увеличения стабильности дорзальных фиксирующих систем известно несколько технических приемов — проведение винтов большого диаметра или расширяемых винтов, методики бикортикального введения и цементной имплантации винтов [16, 17]. Известно, что цементная аугментация увеличивает прочность на вырывание винта на 250 % [18]. А. El Saman и соавт. [16] указывают, что при лечении переломов в грудном и поясничном отделах и наличии остеопороза применением ТПФ с цементной имплантацией винтов нестабильность отмечалась в 4,3 % случаев, а средняя величина потери коррекции составляла $1,1 \pm 0,8^\circ$. Тогда как при обычной ТПФ нестабильность отмечалась у 62,8 % больных, а потеря коррекции в среднем была $5 \pm 3,8^\circ$ [18]. Аналогичные данные приводят в своих исследованиях К. Sawakami и соавт. [19] и J.H. Seo и соавт. [20].

Проведенное исследование показало, что у пациентов с пониженной МПКТ при повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника цементная имплантация винтов при выполнении ТПФ, и передний корпородез практически в равной степени достоверно увеличивают долгосрочную стабильность фиксации травмированных ПДС. При этом клинические преимущества цементной имплантации винтов и реконструкции вентральной остеолигаментарной колонны в травмированных ПДС проявляются только в отдаленные сроки, через 12 месяцев и более после операций. В ближайшем периоде наблюдения преимущества цементной имплантации винтов и двухэтапного хирургического лечения не очевидны. Более того, сохраняющаяся болезненность и дискомфорт при этапном хирургическом лечении в области передних хирургических доступов у пациентов в подгруппах 1.1 и 2.1 оказывают отрицательное влияние на динамику функциональной адаптации в ближайшие сроки после операций. В то время как у пациентов в подгруппах 1.2 и 2.2, которым выполняли только ТПФ, послеоперационные боли регрессировали в ближайшие 3–4 недели после операции и к трехмесячному сроку находились в пределах 2,5 баллов по ВАШ.

При использовании цементной ТПФ передний корпородез не оказывал достоверного дополнительного положительного влияния на клиническую эффективность хирургического лечения. На это указывают практически идентичные спондилометрические параметры восстановления анатомических взаимоотношений в травмированных ПДС с сохранением показателей коррекции в отдаленные сроки после операций. А также достигаемые показатели функциональной адаптации по ODI в отдаленном периоде наблюдения в подгруппах 2.1 и 2.2. При этом передний корпородез является травматичной операцией, удлиняющей период адаптации, что особенно существенно для пациентов с отягощенным преморбидным фоном.

ВЫВОДЫ

1. При применении ТПФ с цементной имплантацией винтов для лечения пациентов с переломами грудных и поясничных позвонков на фоне сниженной МПКТ передний корпородез травмированных ПДС в качестве второго этапа хирургического лечения не дает клинических преимуществ по сравнению с применением только ТПФ с цементной имплантацией винтов.
2. При бесцементной ТПФ у пациентов со сниженной МПКТ передний корпородез травмированных ПДС необходим. Только при его выполнении после ТПФ обеспечивается стабильность фиксации, достаточная для сохранения восстановленных на операции анатомических взаимоотношений и функциональной адаптации больных в отдаленные сроки после операций.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. *Проблемы эндокринологии*. 2017;63(6):392-426. [Melnichenko GA, Belaya ZhE, Rozhinskaya LYa, et al. Russian federal clinical guidelines on the diagnostics, treatment, and prevention of osteoporosis. *Problemy endokrinologii*. 2017;63(6):392-426. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14341/probl2017636392-426>.
2. Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в странах Восточной Европы и Центральной Азии 2010. *Остеопороз и остеопатии*. 2011;14(2):3-6. [Lesnyak OM. Audit of the state of osteoporosis in the countries of Eastern Europe and Central Asia 2010. *Osteoporoz i osteopatii*. 2011;14(2):3-6. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14341/osteo201123-6>.
3. European Prospective Osteoporosis Study (EPOS) Group; Felsenberg D, Silman AJ, Lunt M, et al. Incidence of vertebral fracture in Europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J Bone Miner Res*. 2002;17(4):716-24. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2002.17.4.716>.
4. Dreimann M, Hempfing A, Stangenberg M, et al. Posterior vertebral column resection with 360-degree osteosynthesis in osteoporotic kyphotic deformity and spinal cord compression. *Neurosurg Rev*. 2018;41(1):221-8. <https://doi.org/10.1007/s10143-017-0840-1>.
5. Iqbal MM. Osteoporosis: epidemiology, diagnosis, and treatment. *South Med J*. 2000;93(1):2-18. <https://doi.org/10.1097/00007611-200093010-00002>.
6. Афаунов А.А., Басанкин И.В., Мишагин А.В., и др. Ревизионные операции в хирургическом лечении повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2015;(4):8-16. [Afaunov AA, Basankin IV, Mishagin AV, et al. Revision procedures in the surgical treatment of thoracic and lumbar spine injuries. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2015;(4):8-16. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14531/ss2015.4.8-16>.
7. Рахматиллаев Ш.Н., Рерих В.В., Садовой М.А. Особенности лечения переломов тел позвонков на фоне остеопороза. *Хирургия позвоночника*. 2006;(2):43-7. [Rakhmatillaev ShN, Rerikh VV, Sadovoy MA. Treatment of osteoporotic vertebral fractures. *Hirurgiya pozvonochnika*. 2006;(2):43-47. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14531/ss2006.2.43-47>.
8. Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., и др. Способ профилактики переломов смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(3):8-14. [Basankin IV,

- Takhmazyan KK, Afaunov AA, et al. Method for preventing fractures of adjacent vertebrae during transpedicular fixation in osteoporosis. *Khirurgiya pozvonocnika*. 2016;13(3):8-14. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14531/ss2016.3.8-14>.
9. Nguyen HV, Ludwig S, Gelb D. Osteoporotic vertebral burst fractures with neurologic compromise. *J Spin Disorders Techniques*. 2003;16(1):10-9. <https://doi.org/10.1097/00024720-200302000-00003>.
10. Борисов А.К. Оперативное лечение переломов грудного и поясничного отделов позвоночника с применением транспедикулярной фиксации: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2001. [Borisov AK. *Operativnoe lechenie perelomov grudnogo i poynichnogo otdelov pozvonocnika s primeneniem traspedikulyarnoi fiksatsii*. [dissertation abstract] Moscow; 2001. (In Russ.)]
11. Афаунов А.А., Басанкин И.В., Тахмязян К.К. Анализ результатов применения транспедикулярной фиксации с цементной имплантацией винтов при лечении повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника на фоне остеопороза. В сб.: *Перспективы развития вертебологии: инновационные технологии в лечении повреждений и заболеваний позвоночника и спинного мозга*: Материалы IV съезда Межрегиональной общественной организации «Ассоциация хирургов-вертебологов» с международным участием. М.; 2013. С. 10-16. [Afaunov AA, Basankin IV, Takhmazyan KK. Analysis of the results of the use of transpedicular fixation with cement implantation of screws in the treatment of injuries to the thoracic and lumbar spine against the background of osteoporosis. In: *Perspektivy razvitiya vertebrologii: innovatsionnye tekhnologii v lechenii povrezhdeniy i zabolevaniy pozvonocnika i spinnogo mozga*: Proceedings of IV Congress with international participation of Interregional Public Organization "Association of Surgeons-Vertebrologists". Moscow; 2013. P. 10-16. (In Russ.)]
12. Shota T, Yoshihiro M, Noboru H, Takeshi F. Major surgical treatment of osteoporotic vertebral fractures in the elderly: a comparison of anterior spinal fusion, anterior-posterior combined surgery and posterior closing wedge osteotomy. *Asian Spine J*. 2014;8(3):322-30. <https://doi.org/10.4184/asj.2014.8.3.322>.
13. Kashii M, Yamazaki R, Yamashita T, et al. Surgical treatment for osteoporotic vertebral collapse with neurological deficits: retrospective comparative study of three procedures—anterior surgery versus posterior spinal shorting osteotomy versus posterior spinal fusion using vertebroplasty. *Eur Spine J*. 2013;22(7):1633-42. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2759-8>.
14. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, McKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis*. 1987;40(5):373-83. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8).
15. Cook SD, Salkeld SL, Stanley T, et al. Biomechanical study of pedicle screw fixation in severely osteoporotic bone. *Spine J*. 2004;4(4):402-8. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2003.11.010>.
16. El Saman A, Meier S, Sander A, et al. Reduced loosening rate and loss of correction following posterior stabilization with or without PMMA augmentation of pedicle screws in vertebral fractures in the elderly. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2013;39(5):455-60. <https://doi.org/10.1007/s00068-013-0310-6>.
17. Яриков А.В., Денисов А.А., Масевнин С.В., и др. Остеопороз в практике вертебролога. *Врач*. 2020;(3):11-8. [Yarikov AV, Denisov AA, Masevnin SV, et al. Osteoporosis in the practice of a vertebrologist. *Vrach*. 2020;(3):11-8. (In Russ.)] <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-03-02>.
18. Bullmann V, Liljenqvist UR, Rodl R, Schulte TL. Pedicle screw augmentation from a biomechanical perspective. *Orthopade*. 2010;39(7):673-8. (In German). <https://doi.org/10.1007/s00132-010-1602-8>.
19. Sawakami K, Yamazaki A, Ishikawa S, et al. Polymethylmethacrylate augmentation of pedicle screws increases the initial fixation in osteoporotic spine patients. *J Spinal Disord Tech*. 2012;25(2):E28-35. <http://dx.doi.org/10.1097/bsd.0b013e318228bbed>.
20. Seo JH, Ju CI, Kim SW, et al. Clinical efficacy of bone cement augmented screw fixation for the severe osteoporotic spine. *Korean J Spine*. 2012;9(2):79-84. <http://dx.doi.org/10.14245/kjs.2012.9.2.79>.

Информация об авторах:

Аскер Алиевич Афаунов — профессор, д-р мед. наук, ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России, Краснодар.

E-mail: afaunovkr@mail.ru.

Игорь Вадимович Басанкин — д-р мед. наук, ГБУЗ «НИИ — ККБ № 1», Краснодар. E-mail: basankin@rambler.ru.

Карапет Карапетович Тахмязян — ГБУЗ «НИИ — ККБ № 1», г. Краснодар. E-mail: dr.karpo@gmail.com.

Абрам Акопович Гюльзатян — канд. мед. наук, ГБУЗ «НИИ — ККБ № 1», Краснодар. E-mail: abramgulz@gmail.com.

Михаил Львович Муханов — канд. мед. наук, ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России, Краснодар.

E-mail: pputinn@yandex.ru.

Никита Сергеевич Чайкин — ГБУЗ СК СККБ, Ставрополь. E-mail: ch.nik92@yandex.ru.

Information about authors:

Asker A. Afaunov — professor, MD, PhD, Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, Russia. E-mail: afaunovkr@mail.ru.

Igor V. Basankin — MD, PhD, State Budgetary Healthcare Institution "Research Institute - Regional Clinical Hospital № 1 named after Professor S.V. Ochapovsky", Krasnodar, Russia. E-mail: basankin@rambler.ru.

Karapet K. Takhmazyan — State Budgetary Healthcare Institution "Research Institute — Regional Clinical Hospital № 1 named after Professor S.V. Ochapovsky", Krasnodar, Russia. E-mail: dr.karpo@gmail.com.

Abram A. Giulzatyan — MD, State Budgetary Healthcare Institution "Research Institute — Regional Clinical Hospital № 1 named after Professor S.V. Ochapovsky", Krasnodar, Russia. E-mail: abramgulz@gmail.com.

Mikhail L. Mukhanov — MD, Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, Russia. E-mail: pputinn@yandex.ru.

Nikita S. Chaikin — State Budgetary Healthcare Institution "Stavropol Regional Clinical Hospital", Stavropol, Russia.

E-mail: ch.nik92@yandex.ru.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С САГИТТАЛЬНЫМ ДИСБАЛАНСОМ ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ЭТИОЛОГИИ: СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДИК

Е.С. Байков, А.В. Пелеганчук, А.Д. Сангинов, О.Н. Леонова, А.В. Крутько

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Я.Л. Цивьяна»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск

Цель. Сравнить клинико-рентгенологические результаты лечения пациентов с деформациями позвоночника, оперированных методом педикулярной субтракционной остеотомии (Pedicule Subtraction Osteotomy – PSO) и корригирующим спондилодезом на поясничном отделе позвоночника. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное моноцентровое когортное исследование. Проанализированы данные 42 пациентов. PSO (I группа) выполнена 12 пациентам; 30 пациентам — комбинация хирургических методов (II группа) с обязательным вентральным корригирующим спондилодезом на уровнях L4-L5, L5-S1. Клинико-рентгенологические параметры оценены в период госпитализации и минимум через 1 год.

Результаты. Послеоперационная госпитализация в I группе $32,5 \pm 7,4$ дня, $27,1 \pm 7,4$ дня — во II группе ($p = 0,558758$). Продолжительность операции в I группе $402,5 \pm 55,6$ мин, во II группе — $526,0 \pm 116,2$ мин ($p = 0,001124$); кровопотеря $1862,5 \pm 454,3$ мл против $1096,0 \pm 543,3$ мл ($p = 0,000171$). В обеих группах значимо улучшены клиническо-рентгенологические параметры после операции и через 1 год ($p < 0,05$). Во II группе в сравнении с I после операции и через 1 год: ниже боль в спине по визуально-аналоговой шкале боли (Visual Analog scale — VAS) ($p = 0,015424$ и $p = 0,015424$); ниже ODI (Oswestry Disability Index) через 1 год ($p = 0,000001$). В I группе в сравнении со II группой после операции и через 1 год SVA меньше ($p = 0,029879$ и $p = 0,000014$ соответственно), поясничный лордоз выше ($p = 0,045002$ и $p = 0,024120$), LDI (Lordosis Distribution Index) восстановлен оптимальнее ($p = 0,000001$ и $p = 0,000002$), GAP (Global Alignment and Proportion) ниже ($p = 0,005845$ и $p = 0,002639$). Идеальный тип Russoly восстановлен чаще у пациентов II группы ($p = 0,00032$). Осложнения в I группе отмечены у 12 (100 %), во II группе — у 13 (43,3 %) пациентов ($p = 0,001$).

Выводы. Передний корригирующий межтеловой спондилодез L4-L5, L5-S1 в многоэтапном хирургическом лечении в сравнении с PSO достоверно лучше и гармоничнее восстанавливает параметры сагиттального баланса, имеет значительно ниже объем интраоперационной кровопотери, меньше периоперационных осложнений и значительно улучшает качество жизни пациентов. Ключевые слова: деформация позвоночника у взрослых; дегенеративный сколиоз; сагиттальный дисбаланс; PSO; вертебротомия.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: исследование не имело дополнительного финансирования.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., Леонова О.Н., Крутько А.В. Хирургическое лечение пациентов с сагиттальным дисбалансом дегенеративной этиологии: сравнение двух методик. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(3):16-26. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027316-26>

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH SAGITTAL IMBALANCE OF DEGENERATIVE ETIOLOGY: A COMPARISON OF TWO METHODS

E.S. Baikov, A.V. Peleganchuk, A.J. Sanginov, O.N. Leonova, A.V. Krutko

Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia

Purpose. Compare the clinical and radiological results of treatment of patients with spinal deformities operated on using the PSO method and corrective fusion in the lumbar spine.

Materials and methods. Retrospective monocenter cohort study. The data of 42 patients were analyzed. PSO (group I) was performed in 12 patients; 30 patients had a combination of surgical methods (group II) with mandatory ventral corrective spinal fusion at levels L4-L5, L5-S1. Clinical and radiological parameters were evaluated during hospitalization and at least 1 year later.

Results. Postoperative hospitalization in group I — 32.5 ± 7.4 days, 27.1 ± 7.4 in group II ($p = 0.558758$). The duration of the operation in group I was 402.5 ± 55.6 minutes, in group II 526.0 ± 116.2 minutes ($p = 0.001124$); blood loss 1862.5 ± 454.3 ml versus 1096.0 ± 543.3 ml ($p = 0.000171$). In both groups, significantly improved clinical and radiological parameters after surgery and after 1 year ($p < 0.05$). In group II, as compared with group I after surgery and more than 1 year: lower back pain according to VAS ($p = 0.015424$ and $p = 0.015424$); below ODI after 1 year was ($p = 0.000001$). In group I, compared with group II after surgery and after 1 year, SVA is less ($p = 0.029879$ and $p = 0.000014$), lumbar lor-

dosis is higher ($p = 0.045002$ and $p = 0.024120$), LDI is restored more optimally ($p = 0.000001$ and $p = 0.000002$), the GAP is lower ($p = 0.005845$ and $p = 0.002639$). The ideal Russoly type is restored more often in patients of group II ($p = 0.00032$). Complications in group I were noted in 12 (100%) patients, in group II — in 13 (43.3%) patients ($p = 0.001$).

Conclusions. *In multistep surgical treatment compared with PSO, the anterior corrective interbody fusion L4-L5, L5-S1 reliably better and more harmoniously restores the sagittal balance parameters, has significantly lower volume of intraoperative blood loss, fewer perioperative complications and significantly improves the quality of life of patients.*

Key words: spinal deformity in adults; degenerative scoliosis; sagittal imbalance; PSO; vertebrotoomy.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Baikov ES, Peleganchuk AV, Sanginov AJ, Leonova ON, Krutko AV. Surgical treatment of patients with sagittal imbalance of degenerative etiology: a comparison of two methods. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):16-26. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027316-26>

ВВЕДЕНИЕ

Индивидуализированная гармоничность изгибов позвоночника является базовой составляющей комфортного прямохождения человека. Согласно концепции французского хирурга Dubousset, который ввел понятие «конуса экономии», человек в вертикальном положении имеет определенные границы, в пределах которых затрачивается минимальное количество энергии, а выход за которые сопряжен с усилением мышечной нагрузки, включением механизмов компенсации [1]. При их истощении возникает потребность в использовании средств опоры. Одной из основных причин развития деформаций позвоночника взрослых пациентов и «выхода» за пределы оптимальных значений «конуса экономии» является прогрессирующая дегенерация межпозвонковых дисков [2]. Нарушения в сагиттальной плоскости в рамках многоплоскостных деформаций позвоночника имеют большее значение в формировании клинических проявлений и, как следствие, прямую корреляционную зависимость с качеством жизни [3, 4]. Особое значение в развитии сагиттального дисбаланса имеет патология на двух нижне-поясничных уровнях, которые формируют в среднем 66 % поясничного лордоза [5]. Поскольку доля людей, достигших пожилого и старческого возраста, ежегодно увеличивается, следовательно, повышается потребность в хирургической помощи пациентам с деформациями позвоночника, цель которой — улучшение качества жизни за счет коррекции развившихся изменений [6].

В хирургической практике имеется ряд методов коррекции многоплоскостных деформаций, которые включают различные виды остеотомий позвоночника по F. Schwab и соавт. [7], корригирующие межтеловые спондилодезы (ALIF, LLIF, TLIF), заднюю винтовую фиксацию. При дегенеративной патологии, формирующей ригидные деформации, наиболее эффективным методом ее коррекции является педикулярная субтракционная остеотомия (PSO) [8]. С ее помощью можно добиваться угловых изменений на одном сегменте до 40° [9]. Однако данный вид остеотомии достаточно травматичен

и имеет высокую частоту как интра-, так и послеоперационных осложнений, которые могут достигать практически 40 % [10, 11]. Аналогичные возможности по коррекции сагиттального баланса имеет комбинированный спондилодез, выполненный из переднего (гиперлордотическими кейджами на нижне-поясничных уровнях), прямого бокового и трансфораминального доступов (на средне- и верхне-поясничном уровнях) [12]. PSO не может быть выполнено минимально-инвазивным способом, ее возможности ограничены в части восстановления идеального типа Roussouly, создания оптимального отношения нижне- и верхне-поясничного лордоза, которые имеют связь с механическими осложнениями [13, 14]. Недостатки этой методики могут быть решены применением комбинации хирургических доступов с целью уменьшения хирургической агрессии и улучшения исходов лечения. Вопрос доказанности преимуществ того или иного метода в литературе остается открытым. Это послужило формированию цели нашего исследования — на ретроспективной когорте сравнить результаты клинических и рентгенологических данных пациентов с деформациями позвоночника преимущественно в сагиттальной плоскости дегенеративного генеза, оперированных методом PSO и корригирующим спондилодезом из комбинации доступов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования — моноцентровое ретроспективное когортное исследование. Проанализированы данные 42 пациентов, которым проведено хирургическое вмешательство на поясничном отделе позвоночника с 2014 по 2018 г. Болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и ногах (корешковый), нейрогенная перемежающаяся хромота, неврологический дефицит, не купируемые консервативным лечением, являлись показанием к операции. Причинами вертеброгенных синдромов были дегенеративный стеноз позвоночного канала в сочетании с нарушением сагиттального баланса позвоночника. Всем пациентам требовалась коррекция в поясничном отделе позвоночника бо-

лее 20°, при этом нарушения позвоночно-тазовых взаимоотношений и глобального баланса соответствовали одному и более из следующих параметров: SVA > 5 см, PI-LL > 10°, PT > 20°, индекс распределения лордоза (LDI) < 40 %. Все пациенты имели тип N по SRS-Schwab (деформация во фронтальной плоскости < 30°).

Было выделено 2 исследуемые группы. В первую вошли 12 пациентов, оперированных методом PSO в сочетании с задней транспедикулярной винтовой фиксацией. Вертебротомия всем пациентам проводилась на уровне L3 позвонка. Вторую группу составили 30 пациентов, которым проведен корригирующий спондилодез на поясничном отделе позвоночника. Данный метод заключался в обязательной установке гиперлордотических кейджей (15 и 18°) на уровнях L4-L5 и(или) L5-S1. В случае необходимости дополнительной коррекции, локализации субстрата клинско-неврологических проявлений, выполняли продление транспедикулярной и межтеловой фиксации (DLIF или TLIF (банановидным кейджем)) на вышележащие уровни поясничного отдела позвоночника. Этой группе пациентов выполняли остеотомию 1-го или 2-го типа по SRS-Schwab на уровнях спондилодеза. Хирургические этапы проводили за одно или несколько вмешательств (через 7–10 дней). Это планировалось на дооперационном этапе и базировалось на соматическом статусе пациента с целью минимизации разовой хирургической агрессии и риска осложнений.

Срок наблюдения пациентов составил от 1 года до 4 лет. Анализированы клинические, операционные данные, рентгенологические параметры. Проводилась оценка данных, полученных дооперационно, интраоперационно, на момент выписки и минимум через 1 год с момента операции.

Клинические данные: возраст, пол, индекс массы тела, визуально-аналоговая шкала боли (Visual Analog scale — VAS) спина и нога, ODI (Oswestry Disability Index), достижение MCID (минимальная клинически значимая разница) для ODI после 1 года с момента операции. Клинически значимым мы считали уменьшение ODI как минимум на 14,3 балла [15]. Хирургические данные: тип операции (первичная, повторная), продолжительность этапов операции (у второй группы суммарно всех операций), общий объем кровопотери, уровни хирургического вмешательства, интра- и послеоперационные осложнения.

Инструментальный диагностический спектр включал до операции: функциональную рентгенографию; рентгенографию позвоночника в положении стоя в обычной позе, в двух стандартных проекциях от C0 до средней трети бедренных костей, положение кистей на противоположных ключицах; магнитно-резонансную томографию (МРТ) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) поясничного отдела позвоночника. После операции: рентгенографию позвоночника в положении стоя в обычной позе, в двух стандартных проекциях от C0 до средней трети бедренных костей, положение кистей на противоположных ключицах; при

необходимости — МСКТ и(или) МРТ поясничного отдела позвоночника. Через 1 год после операции: рентгенографию позвоночника в положении стоя в обычной позе, в двух стандартных проекциях от C0 до средней трети бедренных костей, положение кистей на противоположных ключицах; МСКТ поясничного отдела позвоночника.

Радиологические параметры включали: PI, PT, SVA, LL, Low LL (Low lumbar lordosis — L4-S1), PI-LL, тип Russoly, Global Alignment and Proportion (GAP).

Тип Russoly у каждого пациента определяли по PI: типы I и II — PI < 45°, тип III — PI 45–60°, тип IV — PI > 60° [9]. Восстановление типа Russoly определяли как некорригированный, корригированный, гиперкорригированный [13].

GAP — система оценки изменений позвоночно-тазовых взаимоотношений и глобального баланса, выраженная в баллах. Данный метод предложен С. Yilgor и соавт. в 2017 г. [11] и предполагает индивидуальный расчет значений: положение таза, поясничный лордоз, индекс распределения лордоза, глобальное позвоночно-тазовое отношение, возраст. GAP выражается в трех состояниях: 0–2 балла — пропорциональный баланс; 3–6 — умеренно диспропорциональный баланс; > 7 баллов — грубо диспропорциональный.

Обработку полученных результатов исследования проводили с использованием вычисления описательных статистик (для количественных переменных среднее значение — M , стандартное отклонение — m , результаты представлены в виде $M \pm m$; для порядковых переменных приведены частоты значений и доли в процентах относительно числа валидных наблюдений) и путем сравнения количественных и качественных признаков в исследуемых группах пациентов. Для анализа использовали непараметрические методы. Различия между сравниваемыми средними величинами исследуемых параметров в группах оценивали с помощью непараметрического U -критерия Манна — Уитни. Связь качественных признаков между собой проводили с использованием критерия Фишера. Взаимосвязь двух признаков между собой оценивали с помощью корреляционного анализа по Спирмену. Характер тесноты связей коэффициента корреляции учитывали по следующей шкале принимаемых им интервалов значений (ρ): < 0,19 — очень слабая связь, 0,20–0,29 — слабая, 0,30–0,49 — умеренная, 0,50–0,69 — средняя, > 0,70 — сильная степень связи. Значимой считали тесноту связи между признаками не менее 0,3 (> 0,3). Уровень пороговой статистической значимости (p) принимали меньше либо равным 0,05 ($p < 0,05$). Для статистической обработки данных применяли программу SPSS 15.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первая группа состояла из 6 (50 %) мужчин и 6 (50 %) женщин. Средний возраст исследуемых пациентов — $61,6 \pm 4,4$ года (от 55 до 69 лет). Индекс массы тела в среднем составил $31,3 \pm 6,8$ кг/м² (от 22,2 до 37,7 кг/м²). Во вторую группу вошли 4 (13,3 %) мужчины и 26 (86,7 %) женщин. Средний

возраст исследуемых пациентов — $58,9 \pm 7,9$ года (от 41 до 75 лет). Индекс массы тела в среднем составил $32,2 \pm 3,5$ кг/м² (от 24,7 до 38,3 кг/м²).

Количество ранее оперированных пациентов в I группе составило 6 человек (50 %), во II группе — 8 (26,7 %) человек ($p = 0,50499$). Первично у пациентов выполняли моносегментарный спондилодез на одном из поясничных уровней (транспедикулярная фиксация в сочетании с или без межтеловой стабилизации). Неблагоприятный исход первичной операции был обусловлен несращением с развитием псевдоартроза, потерей коррекции на оперированном уровне, несостоятельностью транспедикулярной фиксации, грубыми патологическими изменениями на соседних уровнях.

Послеоперационная госпитализация составила в группе PSO $32,5 \pm 7,4$ дня (от 20 до 46 дней) против $27,1 \pm 7,4$ дня (от 15 до 43 дней) в группе комбинированного лечения ($p = 0,558758$). Продолжительность хирургического вмешательства в I группе составила $402,5 \pm 55,6$ мин и была меньше, чем суммарная всех этапов во II группе — $526,0 \pm 116,2$ мин. Данный показатель достоверно отличался в группах ($p = 0,001124$). Средняя кровопотеря в I группе — $1862,5 \pm 454,3$ мл, что было значительно больше, чем общий объем во всех этапах операции II группы — $1096,0 \pm 543,3$ мл ($p = 0,000171$).

В I группе вертебротомия всем пациентам проводилась на уровне L3 позвонка. Транспедикулярная фиксация выполнена на пяти уровнях в 9 (75,0 %) случаях, на шести уровнях — в 3 (25,0 %) случаях.

Во II группе транспедикулярная стабилизация выполнена всем 30 пациентам. Двухуровневая фиксация проведена в 14 (46,7 %) случаях, трех-

уровневая — в 11 (36,7 %), четырехуровневая — в 5 (16,6 %). ALIF и ТПФ (транспедикулярная фиксация) на уровнях L4-L5 и (или) L5-S1 выполнены 10 (33,3 %) пациентам. Вентральный межтеловой спондилодез и задняя винтовая фиксация, дополненные DLIF на уровнях L2-L3 и (или) L3-L4, проведены 14 (46,7 %) пациентам. ALIF и ТПФ, дополненные TLIF только на уровне L3-L4, проведены 6 пациентам (20,0 %).

Статистический анализ изменений клинических и радиологических параметров в группах в сравнении с до- и после операции представлен в табл. 1–4. Из представленных данных видно достоверно значимое улучшение всех исследованных параметров в обеих группах.

При межгрупповом сравнении исследуемых параметров определены следующие закономерности. В группе комбинированного лечения боль в спине по VAS после операции и через 1 год достоверно была ниже, чем в группе PSO ($p = 0,015424$ и $p = 0,015424$ соответственно). MCID ODI в I группе был достигнут в 9 (75,0 %) случаях, во II группе — в 26 (86,7 %). При этом в группе комбинированного лечения ODI через 1 год был значительно ниже, чем у пациентов с PSO ($p = 0,000001$). По результатам сравнительного анализа радиологических данных также определены достоверные различия в группах. В группе комбинированного лечения в сравнении с группой PSO после операции и через 1 год SVA были значительно меньше ($p = 0,029879$ и $p = 0,000014$ соответственно), поясничный лордоз LL был достоверно больше ($p = 0,045002$ и $p = 0,024120$ соответственно), индекс распределения лордоза (LDI) был восстановлен оптимальнее ($p = 0,000001$ и $p = 0,000002$ соответ-

Таблица 1 / Table 1

Анализ клинических данных I группы

Analysis of clinical data of group I

Параметры	До операции	После операции	p -level	Через 1 год	p -level
VAS спина, баллы	$7,3 \pm 0,5$	$4,3 \pm 1,1$	0,002218 *	$5,0 \pm 1,3$	0,007686 *
VAS нога, баллы	$2,8 \pm 1,1$	$0,8 \pm 0,8$	0,002218 *	$1,3 \pm 0,9$	0,002218 *
ODI, %	$66,5 \pm 5,9$	—	—	$51,0 \pm 8,7$	0,009633 *

* Изменения статистически значимы.

Примечание. VAS — Визуально-аналоговая шкала боли. ODI — индекс Освестри.

* Changes are statistically significant.

Note. VAS — Visual Analog scale. ODI — Oswestry Disability Index.

Таблица 2 / Table 2

Анализ клинических данных II группы

Analysis of clinical data of group II

Параметры	До операции	После операции	p -level	Через 1 год	p -level
VAS спина, баллы	$6,7 \pm 0,9$	$3,3 \pm 0,9$	0,000002 *	$3,3 \pm 0,8$	0,000002 *
VAS нога, баллы	$4,6 \pm 1,4$	$0,5 \pm 0,6$	0,000002 *	$0,9 \pm 0,8$	0,000002 *
ODI, %	$60,4 \pm 8,0$	—	—	$34,7 \pm 4,9$	0,000002 *

* Изменения статистически значимы.

Примечание. VAS — Визуально-аналоговая шкала боли. ODI — индекс Освестри.

* Changes are statistically significant.

Note. VAS — Visual Analog scale. ODI — Oswestry Disability Index.

Таблица 3 / Table 3

Анализ изменений параметров сагиттального баланса I группы

Analysis of changes in the sagittal balance parameters of group I

Параметры	До операции	После операции	p-level	Через 1 год	p-level
PT, градусы	28,5 ± 8,2	17,8 ± 4,8	0,002218 *	21,5 ± 7,7	0,002218 *
SVA, см	12,5 ± 6,1	4,2 ± 1,1	0,002218 *	6,3 ± 0,9	0,63787
LL, градусы	11,3 ± 22,5	48,8 ± 9,8	0,002218 *	43,3 ± 7,3	0,002218 *
LDI, %	30,0 ± 31,6	34,0 ± 6,4	0,15794	41,0 ± 10,6	0,15794
PI-LL, градусы	40,5 ± 23,0	3,0 ± 7,3	0,002218 *	8,5 ± 8,7	0,002218 *
GAP, баллы:					
0–2	0	3 (25,0 %)	0,0641	3 (25,0 %)	0,0641
3–6	0	6 (50,0 %)	0,0137 *	3 (25,0 %)	0,0641
>7	12 (100 %)	3 (25,0 %)	0,0003 *	6 (50,0 %)	0,0137 *

* Изменения статистически значимы.

* Changes are statistically significant.

Таблица 4 / Table 4

Анализ изменений параметров сагиттального баланса II группы

Analysis of changes in the sagittal balance parameters of group II

Параметры	До операции	После операции	p-level	Через 1 год	p-level
PT, градусы	26,1 ± 5,7	17,4 ± 3,9	0,000002 *	19,33 ± 4,4	0,000002 *
SVA, см	6,7 ± 3,5	2,7 ± 2,3	0,000002 *	3,7 ± 1,7	0,000004 *
LL, градусы	36,3 ± 18,6	55,1 ± 11,8	0,000002 *	51,6 ± 10,7	0,000002 *
LDI, %	35,8 ± 20,9	68,7 ± 10,8	0,000002 *	68,9 ± 10,0	0,000002 *
PI-LL, градусы	21,0 ± 13,8	2,2 ± 8,7	0,000002 *	5,7 ± 8,1	0,000002 *
GAP, баллы:					
0–2	0	16	0,000001 *	18	0,000001 *
3–6	14	14	0,999999	12	0,794882
>7	16	0	0,000001 *	0	0,000001 *

* Изменения статистически значимы.

* Changes are statistically significant.

ственно), а также показатель GAP был значительно ниже ($p = 0,005845$ и $p = 0,002639$ соответственно). Остальные исследуемые параметры достоверно не различались.

В группе PSO у 3 (25,0 %) пациентов имелся III тип по Russoly, у 9 (75,0 %) — IV тип, I и II типы — ни в одном случае. В группе комбинированного лечения I и II типы по Russoly выявлены у 2 (6,7 %) пациентов, у 18 (60,0 %) — III тип, у 10 (33,3 %) — IV тип. Восстановление идеального типа Russoly не отмечено ни у одного пациента группы PSO, тип ниже идеального — в 3 (25,0 %) случаях, гиперкоррекция — в 9 (75,0 %) случаях. Восстановление идеального типа Russoly отмечено у 18 (60,0 %) пациентов группы комбинированного лечения, тип ниже идеального — в 6 (20,0 %) случаях, выше идеального — также в 6 (20,0 %) случаях. Таким образом, сравнивая возможности методик по восстановлению идеального типа Russoly, отмечено, что в группе комбинированного лечения его достижение значительно превосходило таковое в группе PSO ($p = 0,00032$).

Встречавшиеся осложнения были разделены на 5 видов: механические, инфекционные (ИОХВ), неврологические, тромбоэмболические и прочие. К механическим осложнениям были отнесены: перелом элементов металлоконструкции, перелом частей позвонков, миграция имплантатов, проксимального переходного кифоза (Proximal Junctional Kyphosis — PJK), несостоятельность концевых точек фиксации. К прочим относились: пневмония, уроинфекция, травма крупных сосудов, эвентрация петель кишечника, ликворея, почечная недостаточность. Распределение видов осложнений в группах представлено в табл. 5. По этим данным видно, что в группе PSO общее количество осложнений достоверно выше, чем у пациентов с комбинированным лечением ($p = 0,001$).

В I группе имелось 5 (41,7 %) механических осложнений, которые были обусловлены переломом стержней в 3 (25,0 %) случаях, диагностированных через 4, 6 и 7 мес., и развитием в 2 случаях PJK 1A и 3A по M. Yagi и соавт. [16], диагностированных

Таблица 5 / Table 5

Сравнительный анализ осложнений у пациентов в I и II группах
Comparative analysis of complications of groups I and II

Виды осложнений	I группа	II группа	p-level
Механические	5 (41,7 %)	3 (10,0 %)	0,0309 *
Инфекционные	1 (8,3 %)	1 (3,3 %)	0,4948
Неврологические	3 (25,0 %)	1 (3,3 %)	0,0192 *
Тромбоэмболические	3 (25,0 %)	6 (20,0 %)	0,6987
Прочие	5 (41,7 %)	6 (10,0 %)	0,069
Количество пациентов с осложнениями	12 (100 %)	13 (43,3 %)	0,0005 *

* Изменения статистически значимы.

* Changes are statistically significant.

через 3 и 10 мес. В данной группе у всех 5 пациентов с механическими осложнениями имела гиперкоррекция типа Russouly. Во II группе механические осложнения были связаны в 1 (3,3 %) случае с переломом тела позвонка и в 2 (6,7 %) — с миграцией гиперлордотического кейджа.

Число повторных хирургических вмешательств в I группе составило 4 (33,3 %) случая: в трех — перелом элементов металлоконструкции, в одном — РЖК.

Во II группе было 3 (10,0 %) реоперации: в одном случае — эвентрация петель тонкого кишечника, в двух — миграция межтелового имплантата. Однако при межгрупповом сравнении достоверных различий по признаку реоперации не выявлено ($p = 0,164$).

На рис. 1 и 2 представлены клинические примеры хирургического лечения пациентов из группы PSO и комбинированного лечения.

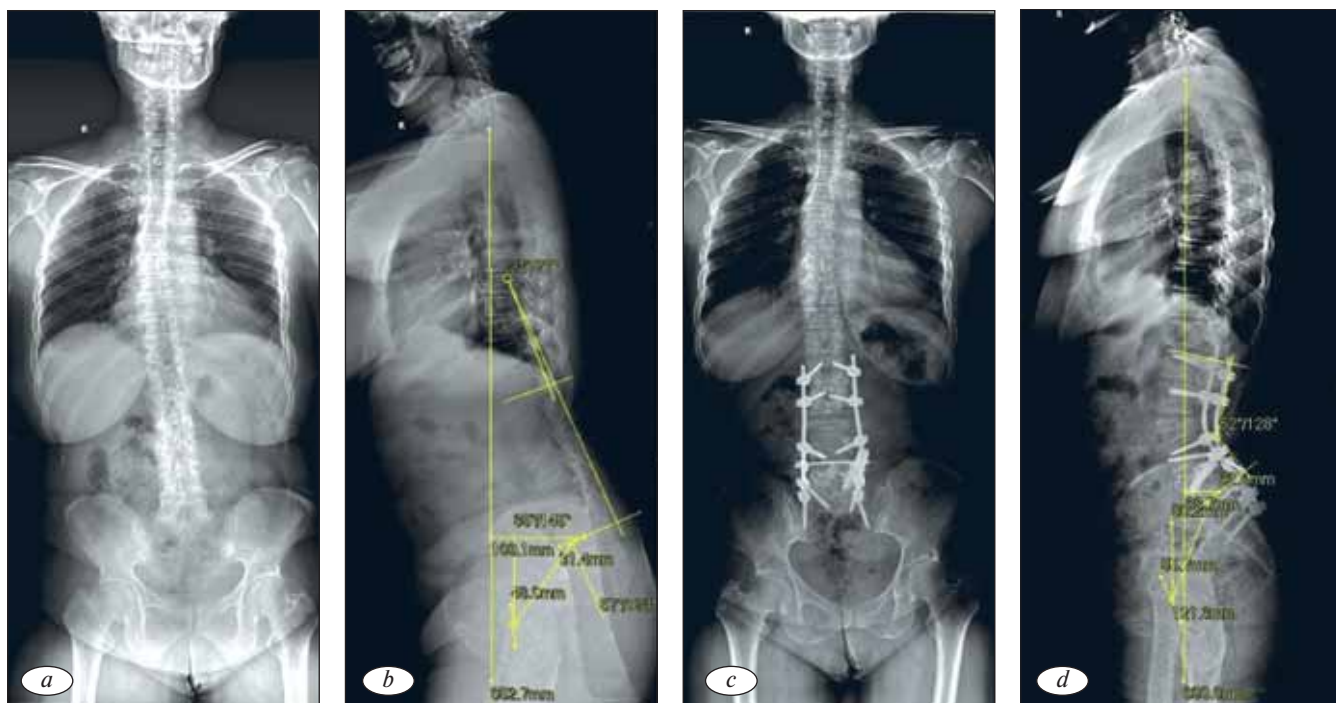


Рис. 1. Рентгенограммы пациентки, 55 лет, с дегенеративным стенозом и нарушением сагиттального баланса, проявляющихся выраженным болевым синдромом в поясничном отделе позвоночника, синдромом компрессии L4, L5 корешков слева: *a* и *b* — дооперационные рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях. PI — 57°, PI-LL — 54°, PT — 35°, SVA — 109 мм, LDI — 33 %, GAP — 11 баллов, III тип Russouly. Пациентке проведено: PSO L3, PLIF на уровне L4-L5, остеотомия Schwab II типа на уровне L4-L5, задняя винтовая фиксация L1-S1; *c* и *d* (через 1 год) — рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях. PI — 57°, PI-LL — 5°, PT — 18°, SVA — 38 мм, LDI — 25 %, GAP — 4 балла

Fig. 1. X-Ray scans of a 55-year-old patient with degenerative stenosis and sagittal imbalance, radiculopathy L4 and L5 on the left with severe pain in the lumbar spine: *a* and *b* — preoperative X-Ray scans in step mode at the anterior and lateral views. PI — 57°, PI-LL — 54°, PT — 35°, SVA — 109 mm, LDI — 33%, GAP — 11 points, III type Russouly. The patient underwent: PSO at L3 level, PLIF at the L4-L5 level, osteotomy Schwab II type at the L4-L5 level, posterior screw fixation at the L1-S1 levels; *c* and *d* (after 1 year) — X-Ray scans in step mode at the anterior and lateral views postoperatively. PI — 57°, PI-LL — 5°, PT — 18°, SVA — 38 mm, LDI — 25%, GAP — 4 points



Рис. 2. Рентгенограммы пациентки, 50 лет, с поясничным сколиозом de novo, нарушением сагиттального баланса, дегенеративным стенозом, проявляющихся выраженным болевым синдромом в поясничном отделе позвоночника и нейрогенной перемежающейся хромотой: *a* и *b* — дооперационные рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях. PI — 46°, PI-LL — 26°, PT — 18°, SVA — 78 мм, LDI — 96 %, GAP — 7 баллов, III тип Russouly. Пациентке проведено: ALIF на уровнях L4-L5, L5-S1 и DLIF на уровнях L2-L3, L4-L5, остеотомия Schwab I и II тип на всех уровнях, задняя винтовая фиксация L2-S1; *c* и *d* (через 1 год) — рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях после. PI — 46°, PI-LL — 3°, PT — 13°, SVA — 30 мм, LDI — 79 %, GAP — 2 балла

Fig. 2. X-Ray scans of a 50-year-old patient with de novo lumbar scoliosis, sagittal imbalance, degenerative stenosis, with neurogenic intermittent claudication and severe pain in the lumbar spine: *a* and *b* — preoperative X-Ray scans in step mode at the anterior and lateral views. PI — 46°, PI-LL — 26°, PT — 18°, SVA — 78 mm, LDI — 96%, GAP — 7 points, III type Russouly. The patient underwent: ALIF at the L4-L5, L5-S1 levels and DLIF at the L2-L3, L4-L5 levels, osteotomy by Schwab I and II type at all lumbar levels, posterior screw fixation at the L2-S1 levels; *c* and *d* (after 1 year) — radiographs in step mode at the anterior and lateral views postoperatively. PI — 46°, PI-LL — 3°, PT — 13°, SVA — 30 mm, LDI — 79%, GAP — 2 points

ОБСУЖДЕНИЕ

Трехколонные остеотомии, такие как PSO, являются наиболее выполняемыми и эффективными у пациентов с деформациями позвоночника при необходимости значимой коррекции, особенно в сагиттальной плоскости [17]. Однако данный вид хирургического вмешательства сопряжен с высокой частотой периоперационных осложнений, которые могут достигать 59 % [17], а связанная с этим частота повторных операции 28 % [11].

Альтернативой PSO, не уступающей по корректирующим возможностям, может быть использование комбинации хирургических методик в виде корректирующих спондилодезов, выполненных из вентрального, бокового, дорзальных доступов в сочетании с задней винтовой фиксацией. Преимуществами данного вида хирургического лечения па-

циентов с деформациями позвоночника могут быть снижение одномоментной операционной травмы, за счет временного разделения этапов, их выполнения минимально-инвазивным способом. Данный подход может отражаться на частоте периоперационных осложнений, что является крайне важным моментом у возрастных пациентов с отягощенным коморбидным статусом. К преимуществам данного вида лечения также можно отнести возможность гармоничного восстановления позвоночно-тазовых взаимоотношений, оказывающих значимое влияние на глобальный сагиттальный профиль позвоночника.

Как известно, ниже-поясничный лордоз формирует до 70 % общего поясничного лордоза [11]. При грубой дегенерации L4-L5, L5-S1 межпозвонковых дисков происходит потеря оптимального распределения поясничного лордоза, что является пусковым

механизмом в развитии сагиттального дисбаланса с соответствующими клиническими проявлениями [2, 3, 4]. Поэтому одной из главных задач при хирургических вмешательствах, направленных на коррекцию в сагиттальной плоскости, является гармоничное восстановление поясничного лордоза за счет двух ниже-поясничных межпозвонковых дисков. В настоящем исследовании при сравнении двух методик выявлено значимое увеличение поясничного лордоза сразу после хирургического вмешательства как в группе PSO ($p = 0,002218$), так и в группе комбинированного лечения ($p = 0,000002$), что прослеживалось и как минимум через 1 год с момента операции ($p = 0,002218$ и $p = 0,000002$ соответственно). Однако индекс распределения лордоза значительно улучшился только во II группе и после операции, и через 1 год после ее проведения ($p = 0,000002$ и $p = 0,000002$ соответственно).

На гармоничность сагиттального баланса указывает тип Russouly, а точнее его значения, приведенные к идеальным, после корригирующего вмешательства. Тип определяется до операции по константному параметру PI. Исходя из этого, значения его характеризующих параметров можно вычислить до операции [13]. Стремление к созданию идеального типа Russouly после корригирующего вмешательства является одной из главных его задач. Обоснованием данного утверждения является исследование J. Pizones и соавт. [13]. На когорте из 96 пациентов с деформациями позвоночника и минимум двухлетним периодом наблюдения ими определена значимая связь между механическими осложнениями и типом Russouly после операции. У пациентов с восстановлением идеального типа доля пациентов с механическими осложнениями составила 15,1%, при типе Russouly выше идеального — 77,4 % механических осложнений, ниже идеального — 58,3 %. Комбинированный подход при коррекции деформаций с преимущественным нарушением в сагиттальной плоскости имеет большие технические возможности с точки зрения адресного воздействия. PSO не всегда позволяет придерживаться вышеуказанного принципа, так как на поясничном уровне его проведение в большинстве случаев выполнимо не ниже уровня L3 позвонка, что не позволяет в ряде случаев восстановить идеальный тип Russouly. В другом исследовании J. Pizones и соавт. [18] оценили восстановление идеального типа Russouly в зависимости от уровня проведения PSO (L3, L4 или L5). Ими выявлено, что максимальная возможность добиться идеального типа была при проведении PSO L4 и III типе Russouly. Однако это удалось лишь у 51,9 % пациентов. В нашем исследовании восстановление идеального типа Russouly не отмечено ни у одного пациента из группы PSO, при этом в группе комбинированного лечения это достигнуто у 18 (60,0 %) человек. Различия в группах были достоверны ($p = 0,00032$). Несмотря на то что в группе PSO у всех 5 пациентов с механическими осложнениями имела гиперкоррекция, в общей когорте пациентов значимой корреляционной связи с послеоперационным типом Russouly не

выявлено ($p = 0,098$). Это может быть обусловлено малой статистической выборкой.

К настоящему времени растет число исследований по сравнению результатов хирургического лечения пациентов с грубыми деформациями позвоночника методом трехколонной остеотомии и корригирующего межтелового спондилодеза на поясничном отделе позвоночника. Хотя высокодоказательные работы отсутствуют. Одной из квинтэссенций таких исследований является сопоставимость корригирующих возможностей обсуждаемых методик. В работе J.C. Leveque и соавт. [19] выявлено, что поясничный лордоз после PSO в среднем увеличился на 35°, против 31° в группе вентрального корригирующего спондилодеза ($p > 0,05$), PI-LL уменьшился до 10,7° и 10,2° соответственно (достоверность отличий между группами $p > 0,05$). G. M. Mundis и соавт. [17] в аналогичном исследовании также не выявили различия между группами по корригирующим возможностям. Поясничный лордоз увеличился на 29,5° в группе комбинированного лечения и на 25,4° в группе PSO ($p = 0,52$), PI-LL уменьшен на 29,6° против 24,9° соответственно ($p = 0,41$). В нашем исследовании отмечено значимое улучшение всех позвоночно-тазовых и глобальных параметров в обеих группах в сравнении с дооперационными данными, кроме LDI в группе PSO. Однако в отличие от вышеупомянутых исследований, мы выявили, что в группе комбинированного лечения такие параметры, как SVA, LL, LDI, GAP, были улучшены значительно, чем в группе PSO. Этот эффект прослеживался и через 1 год после операции ($p < 0,05$). Остальные исследуемые параметры достоверно не различались.

Хирургическое лечение пациентов с деформациями позвоночника, не зависимо от его вида, всегда протяженное и сопряжено со значительной кровопотерей. Конечно, важное влияние на эти параметры оказывают опыт хирурга, оснащенность операционной, качество анестезиологического обеспечения. J.C. Leveque и соавт. [19] в сравнительном исследовании выявили достоверно меньшую кровопотерю при комбинированном лечении (суммарно всех стадий), чем при PSO, в среднем 1466 мл против 2910 мл соответственно ($p = 0,007$). Наши данные оказались сопоставимы с предыдущими. Средняя кровопотеря в группе PSO составила $1862,5 \pm 454,3$ мл, а в группе комбинированного лечения — $1096,0 \pm 543,3$ мл ($p = 0,000171$). Однако общая продолжительность хирургического вмешательства во II группе превосходила I группу, $526,0 \pm 116,2$ мин против $402,5 \pm 55,6$ мин соответственно ($p = 0,001124$).

Значимой проблемой при хирургическом лечении пациентов с деформациями позвоночника остается высокая частота периоперационных осложнений, что обусловлено продолжительностью вмешательства, степенью травматичности [10, 11, 20]. По данным разных авторов, их величина может достигать 40 % и более [10, 11, 20, 21]. Определенное значение имеет тип операции — остеотомия выполняется как первичная операция, либо в качестве

повторного вмешательства. М.С. Gupta и соавт. [22] в своем исследовании выявили 27,1 % «больших» осложнений при первичной PSO и 48,4 % — при ревизионной PSO. При комбинированном подходе в хирургии деформаций позвоночника также имеется достаточное количество осложнений, которое может быть сопоставимо с трехколонной остеотомией [17, 22]. Для данных вмешательств характерны специфические осложнения, обусловленные типом доступа (вентральный, прямой боковой). К ним можно отнести повреждение крупных сосудов, органов брюшной полости и забрюшинного пространства, неврологические расстройства, обусловленные повреждением нервов поясничного сплетения. В работе G.M. Mundis и соавт. [17] по сравнению с результатами хирургического лечения пациентов методом PSO и комбинированного минимально-инвазивного метода не выявлено достоверных отличий по числу больших осложнений — 41,2 % против 35,3 % соответственно ($p = 0,73$). J.C. Leveque в похожем исследовании получил иные данные [19]. Он выявил 57,1 % осложнений в группе PSO и 15,4 % — в группе комбинированного лечения ($p = 0,046$). В нашей работе отмечено достоверное большее количество всех осложнений в группе PSO ($p = 0,001$). В данной группе также преобладали такие виды осложнений, как механические и неврологические ($p = 0,0309$ и $p = 0,0192$ соответственно). В группе PSO 3 (25,0 %) осложнения были обусловлены переломом стержней и 2 (16,7%) — развитием проксимального переходного кифоза, при этом у всех пациентов имела гиперкоррекция типа Rus-souly. В группе комбинированного лечения выявлен перелом тела позвонка в 1 (3,3 %) случае, а также миграция межтелового кейджа в 2 (6,7 %) случаях.

В работах с I и II уровнем доказательности показано, что качество жизни пациентов с деформациями позвоночника после корригирующих вмешательств значительно улучшается, несмотря на достаточно большое количество осложнений [22]. F.J. Schwab и соавт. [22] в крупном проспективном мультицентровом исследовании выявили значимую корреляционную связь между параметрами сагиттального баланса (SVA, PT и PI-LL) и качеством жизни (ODI, SF-12, SRS-22r). По данным обзора литературы, проведенного R. Saigal и соавт. [12], включившего данные 26 статей, хирургическое вмешательство у взрослых пациентов с деформациями позвоночника, направленное на их коррекцию, достоверно улучшило качество жизни по таким шкалами, как ODI, SF36-PC, SF36-PC. Аналогичные результаты определены в метаанализе А.М. Tarawneh и соавт. [23]. Основываясь на данных 8 статей с общим количеством пациентов 431, авторы выявили, что MCID был достигнут как по шкале ODI, так и по SRS (22 или 24). В настоящем исследовании как в группе PSO, так и в группе комбинированного лечения через год после операции отмечено значимое снижение болевого синдрома по шкале VAS и улучшение качества жизни по ODI. MCID по ODI в 14,3 балла был достигнут в группе PSO у 75,0 % пациентов,

в группе комбинированного лечения — у 86,7 %. При межгрупповом сравнении отмечено более значимое улучшение качества жизни (ODI) через 1 год после операции у пациентов II группы ($p = 0,000001$).

Конечно, нельзя утверждать, что комбинированный способ лечения пациентов с деформациями позвоночника дегенеративной этиологии полностью заменит PSO. Он займет определенную нишу. Применение комбинации способов может быть альтернативой PSO с позиции уменьшения одномоментной операционной агрессии за счет использования минимально-инвазивных технологий, временного разделения хирургического вмешательства на этапы, что будет способствовать снижению числа больших осложнений без ущерба для корригирующих возможностей. Требуется проведение высококачественных исследований с большим количеством пациентов для уточнения показаний к использованию данного вида хирургического лечения.

Согласно классификация SIGN (Шотландской межколлегальной организации по разработке клинических рекомендаций — Scottish Intercollegiate Guidelines Network), данное исследование относится к уровню доказательности «2—». Ограничениями данного исследования являются: отсутствие псевдорандомизации методом PSM из-за малого количества клинического материала; одноцентровое ретроспективное исследование; неоднородный период послеоперационного наблюдения (от 1 до 4 лет).

ВЫВОДЫ

Корригирующие вмешательства на поясничном отделе позвоночника у пациентов с деформациями позвоночника дегенеративной этиологии значимо улучшают показатели позвоночно-тазового и глобального сагиттального баланса, значимо снижают интенсивность болевого синдрома и повышают качество жизни.

Передний корригирующий межтеловой спондилодез на уровнях L4-L5, L5-S1 в многоэтапном хирургическом лечении по сравнению с PSO достоверно лучше и гармоничнее восстанавливает параметры сагиттального баланса, имеет значительно ниже объем интраоперационной кровопотери, меньше периоперационных осложнений и значительно улучшает качество жизни пациентов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(25):2224-2231. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4>.
2. Aebi M. The adult scoliosis. *Eur Spine J*. 2005;14(10):925-948. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1053-9>.
3. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(18):2024-2029. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000179086.30449.96>.

4. Михайлов Д.А., Пташников Д.А., Усиков В.Д., и др. Актуальные вопросы лечения дегенеративного сколиоза на современном этапе (обзор зарубежной литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2014;(4):127-134. [Mikhaylov DA, Ptashnikov DA, Usikov VD, et al. Topical issues of treatment of degenerate scoliosis at adults at the present stage (review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014;(4):127-134. (In Russ.)]
5. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3630-3637. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4485-5>.
6. Васильев А.И. Дегенеративный сколиоз: обзор мировой литературы. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(4):56-65. [Vasilyev AI. Degenerative scoliosis: literature review. *Hirurgiia pozvonochnika (Spine Surgery)*. 2016;13(4):56-65. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14531/ss2016.4.56-65>.
7. Schwab F, Blondel B, Chay E, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery*. 2015;76(Suppl 1):S33-41; discussion S41. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000462076.73701.09>.
8. Пантелеев А.А. Эффективность применения педикулярной субтракционной остеотомии в целях коррекции сагиттального баланса у пациентов с ригидными деформациями позвоночника: Дисс. ... кан. мед. наук. М.; 2019. 168 с. [Pantelev AA. *Effektivnost' primeneniya pedikulyarnoi subtraksionnoi osteotomii v tselyakh korrektsii sagittal'nogo balansa u patsientov s rigidnymi deformatsiyami pozvonochnika*. [dissertation] Moscow; 2019. 168 p. (In Russ.)] Available at: <https://www.sechenov.ru/upload/medialibrary/055/DISSERTATSIYA-Pantelev.pdf>
9. Berjano P, Aebi M. Pedicle subtraction osteotomies (PSO) in the lumbar spine for sagittal deformities. *Eur Spine J*. 2015;24(Suppl 1):S49-57. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3670-7>.
10. Auerbach JD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Major complications and comparison between 3-column osteotomy techniques in 105 consecutive spinal deformity procedures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(14):1198-1210. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31824ffde>.
11. O'Neill KR, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Clinical and radiographic outcomes after 3-column osteotomies with 5-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(5):424-432. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000156>.
12. Saigal R, Mundis GM Jr, Eastlack R, et al. Anterior column realignment (ACR) in adult sagittal deformity correction: technique and review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(Suppl 8):S66-73. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001483>.
13. Pizones J, Moreno-Manzanaro L, Sánchez Pérez-Grueso FJ, et al. ESSG European Spine Study Group. Restoring the ideal Roussouly sagittal profile in adult scoliosis surgery decreases the risk of mechanical complications. *Eur Spine J*. 2020;29(1):54-62. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06176-x>.
14. Yilgor C, Sogunmez N, Yavuz Y, et al. European Spine Study Group. Relative lumbar lordosis and lordosis distribution index: individualized pelvic incidence-based proportional parameters that quantify lumbar lordosis more precisely than the concept of pelvic incidence minus lumbar lordosis. *Neurosurg Focus*. 2017;43(6):E5-E9. <https://doi.org/10.3171/2017.8.FOCUS17498>
15. Yuksel S, Ayhan S, Nabiye V, et al. European Spine Study Group (ESSG). Minimum clinically important difference of the health-related quality of life scales in adult spinal deformity calculated by latent class analysis: is it appropriate to use the same values for surgical and nonsurgical patients? *Spine J*. 2019;19(1):71-78. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2018.07.005>.
16. Yagi M, Akilah KB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis affiliations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(1):E60-68. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181eeae2>.
17. Mundis GM Jr, Turner JD, Kabirian N, et al. International Spine Study Group. Anterior column realignment has similar results to pedicle subtraction osteotomy in treating adults with sagittal plane deformity. *World Neurosurg*. 2017;105:249-256. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.05.122>.
18. Pizones J, Moreno-Manzanaro L, Perez-Grueso FJS, et al. ESSG European Spine Study Group. Effect of lumbar pedicle subtraction osteotomy level on lordosis distribution and shape. *Eur Spine J*. 2020;29(6):1388-1396. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06421-8>.
19. Leveque JC, Yanamadala V, Buchlak QD, Sethi RK. Correction of severe spinopelvic mismatch: decreased blood loss with lateral hyperlordotic interbody grafts as compared with pedicle subtraction osteotomy. *Neurosurgical Focus*. 2017;43(2):E15. <https://doi.org/10.3171/2017.5.FOCUS17195>.
20. Daubs MD, Brodke DS, Annis P, Lawrence BD. Perioperative complications of pedicle subtraction osteotomy. *Global Spine J*. 2016;6(7):630-635. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1570088>.
21. Gupta MC, Ferrero E, Mundis G, et al. International Spine Study Group. Pedicle subtraction osteotomy in the revision versus primary adult spinal deformity patient: is there a difference in correction and complications? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(22):E1169-1175. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001107>.
22. Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. International Spine Study Group (ISSG). Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(13):E803-812. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318292b7b9>.
23. Tarawneh AM, Venkatesan M, Pasku D, et al. Impact of pedicle subtraction osteotomy on health-related quality of life (HRQOL) measures in patients undergoing surgery for adult spinal deformity: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2020. (Forthcoming). <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06439-y>.

Информация об авторах:

Евгений Сергеевич Байков — канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии № 2. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. SPIN: 5367-5438. Scopus 57189456380. ORCID 0000-0002-4430-700X. E-mail: Evgen-bajk@mail.ru.

Алексей Владимирович Пелеганчук — канд. мед. наук, нейрохирургическое отделение № 2. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-4588-428X. Scopus 57203729190. E-mail: APeleganchuk@mail.com.

Абдугафур Джабборович Сангинов — канд. мед. наук, нейрохирургическое отделение № 2. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-4744-4077. Scopus 57202849091 и 57204055129. E-mail: Dr.sanginov@gmail.com.

Ольга Николаевна Леонова — канд. мед. наук. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-9916-3947. E-mail: onleonova@gmail.com.

Александр Владимирович Крутько — д-р мед. наук, начальник отдела нейровертебрологии. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-2570-3066. Scopus 54795500200. E-mail: AKrutko@niito.ru.

Information about authors:

Evgenii S. Baykov — MD, PhD, Head of the Department of Neurosurgery No. 2. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. SPIN: 5367-5438. ORCID: 0000-0002-4430-700X. Scopus 57189456380. E-mail: Evgen-bajk@mail.ru.

Alexey V. Peleganchuk — MD, PhD, Department of Neurosurgery No. 2. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. ORCID 0000-0002-4588-428X. Scopus 57203729190. E-mail: APeleganchuk@mail.com.

Abdugafur J. Sanginov — MD, PhD, Department of Neurosurgery No. 2. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. E-mail: Dr.sanginov@gmail.com.

Olga N. Leonova — MD, PhD, Research scientist. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. ORCID 0000-0002-9916-3947. E-mail: onleonova@gmail.com.

Aleksandr V. Krutko — MD, PhD, Head of the Department of Neurovertebrology. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. ORCID 0000-0002-2570-3066. Scopus 54795500200. E-mail: AKrutko@niito.ru.

ЛЕЧЕНИЕ НЕЙРОПАТИИ НАДЛОПАТОЧНОГО НЕРВА

А.К. Орлецкий, Д.О. Тимченко, Н.А. Гордеев, С.В. Крылов

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Цель. Оценка результатов хирургического лечения пациентов с нейропатией надлопаточного нерва.**Материалы и методы.** В отделении спортивной и балетной травмы ЦИТО им. Н.Н. Приорова в 2013–2014 гг. было выполнено 11 артроскопических декомпрессий надлопаточного нерва. Всем пациентам проведены рентгенография и магнитно-резонансная томография плечевого сустава и электронейромиография плечевого сплетения.**Результаты.** После проведенных декомпрессий всем пациентам была сделана повторная электронейромиография через 2 мес., далее по показаниям. Во всех случаях было отмечено увеличение М-ответа. Полное восстановление клинически и увеличение М-ответа свыше половины нормы (контралатеральный) и более до нормального значения наблюдалось через 5–8 мес.**Заключение.** Применение современных малоинвазивных методов хирургического этиотропного лечения нейропатии надлопаточного нерва способствует достижению, как правило, хороших и отличных результатов, даже в застарелых случаях.**Ключевые слова:** надлопаточный нерв; нейропатия надлопаточного нерва; артроскопия плечевого сустава.**Конфликт интересов:** не заявлен.**Источник финансирования:** не заявлен.**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Орлецкий А.К., Тимченко Д.О., Гордеев Н.А., Крылов С.В. Лечение нейропатии надлопаточного нерва. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(3):27–31. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027327-31>

TREATMENT OF SUPRASCAPULAR NEUROPATHY

A.K. Orletskii, D.O. Timchenko, N.A. Gordeev, S.V. Krylov

Aim. Evaluation of the results of surgical treatment of patients with neuropathy of the suprascapular nerve.**Materials and methods.** In the department of sports and ballet injury of CITO them N.N. Priorov in 2013–2014 11 arthroscopic decompression of the supramandular nerve were performed. All patients underwent radiography and MRI of the shoulder joint and electroneuromyography of the brachial plexus.**Results.** After decompression, all patients underwent repeated electroneuromyography 2 months after the operation, then according to indications. In all cases, an increase in M-response was noted. A complete recovery of clinically and an increase in the M-response of more than half the norm (contralateral) and more to the normal value was observed after 5–8 months.**Conclusion.** The use of modern minimally invasive methods of surgical etiotropic treatment of the neuropathy of the suprascapular nerve helps to achieve, as a rule, good and excellent results, even in old cases.**Key words:** suprascapular nerve; suprascapular neuropathy; shoulder arthroscopy.**Conflict of interest:** n/a.**Financing source:** n/a.**TO CITE THIS ARTICLE:** Orletskii AK, Timchenko DO, Gordeev NA, Krylov SV. Treatment of suprascapular neuropathy. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2020;27(3):27–31. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027327-31>

ВВЕДЕНИЕ

Поражение надлопаточного нерва может быть вызвано врожденными структурными изменениями лопатки, переломами лопатки, затрагивающими вырезку, опухолями или кистами (наиболее частая причина), патологией плечевого сустава, особенно разрывом суставной губы, разрывами ротаторной манжеты, эффектом пращи в результате фиксации нерва к плечевому сплетению в одной точке, и к надостной мышце — в другой, сосудистой микротравмой, утолщением и кальцифицированием

верхней поперечной связки лопатки, динамической компрессией нижней поперечной связки лопатки, ятрогенной этиологии [1–7].

Диагностика синдрома ущемления надлопаточного нерва очень сложна. Необходимы детальный анамнез и клиническое обследование. Важную информацию при диагностике синдрома ущемления надлопаточного нерва могут дать рентгенография, магнитно-резонансная томография (МРТ), электромиография и исследования проводимости нерва [3, 5, 7–9].

Дифференциальная диагностика нейропатии надлопаточного нерва должна проводиться с хроническим болевым синдромом, грыжами межпозвоночных дисков, плексопатией плечевого сплетения, дегенеративными заболеваниями плечевого и ключично-акромиального суставов, бурситами, субакромиальным импинджмент-синдромом, поражениями ротаторной манжеты, адгезивными капсулитами [10, 11]. Для дифференциальной диагностики данной патологии может потребоваться МРТ [10].

Первичное лечение нейропатии надлопаточного нерва без доказательства наличия сдавливающего образования обычно консервативное, в виде модификации деятельности, противовоспалительных и обезболивающих средств, комбинированных с физиотерапией [12].

Хирургическое лечение показано как правило при отсутствии улучшения через 6 мес. консервативного лечения или в случаях очевидной компрессии образованием. Показаниями к оперативному лечению обычно являются кисты [7, 9, 10, 13–15].

Резюмируя, нейропатия надлопаточного нерва различной этиологии является нередкой патологией. Ее диагностика представляет определенные трудности. Однако при своевременной точной диагностике и раннем адекватном лечении ожидаются хорошие и отличные результаты лечения. В распоряжении докторов имеются как консервативные, так и хирургические методы лечения.

Целью настоящей работы являлась оценка результатов хирургического лечения пациентов с нейропатией надлопаточного нерва.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В отделении спортивной и балетной травмы ЦИТО им. Н.Н. Приорова в 2013–2014 гг. было выполнено 11 артроскопических декомпрессий надлопаточного нерва. Среди пациентов было 8 мужчин и 3 женщины в возрасте 17–50 лет (средний возраст 31 ± 16 лет). Длительность симптомов варьировала от 6 до 12 мес. Всем пациентам рутинно производились рентгенография и МРТ плечевого сустава и электронейромиография плечевого сплетения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наряду с клиникой снижения силовых характеристик надостной и подостной мышц по данным электронейромиографии отмечалось снижение М-ответа в 3–10 раз по сравнению с контралатеральной стороной. У 7 пациентов была выявлена компрессия надлопаточного нерва на уровне верхней поперечной связки, у 4 пациентов — на уровне остистой связки в результате сдавления ганглионарной кистой на фоне повреждения суставной губы. Среди 7 пациентов с компрессией надлопаточного нерва на уровне верхней поперечной связки у одного это было связано с массивным разрывом ротаторной манжеты и сопутствующим ущемлением надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки.

В случаях сдавления надлопаточного нерва ганглионарной кистой производили артроскопическую мобилизацию с сопутствующей декомпрессией кисты и восстановление суставной губы по стандартной методике.

При компрессии надлопаточного нерва на уровне верхней поперечной связки лопатки, которая сдавливает надлопаточный нерв, проводили артроскопическую декомпрессию. Для выполнения данной декомпрессии артроскопически создавалось 5 порталов: классический задний портал (обычно используемый для визуализации плечевого сустава и подакромиального пространства), латеральный подакромиальный портал, передний портал, портал Neviaser (рис. 1) и портал для надлопаточного нерва (рис. 2), описанный Lafosse и Tomasi [13].

Декомпрессию надлопаточного нерва в надлопаточной вырезке выполняли через субакромиальный доступ по методике, описанной S. Burkhart и соавт. [16]. Сначала осматривали субакромиальное пространство через задний субакромиальный портал и создавали стандартный латеральный портал. Производили дебридмент поверхности надостной мышцы и нижней поверхности акромиона и выделяли ость лопатки. Пальпацией или иглой идентифицировали акромиально-ключичный сустав, затем позади его создавали модифицированный портал Neviaser.

После локализации акромиально-ключичного сочленения был произведен дебридмент нижней и задней поверхности ключицы до латерального края трапециевидной связки. Выделение продолжалось медиально вдоль заднего края клювовидно-ключичных связок до медиального края конусовидной связки.

Через модифицированный портал Neviaser крючком или троакарком смещали передний край брюшка надостной мышцы кзади для визуализации конусовидной связки. Для лучшей видимости можно использовать артроскоп с оптикой 70° в латеральном портале. Это позволяет заглянуть через брюшко надостной мышцы и получить доступ к верхней поперечной связке лопатки и надлопаточному нерву.

Когда конусовидная связка проходит вниз, видно слияние конусовидной, трапециевидной и верхней поперечной связки лопатки. Верхняя поперечная связка лопатки может быть идентифицирована проходящей горизонтально через артроскопическое поле зрения. Ткани и надлопаточную артерию смещали крючком медиально, что позволяло визуализировать всю длину верхней поперечной связки лопатки.

Надлопаточный нерв идентифицировался ниже связки, окруженный фиброзно-жировой тканью (рис. 3), при этом невролиз необязателен. Тупо выделяли ткани от нижней поверхности связки. С помощью иглы затем создавали отдельный портал в средней части надостной ямки. Связку аккуратно рассекали артроскопическими ножницами. Наиболее безопасно рассекать связку в ее латеральной инсерции по направлению к клювовидному отростку (рис. 4), избегая расположенных более медиально



Рис. 1. Портал Neviaser
Fig. 1. The Neviaser Portal

надлопаточной артерии и нерва. Затем крючком проверяли отсутствие натяжения надлопаточного нерва.

После проведенных декомпрессий всем пациентам проводили повторную электронейромиографию через 2 мес., далее по показаниям. Во всех случаях было отмечено увеличение М-ответа. Полное восстановление клинически и увеличение М-ответа выше половины нормы (контралатеральный) и более до нормального значения наблюдалось через 5–8 мес.

Клинический пример

Пациент К., 30 лет, занимается волейболом, поступил с жалобами на боль по латеральной поверхности правого плечевого сустава в течение



Рис. 2. Портал для надлопаточного нерва
Fig. 2. Portal for the supra-scapular nerve

нескольких месяцев. При клиническом обследовании выявлено ослабление наружной ротации плеча, гипотрофия надостной и подостной мышц. На МРТ были выявлены гипотрофия надостной и подостной мышц, сужение субакромиального пространства и сдавление надлопаточного нерва верхней поперечной связкой лопатки. На электронейромиографии М-ответ от надлопаточного нерва составил 0,401 мВ (в 12 раз меньше, чем на контралатеральной стороне). В ходе артроскопии, после обследования плечевого сустава, артроскоп вводили в подакромиальное пространство до надлопаточной вырезки. Выявилась оссифицированная верхняя поперечная связка лопатки и ущемление надлопаточного нерва из-за сильного сужения пространства под связкой. Произведена субакро-

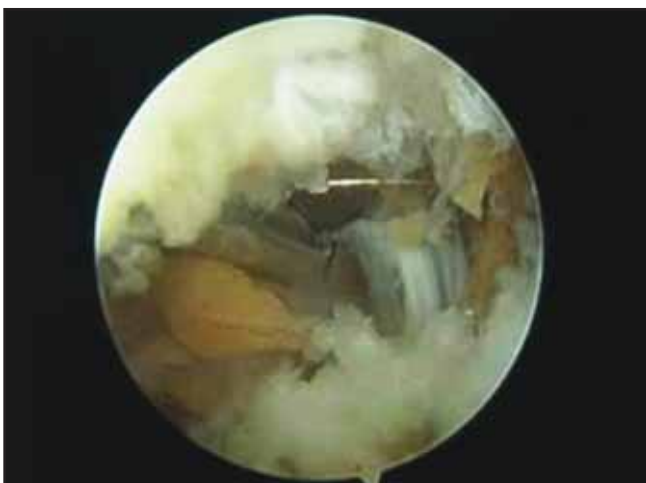


Рис. 3. Артроскопический вид связки надлопаточной вырезки и надлопаточного нерва до рассечения связки
Fig. 3. Arthroscopic view of the ligament of the supra scapular notch and the supra scapular nerve before the ligament is dissected



Рис. 4. Артроскопический вид связки надлопаточной вырезки и надлопаточного нерва после рассечения связки
Fig. 4. Arthroscopic view of the ligament of the supra-scapular notch and the supra-scapular nerve after dissection of the ligament

миальная декомпрессия. Далее связка пересечена артроскопическими ножницами и щипцами. Непосредственно после операции у пациента наблюдалось уменьшение боли (менее 4 баллов по визуальной аналоговой шкале) и пациент выписался на следующий день. Через 2 мес. клинически было отмечено усиление наружной ротации, и М-ответ составил 2,5 мВ (40 % относительно контралатеральной стороны). Пациент вернулся к занятиям спортом через 3 мес. после операции. При контрольном осмотре через 6 мес. клинически и электронейромиографически различий в функции надостной и подостной мышц между правым и левым плечевыми суставами отмечено не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нейропатия надлопаточного нерва является редкой патологией. У молодых активных пациентов, особенно у спортсменов, она часто связана с сопутствующей патологией плечевого сустава, развившейся на фоне чрезмерно интенсивных нагрузок. Диагностика нейропатии надлопаточного нерва представляет определенные сложности. Однако после тщательного обследования пациента и правильной постановки диагноза возможно проведение этиотропного, в том числе хирургического, лечения. Применяя современные малоинвазивные методы хирургического этиотропного лечения нейропатии надлопаточного нерва, достигаются, как правило, хорошие и отличные результаты, даже в застарелых случаях. По литературным данным и собственным клиническим данным, после правильно установленного диагноза поражения надлопаточного нерва и использования современных методов лечения, включая малоинвазивные, таких как артроскопия, ожидаются благоприятные исходы лечения.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — А.К. Орлецкий; получение и обработка данных — Д.О. Тимченко, Н.А. Гордеев; анализ и интерпретация результатов — Д.О. Тимченко, С.В. Крылов; написание статьи — С.В. Крылов; утверждение рукописи для публикации — А.К. Орлецкий.

Информация об авторах:

Анатолий Корнеевич Орлецкий — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением спортивной травмы, Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З.С. Мироновой. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: nova495@mail.ru

Дмитрий Олегович Тимченко — канд. мед. наук, врач отделения спортивной травмы, Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З.С. Мироновой. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: d.o.timchenko@mail.ru

Николай Александрович Гордеев — врач — травматолог-ортопед, Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З.С. Мироновой. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: nikolas095@mail.ru

Сергей Валерьевич Крылов — канд. мед. наук, врач-анестезиолог, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: sport-travma@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Skedros JG, Kiser CJ, Hill BB. Florid Suprascapular Neuropathy after Primary Rotator Cuff Repair Attributed to Suprascapular Notch Constriction in the Setting of Double Crush Syndrome. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj.* 2015;10(1):66-73.
2. Linda DD, Harish S, Stewart BG, et al. Multimodality imaging of peripheral neuropathies of the upper limb and brachial plexus. *Radiographics.* 2010;30(5):1373-1400.
3. Aval SM, Durand P, Jr, Shankwiler JA. Neurovascular injuries to the athlete's shoulder: part II. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;5(5):281-289.
4. Costouros JG, Porramatikul M, Lie DT, Warner JJ. Reversal of suprascapular neuropathy following arthroscopic repair of massive supraspinatus and infraspinatus rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2007;23(11):1152-1161.
5. Gosk J, Urban M, Rutowski R. Entrapment of the suprascapular nerve: anatomy, etiology, diagnosis, treatment. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;9(1):68-74.
6. Safran MR. Nerve injury about the shoulder in athletes, part I: suprascapular nerve and axillary nerve. *Am J Sports Med.* 2004;32(3):803-819.
7. Cummins CA, Messer TM, Nuber GW. Suprascapular nerve entrapment. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(3):415-424.
8. Sergides NN, Nikolopoulos DD, Boukeros E, Papagianopoulos G. Arthroscopic decompression of an entrapped suprascapular nerve due to an ossified superior transverse scapular ligament: a case report. *Cases J.* 2009;(2):8200.
9. Gosk J, Urban M, Rutowski R. Entrapment of the suprascapular nerve: anatomy, etiology, diagnosis, treatment. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;9(1):68-74.
10. Neal S, Fields KB. Peripheral nerve entrapment and injury in the upper extremity. *Am Fam Physician.* 2010;81(2):147-155.
11. Walsworth MK, Mills JT, Michener LA. Diagnosing suprascapular neuropathy in patients with shoulder dysfunction: a report of 5 cases. *Phys Ther.* 2004;84(4):359-372.
12. Piasecki DP, Romeo AA, Bach BR, Jr, Nicholson GP. Suprascapular neuropathy. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17(11):665-676.
13. Lafosse L, Tomasi A. Technique for Endoscopic Release of Suprascapular Nerve Entrapment at the Suprascapular Notch. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;7(1):1-6.
14. Romeo AA, Rotenberg DD, Bach BR. Suprascapular neuropathy. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999;7(6):358-367.
15. Martin SD, Warren RF, Martin TL, et al. Suprascapular neuropathy. Results of non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(8):1159-1165.
16. Burkhart S, Lo IKY, Brady PC, Denard PJ. The Cowboy's Companion: A Trail Guide for the Arthroscopic Shoulder Surgeon. Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 496 p.

Information about the authors:

Anatoly K. Orletskii — MD, PhD, Professor, branch manager sport trauma, Center for Sports, Ballet Injury and Rehabilitation named Z.S. Mironova. National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia. E-mail: nova495@mail.ru

Dmitriy O. Timchenko — MD, doctor of sports injury Department, Center for Sports, Ballet Injury and Rehabilitation named Z.S. Mironova. National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia, E-mail: d.o.timchenko@mail.ru

Nikolay A. Gordeev — traumatologist orthopedic surgeon, Center for Sports, Ballet Injury and Rehabilitation named Z.S. Mironov. National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia. E-mail: nikolas095@mail.ru

Sergey V. Krylov — MD, doctor-anesthesiologist. National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russia. E-mail: sport-travma@mail.ru

ХОНДРОПЛАСТИКА ПЕРВОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА ПО ТЕХНИКЕ АУТОЛОГИЧНОГО ИНДУЦИРОВАННОГО МАТРИЦЕЙ ХОНДРОГЕНЕЗА В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С HALLUX RIGIDUS. АНАЛИЗ БЛИЖАЙШИХ И СРЕДНЕСРОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

М.Р. Нурмухаметов¹, М.А. Макаров¹, Е.И. Бялик¹, С.А. Макаров¹, Я.Б. Хренников²

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой», Москва;

² Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Федеральный научно-клинический центр специализированных видов
медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Москва

Введение. В настоящее время единого подхода к выбору тактики оперативного лечения hallux rigidus (HR) не существует. С другой стороны, известно, что при наличии дефектов хряща в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах успешно используется техника аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза. В связи с этим нами предложено применение данной техники в лечении пациентов с HR.

Цель исследования — дать оценку клинической эффективности хондропластики I плюснефалангового сустава (ПФС) по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза у пациентов с HR, проанализировать ближайшие и среднесрочные результаты проведенных операций с точки зрения боли и функции.

Материалы и методы. К настоящему времени хондропластика I ПФС выполнена 21 пациенту с HR. При обследовании определялся объем движений в I ПФС; состояние оценивалось по таким шкалам, как ВАШ боли, AOFAS, VAS FA. Хондропластика I ПФС осуществлялась по технике индуцированного хондрогенеза с использованием коллагеновой матрицы. Результаты проведенного хирургического лечения оценивались через 3, 6 и 12 мес. после операции.

Результаты. Уже через 3 мес. после операции отмечено выраженное значимое уменьшение боли в I ПФС, увеличение объема движения в нем и улучшение функции оперированной стопы. В дальнейшем наблюдалась умеренная положительная динамика.

Заключение. Результаты проведенных операций показали, что хондропластика I ПФС может являться эффективным методом хирургического лечения, позволяющим купировать боль и существенно улучшить качество жизни пациентов с HR как молодого, так и пожилого возраста. Также данную методику можно использовать в лечении пациентов с воспалительными ревматическими заболеваниями при условии низкой активности или ремиссии.

Ключевые слова: I плюснефаланговый сустав; hallux rigidus; хондропластика; хондрогенез; коллагеновая матрица.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не указан.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Нурмухаметов М.Р., Макаров М.А., Бялик Е.И., Макаров С.А., Хренников Я.Б. Хондропластика первого плюснефалангового сустава по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза в лечении пациентов с hallux rigidus. Анализ ближайших и среднесрочных результатов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):32-41. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027332-41>

FIRST METATARSOPHALANGEAL JOINT CHONDROPLASTY USING THE AUTOLOGOUS MATRIX-INDUCED CHONDROGENESIS IN TREATMENT OF PATIENTS WITH HALLUX RIGIDUS. ANALYSIS OF IMMEDIATE AND MEDIUM-TERM RESULTS

M.R. Nurmukhametov¹, M.A. Makarov¹, E.I. Bialik¹, S.A. Makarov¹, Ya.B. Khrennikov²

¹ V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia;

² Federal Scientific and Clinical Center of Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

Introduction. To date, there is no single approach to the surgical treatment of hallux rigidus. In turn, it is known that in the presence of bone-cartilaginous defects in knee, hip and ankle joints, the autologous matrix-induced chondrogenesis is quite successfully used. In this regard, we have proposed to use this technique in patients with hallux rigidus.

The aim of the study was to evaluate the clinical efficacy of the 1st MTP joint chondroplasty using the induced chondrogenesis technique in patients with HR, to analyze the immediate and medium-term results of the operations in terms of pain and function.

Materials and methods. The 1st MTP joint chondroplasty has been performed in 21 patients with hallux rigidus. Before the surgery the range of motion (ROM) in 1st MTP joint was measured; the foot condition was evaluated using such scales as VAS of pain, AOFAS, VAS FA. The 1st MTP joint chondroplasty was performed using the technique of the induced chondrogenesis with collagen matrix. The results of surgical treatment were evaluated within 3, 6 and 12 months after surgery.

Results: 3 months after the operation, a significant decrease in pain, an increase in ROM in 1st MTP joint and an improvement in the foot function were observed. Subsequently, a moderate positive dynamic was observed.

Conclusion: the results of the operations showed that the 1st MTP joint chondroplasty can be an effective method of surgical treatment, which allows to relieve pain and significantly improve the quality of life of patients with hallux rigidus, both young and elderly. Also, this technique can be used in the treatment of patients with rheumatic diseases of the low activity or remission.

Key words: 1st metatarsophalangeal joint; hallux rigidus; chondroplasty; chondrogenesis; collagen matrix.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Nurmukhametov MR, Makarov MA, Bialik EI, Makarov SA, Khrennikov YaB. First metatarsophalangeal joint chondroplasty using the autologous matrix-induced chondrogenesis in treatment of patients with hallux rigidus. Analysis of immediate and medium-term results. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):32-41. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027332-41>

ВВЕДЕНИЕ

Hallux rigidus (HR) — патологическое состояние, развивающееся при остеоартрите I плюснефалангового сустава (I ПФС) и характеризующееся его скованностью, снижением объема движений и болью, усиливающейся при ходьбе. HR встречается у 2,5–10 % взрослого населения, согласно данным разных авторов, и является вторым по частоте встречаемости патологическим состоянием стопы после вальгусной деформации первого пальца [1, 2]. HR также можно наблюдать у пациентов, страдающих воспалительными ревматическими заболеваниями (P3) [3].

На сегодняшний день разработано множество различных методов хирургического лечения HR, таких как артродез I ПФС, остеотомии первой плюсневой кости (I ПК), хейлэктомия, гемартропластика и тотальное эндопротезирование I ПФС. Все перечисленные способы имеют как достоинства, так и недостатки [4–8].

Хейлэктомия является рекомендованным способом хирургического лечения для пациентов на ранних стадиях HR с умеренной или периодически возникающей болью и скованностью в I ПФС [9]. Тем не менее за счет хейлэктомии не происходит восстановления поврежденных участков суставного хряща, в связи с чем болевой синдром может рецидивировать. В своем исследовании К. Canseco и соавт. [10] также отмечали отсутствие увеличения объема активных движений в I ПФС после выполненной хейлэктомии и указывали на необходимость разработки комплекса реабилитационных мероприятий после проведенной операции. В свою очередь, согласно исследованию N.R. Seibert и соавт. [11], хейлэктомия противопоказана на поздних стадиях заболевания, когда интактной остается менее 50 % суставной поверхности I ПФС.

При избыточной относительной длине I ПК эффективным методом являются укорачивающие остеотомии, а при избыточной элевации I ПК — дистальная косая остеотомия [12–14]. Однако вопрос целесообразности использования данных остеотомий при нормальных анатомических размерах и ориентации I ПК остается открытым. Более того, ряд авторов, в частности Д.С. Бобров и соавт. [15], после выполненной укорачивающей остеотомии I ПК довольно часто наблюдали развитие перегрузочной метатарзалгии.

Артропластика по Келлеру — Брандесу, обеспечивающая быстрое купирование болевого синдрома у пожилых пациентов, заключается в резекции основания проксимальной фаланги первого пальца (ПФПП). Подобная резекция зачастую бывает довольно объемной, что приводит к развитию нестабильности в I ПФС и значительному укорочению первого пальца [16, 17].

Артродез I ПФС считается золотым стандартом хирургического лечения HR на поздних стадиях [18–22]. Однако, так как при артродезе I ПФС замыкается, данная операция не позволяет полностью вернуть нормальную биомеханику ходьбы [23].

Тотальное эндопротезирование I ПФС и гемартропластика применяют на практике уже более 60 лет [6]. С 1967 г. начали использовать силиконовые протезы, однако в дальнейшем от их применения отказались, так как с точки зрения динамики боли и функции послеоперационные результаты были неудовлетворительными [24, 25]. В дальнейшем результаты хирургического лечения улучшались по мере изменения технологии изготовления протезов. Тем не менее из-за часто встречающегося развития асептической нестабильности компонентов результаты эндопротезирования I ПФС зачастую остаются неудовлетворительными, следовательно, данный способ оперативного лечения не может быть рекомендован как метод выбора [25–30].

Таким образом, в настоящее время общего подхода к выбору тактики оперативного лечения НР не существует. С другой стороны, известно, что при наличии дефектов хряща в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах успешно используется техника аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза [31–34]. В коленном суставе операция может осуществляться как с применением минимально инвазивного открытого доступа, так и артроскопически, при этом стоит отметить, что в ряде исследований описаны положительные результаты данной операции [31, 32]. В тазобедренном суставе операция по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза выполняется артроскопически. В частности, А. Fontana и соавт. сообщали о высокой эффективности данной операции при лечении хрящевых дефектов вертлужной впадины [33]. В голеностопном суставе на первом этапе для определения локализации и размеров костно-хрящевых дефектов и выявления возможной нестабильности связочного аппарата используется артроскопия. На втором этапе в зависимости от расположения зоны дефекта выполняется артротомия с применением переднелатерального или переднемедиального доступа. При этом F.G. Usulli и соавт. отмечали положительные ближайшие послеоперационные результаты [34].

В связи с этим мы предложили использование данной техники в лечении пациентов с НР, в том числе и на поздних стадиях заболевания, а также у пациентов, страдающих системными ревматическими заболеваниями низкой активности или в стадии ремиссии. Данное исследование одобрено этическим комитетом ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой в 2018 г.

Цель исследования — дать оценку клинической эффективности хондропластики I ПФС по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза у пациентов с НР, проанализировать ближайшие и среднесрочные результаты проведенных операций с точки зрения боли и функции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали пациенты с НР. Набор пациентов в исследование осуществляли с учетом следующих критериев исключения: пациенты моложе 18 и старше 74 лет, индекс массы тела >40, наличие воспалительных ревматических заболеваний средней и высокой активности, наличие инфекционных заболеваний.

До операции определяли объем движений в I ПФС, а также использовали следующие анкеты для оценки боли и функции:

1. Визуальная аналоговая шкала (ВАШ) боли — от 0 до 100 мм, где 0 — отсутствие боли, 100 мм — максимальная интенсивность.
2. Шкала Американской ассоциации ортопедов стопы и голеностопного сустава (American Orthopedic Foot & Ankle Society — AOFAS) — от 0 до 100 баллов, где 0 — наихудшее состояние стопы, 100 — наилучшее [35].

3. Визуальная аналоговая шкала оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава (Visual Analogue Scale of Foot & Ankle — VAS FA) — от 0 до 10 баллов, где 0 — наихудший показатель, 10 — наилучший [36, 37].

В связи с небольшим объемом выборки, для каждого из оцениваемых параметров вместо среднего значения определялась медиана, а также в качестве статистического теста использовался критерий Уилкоксона (W), суть которого заключается в том, что сопоставляются абсолютные величины выраженности сдвигов в том или ином направлении [39, 40]. Следовательно, чем больше величина выраженности сдвига, тем меньше вероятность случайных сдвигов. Если сдвиг происходит в сторону уменьшения, критерий W приобретает положительное значение (+); если сдвиг происходит в сторону увеличения, критерий W приобретает отрицательное значение (–). Статистические расчеты критерия W , а также достоверности по p -критерию проводились с помощью программы BioStat®.

К настоящему времени в ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой хондропластика I ПФС по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза выполнена 21 пациенту с НР, из которых 16 — женщины, 5 — мужчины. Медиана возраста прооперированных пациентов составила 52 года (минимальный возраст — 20 лет, максимальный — 71 год).

Все пациенты до операции испытывали значительное ограничение движений и выраженную боль в I ПФС, отмечали нарушение функции стопы. Медиана объема движений в I ПФС составила 20° (минимальное значение — 0°, максимальное — 50°), боли по ВАШ — 70 мм (минимальное значение — 20 мм, максимальное — 90 мм), AOFAS — 52 балла (минимальный балл — 32, максимальный — 62), VAS FA — 4,5 (минимальный показатель — 2,5, максимальный — 7,8).

Стоит отметить, что в исследовании также были пациенты с воспалительными ревматическими заболеваниями (РЗ) низкой активности или в стадии ремиссии. Из 21 прооперированных пациентов 7 страдали РЗ (у 4 пациентов — ревматоидный артрит (РА), у 2 — анкилозирующий спондилит (АС), у 1 — псориатический артрит (ПсА)).

Для оценки клинико-рентгенологической картины до операции была использована классификация Coughlin — Shurnas (см. таблицу) [38].

В соответствии с данной классификацией, у 1 пациента была 1-я стадия НР, у 3 — 2-я, у 11 — 3-я стадия и у 6 пациентов — 4 стадия заболевания (рис. 1).

Наличие и размер дефекта хрящевого покрытия головки I ПК определяли интраоперационно. Пластике подвергались единичные дефекты хряща диаметром более 3 мм, а также множественные дефекты вне зависимости от размера. В большинстве случаев (18 операций) обнаруживались множественные дефекты хряща в сочетании с наличием остеофитов, при этом выполнялась тотальная хейлэктомия с покрытием всей площади головки I ПК коллагеновой матрицей.

Классификация Coughlin – Shurnas
Coughlin – Shurnas classification

Стадия	Тыльное сгибание	Рентгенологическая картина	Клиническая картина
0	От 40 до 60° и/или от 10 до 20 % потери объема по сравнению со здоровой стопой	Норма	Боли нет; при осмотре определяется незначительное ограничение движений
1	От 30 до 40° и/или от 20 до 50 % потери объема по сравнению со здоровой стопой	Наличие тыльного остеофита на головке I ПК, минимальное сужение суставной щели, минимальный периапартулярный склероз, минимальное уплощение головки I ПК	Незначительный или случайный болевой синдром, при осмотре боль возникает в крайней точке тыльного и/или подошвенного сгибания
2	От 10 до 30° и/или от 50 до 75 % потери объема по сравнению со здоровой стопой	Наличие тыльного, латерального и, возможно, медиального остеофитов, создающих картину уплощения головки I ПК; в боковой проекции — вовлечение в патологический процесс не более ¼ суставной щели с тыльной стороны; сужение суставной щели, склероз суставных поверхностей — от легкой до умеренной степени; сесамовидные кости, как правило, не вовлечены в патологический процесс	Болевой синдром от умеренного до выраженного и скованность, которые могут носить постоянный характер; при осмотре боль возникает до максимальных точек тыльного и подошвенного сгибания
3	≤10° и/или от 75 до 100 % потери объема по сравнению со здоровой стопой. Также имеется значительное ограничение подошвенного сгибания (как правило, ≤10°)	Выраженное сужение суставной щели, возможно наличие периапартулярных кистовидных просветлений, вовлечение в патологический процесс более ¼ суставной щели с тыльной стороны, а также сесамовидных костей	Практически постоянный болевой синдром и выраженная скованность в крайних точках объема движения, но не на среднем уровне
4	То же, как и при 3-й стадии	То же, как и при 3-й стадии	Та же, как и при 3-й стадии, но имеется болевой синдром в среднем диапазоне движений

Хондропластику I ПФС осуществляли по технике индуцированного хондрогенеза с использованием коллагеновых матриц Chondro-Gide и Aesculap Novocart Basic (данные матрицы лицензированы в РФ, у производителя есть указание на возможность применения их на коленном, тазобедренном и голеностопном суставах). Матрица имеет дву-

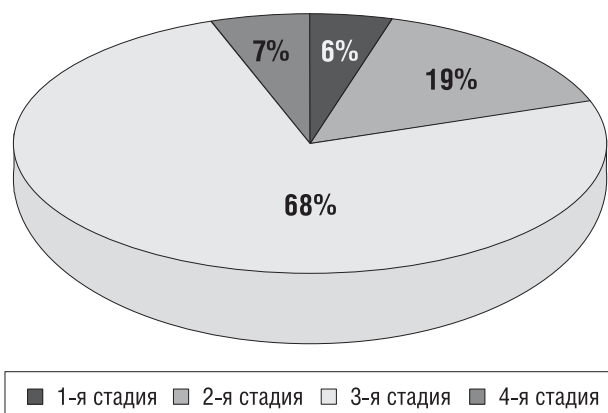


Рис. 1. Распределение пациентов в соответствии с классификацией Coughlin – Shurnas

Fig. 1. Patient distribution according to the Coughlin-Shurnas classification

слойное строение с плотной и пористой сторонами и состоит из коллагена I и III типов. Пористый слой матрицы состоит из рыхлых коллагеновых волокон и способствует адсорбции мезенхимальных клеток. Плотный слой образует гладкую поверхность, которая препятствует попаданию мезенхимальных стволовых клеток в полость сустава. Матрица изготавливается из бычьего (Aesculap Novocart Basic) и свиного (Chondro-Gide) коллагена, который через некоторое время после проведенной операции резорбируется под действием ферментов до свободных аминокислот. В процессе изготовления из коллагена удаляются телопептиды — главные детерминанты антигенности. Поэтому коллагеновая матрица обладает минимальным иммуногенным потенциалом [31, 32].

Нами разработана следующая техника операции: выполняли прямой медиальный кожный разрез в проекции I ПФС длиной 4 см с последующей мобилизацией кожи с подкожно-жировой клетчаткой, обнажением капсулы сустава и артротомией (рис. 2). Далее выполняли хейлэктомию: осуществляли удаление остеофитов с головки I ПК и основания ПФПП; затем обрабатывали зону дефекта хряща на головке ПК до субхондральной кости (рис. 3), с помощью шила или тонкой спицы вы-



Рис. 2. Остеофиты в области головки плюсневой кости и основания проксимальной фаланги 1-го пальца

Fig. 2. Osteophytes on the 1st metatarsal bone head and the base of the proximal phalanx of the 1st toe



Рис. 3. Хейлэктомия, удаление остатков поврежденного хряща

Fig. 3. Cheilectomy, removing of damaged cartilage



Рис. 5. Укладка и фиксация коллагеновой матрицы

Fig. 5. Placing and fixation of the collagen matrix



Рис. 4. Микрофрактурирование зоны дефекта

Fig. 4. Microfracturing of the defect area



Рис. 6. Объем движений в I плюснефаланговом суставе после ушивания раны

Fig. 6. Range of motion in the I metatarsophalangeal joint after wound closure

полняли микрофрактурирование данного участка, при этом расстояние между микроперфорациями — 2–3 мм (рис. 4), и укрывали дефект предварительно подготовленной коллагеновой матрицей, которую фиксировали по краям к неповрежденному хрящу и/или надкостнице с помощью тонких рассасывающихся нитей — PDS, Vicryl или Monosyn 6-0 (рис. 5). При этом матрицу накладывали на дефект пористым слоем к поверхности кости.

Перед укладкой коллагеновую матрицу выдерживали в течение 7 мин в 0,9 % растворе NaCl, после чего следовала ее обрезка по краю дефекта.

На рис. 6 продемонстрирован объем движений в I ПФС после фиксации коллагеновой матрицы и ушивании раны.

Пациентам разрешали ходьбу на следующие сутки после операции. По технике индуцированного хондрогенеза, следует исключить осевую нагрузку на оперированный сустав в течение месяца после операции [31, 34], следовательно, обязательным условием послеоперационной реабилитации для пациентов было ношение обуви Барука для разгрузки переднего отдела стопы в течение 6 недель. Что касается разработки движений, то после хейлэктомии ряд авторов, в частности N.R. Seibert и A.R. Kadakia, указывают на необходимость ранней агрессивной разработки движений в I ПФС [11]. Учитывая наличие болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, пациентам было рекомендовано приступить к постепенной разработке пассивных движений в безболевого диапазоне через неделю после операции. Через 3 недели после операции — начать разработку активных движений, а после перехода к ношению обычной обуви — использование индивидуальных стелек.

Результаты проведенного хирургического лечения оценивали через 3, 6 и 12 мес. после операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Уже через 3 мес. после операции отмечено выраженное значимое уменьшение боли в I ПФС, увеличение объема движения в нем и улучшение функции оперированной стопы.

Динамика уровня боли по ВАШ представлена на графике (рис. 7). Как видно из графика, уже к 3-му месяцу отмечено выраженное достоверное снижение болевого синдрома с 70 до 25 мм (минимальное значение — 10 мм, максимальное — 50 мм; $p < 0,024$, $W = 36,0$). Положительная динамика наблюдалась и через 6 мес. — уровень боли по ВАШ составил 10 мм (минимальное значение — 0 мм, максимальное — 40 мм; $p < 0,024$, $W = 36,0$). К концу первого года наблюдения медиана боли по ВАШ снизилась до 5 мм (минимальное значение — 0 мм, максимальное — 30 мм; $p < 0,024$, $W = 36,0$).

На рис. 8 представлена динамика показателей по шкале AOFAS. Как видно, к 3-му месяцу после операции медиана AOFAS увеличилась с 52 до 77 баллов (минимальный балл — 50, максимальный — 85; $p < 0,024$, $W = -36,0$). Через 6 мес. продолжала

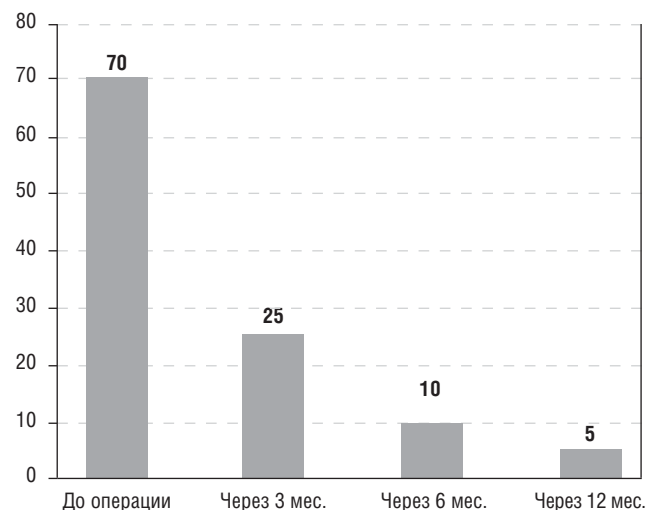


Рис. 7. Динамика уровня боли по визуальной аналоговой шкале боли, мм

Fig. 7. Visual Analog scale of pain dynamics, mm

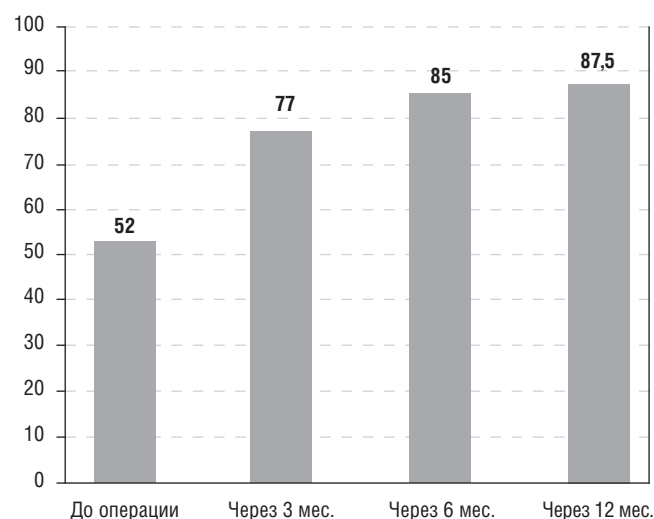


Рис. 8. Динамика показателей по шкале Американской ассоциации ортопедов стопы и голеностопного сустава, балл

Fig. 8. American Orthopedic Foot & Ankle Society scale dynamic, score

наблюдаться положительная динамика — медиана AOFAS увеличилась до 85 баллов (минимальный — 65, максимальный — 92; $p < 0,024$, $W = -36,0$), а через 12 мес. составила 87,5 балла (минимальный — 80, максимальный — 95; $p < 0,024$, $W = -36,0$).

Динамика показателей по шкале VAS FA представлена на рис. 9. Через 3 мес. после выполненной хондропластики медиана VAS FA увеличилась с 4,5 до 8,2 (минимальный показатель — 6,1, максимальный — 9,2; $p < 0,024$, $W = -36,0$). Через 6 мес. продолжило наблюдаться увеличение медианы VAS FA до 9,3 (минимальный показатель — 6,6, максимальный — 9,9; $p < 0,024$, $W = -36,0$), а через 12 мес. показатель медианы VAS FA составил 9,5 (минимальный показатель — 7,9, максимальный — 10; $p < 0,024$, $W = 36,0$).

Что касается объема движений в I ПФС (рис. 10), то через 3 мес. после операции также наблюдалось значительное его увеличение — медиана ROM с 20° возросла до 60° (минимальное значение — 25°, мак-

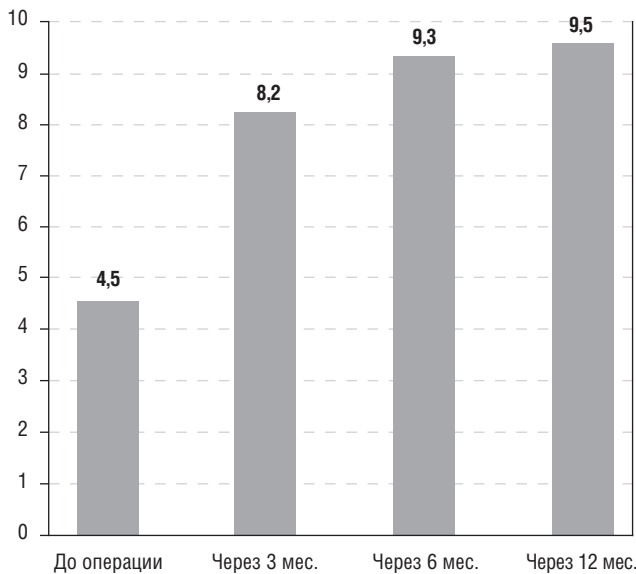


Рис. 9. Динамика показателей по шкале визуальной аналоговой шкале оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава, балл

Fig. 9. Visual Analogue Scale of Foot & Ankle dynamic, score

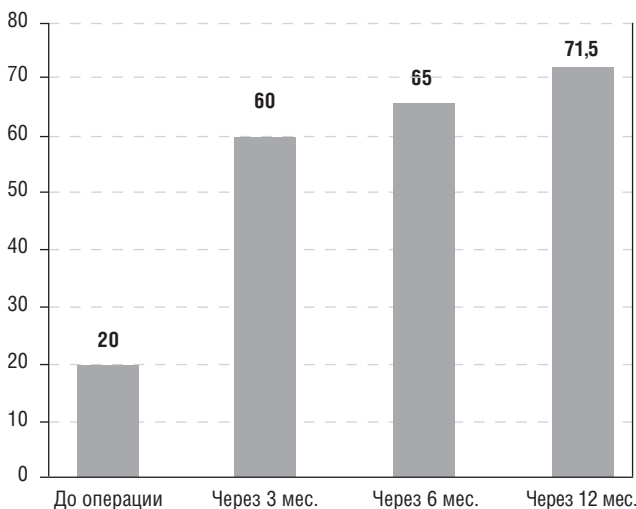


Рис. 10. Динамика объема движений в I плюснефаланговом суставе

Fig. 10. Dynamics of the range of motion in 1st metatarsophalangeal joint

симальное — 85°, $p < 0,024$, $W = -36,0$). Через 6 мес. положительная динамика сохранялась — медиана ROM составила 65° (минимальное значение — 30°, максимальное — 90°, $p < 0,024$, $W = -36,0$), а через год наблюдения — увеличилась уже до 71,5° (минимальное значение — 50°, максимальное — 90°, $p < 0,024$, $W = -36,0$).

Рентгенография стоп после операции демонстрировала значительное увеличение суставной щели I ПФС (рис. 11). Однако при контрольном осмотре через 3 мес. и далее наблюдали незначительное сужение суставной щели. Тем не менее клинически данное явление не проявлялось снижением ROM. Напротив, пациенты с 3 по 12-й месяц после операции в целом отмечали увеличение ROM (рис. 10, 12).



Рис. 11. Рентгенограмма стопы до и в первые сутки после хондропластики I и II плюснефаланговых суставов

Fig. 11. X-ray of the foot before and the first day after the 1st and 2nd metatarsophalangeal joints chondroplasty

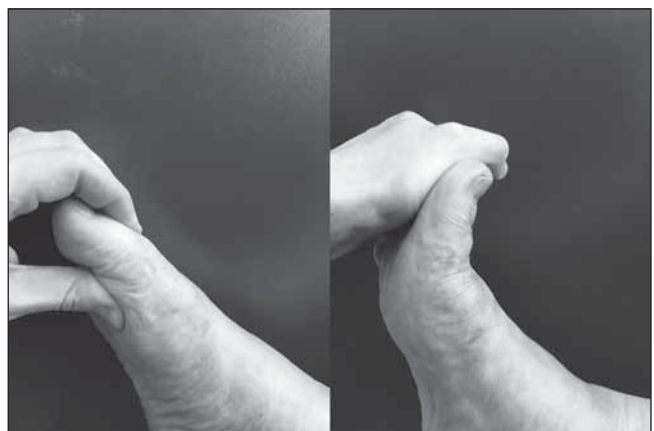


Рис. 12. Объем движений в I плюснефаланговом суставе через 12 мес. после операции (пациентка Е., 70 лет)

Fig. 12. Range of motion in 1st metatarsophalangeal joint 12 months after the surgery (patient E., 70 years)

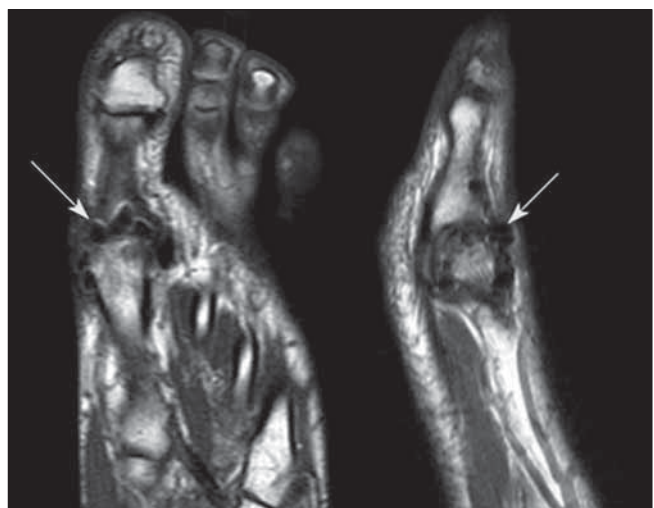


Рис. 13. Магнитно-резонансная томография стопы через 12 мес. после операции (пациентка Д., 40 лет)

Fig. 13. Foot MRI 12 months after the surgery (patient D., 40 years)

Особый интерес представляет собой картина магнитно-резонансной томографии стопы после операции. В области оперированной головки I ПК определяются гроздевидные образования — «артефакты», трактовка природы которых затруднена (рис. 13).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проблемой хирургического лечения HR в мире занимаются не один десяток лет. Разработаны классификации заболевания, описано множество оперативных методов лечения. Такие методики, как укорачивающая остеотомия I ПК в сочетании с хейлэктомией или, при запущенных стадиях, артродез I ПФС применяются чаще всего и зарекомендовали себя в целом с положительной стороны [1–9]. Тем не менее эти методы не лишены определенных недостатков, и данный факт является стимулом к поиску новых решений и усовершенствованию хирургической техники.

С другой стороны, операция по технике индуцированного матрицей хондрогенеза является довольно перспективным методом лечения пациентов с костно-хрящевыми дефектами в коленном [31, 32], тазобедренном [33] и голеностопном [34] суставах. Клинические случаи, проанализированные J. Gille и соавт. [32], продемонстрировали постепенное и значительное клиническое улучшение состояния пациентов через 1 и 2 года после операции. Это свидетельствует, что индуцированный хондрогенез является эффективным и безопасным методом лечения костно-хрящевых дефектов коленного сустава. A. Fontana и соавт. [33] показали, что у пациентов с поражением суставного хряща вертлужной впадины III и IV степеней после операции наблюдалось значительное улучшение, которое сохранялось в среднем в течение 5 лет. F.G. Usueli и соавт. [34] в своем исследовании продемонстрировали, что индуцированный хондрогенез является безопасным и эффективным методом лечения остеохондральных повреждений голеностопного сустава, что проявляется снижением уровня боли, улучшением функции сустава, а также МР-признаками заживления пораженного участка.

В мировой литературе описано только одно исследование, проведенное в 2016 г., в котором автор предлагает метод хирургического лечения HR, схожий с тем, который использовался в нашем исследовании — модифицированный вариант индуцированного матрицей хондрогенеза — MAST (matrix-associated stem cell transplantation) [41]. M. Richter проводил наблюдение за пациентами ($n = 20$) в течение 2 лет после выполненной хондропластики I ПФС, при этом отмечал значительное улучшение клинических показателей как в раннем послеоперационном периоде, так и через вышеуказанный промежуток времени: медиана показателя VAS FA увеличилась с 5,1 до 9,2, медиана объема движений в I ПФС — с 29,1 до 60°. В нашем исследовании к 12-му месяцу медиана VAS FA увеличилась с 4,5 до 9,5, медиана объема движений в I ПФС — с 20 до 71,5°.

У пациентов после выполненной хондропластики I ПФС по технике индуцированного хондрогенеза на протяжении всего периода наблюдения прослеживается положительная динамика. Особенно значительная разница показателей до и после операции отмечается в раннем периоде — к 3-му месяцу наблюдения.

Тем не менее у одной пациентки 70 лет к 6-му месяцу после операции наблюдалось некоторое ухудшение состояния. Вероятно, это связано с замедлением регенераторных процессов у пожилых людей, а также с тем, что пациенты, как правило, увеличивают нагрузку на оперированную стопу к 6-му месяцу. Стоит отметить, что к 12-му месяцу состояние данной пациентки значительно улучшилось, даже по сравнению с 3 месяцами после операции.

К 6-му месяцу после операции на контрольных рентгенограммах наблюдалось некоторое сужение суставной щели I ПФС, что, однако, не коррелировало с оценкой по шкалам и не оказывало влияния на объем движений в I ПФС. Скорее всего, это происходит из-за того, что к 3-му месяцу после операции процесс заживления и регенерации до конца не завершен. Таким образом, при больших размерах суставной щели, в этот период наблюдения объем движений в I ПФС меньше, чем к 6-му месяцу после операции.

Также стоит отметить, что артефакты в I ПФС, обнаруженные на магнитно-резонансной томографии, ранее не были описаны в литературе, поэтому невозможно дать их точную интерпретацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ ближайших и среднесрочных результатов выполненных операций продемонстрировал высокую эффективность хондропластики I ПФС в качестве метода хирургического лечения пациентов с HR. Более того, применение данной техники позволяет купировать болевой синдром и улучшать качество жизни пациентов, страдающих воспалительными РЗ, при условии низкой активности или ремиссии заболевания.

Уже через 3 мес. после операции у пациентов наблюдается значительная положительная динамика, и в течение года состояние стабилизируется на хорошем уровне. Также индуцированный матрицей хондрогенез, в отличие от хейлэктомии, можно использовать на любой стадии HR.

Однако, несмотря на хорошие результаты выполненных операций, данную технику не рекомендуется использовать у пациентов с РЗ высокой и средней активности без адекватно подобранной базисной терапии. Дать более полную оценку эффективности хондропластики I ПФС по технике индуцированного матрицей хондрогенеза позволит изучение отдаленных результатов операций.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Бережной С.Ю. Артроз первого плюснефалангового сустава: чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической методики, клинко-рентгенологическая

- классификация. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):8-22. [Berezhnoy SYu. First metatarsophalangeal joint osteoarthritis: percutaneous surgery, choice of a surgical procedure, clinical and radiographic classification. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(1):8-22. (In Russ.).] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22>.
2. McNeil DS, Baumhauer JF, Glazebrook MA. Evidence-based analysis of the efficacy for operative treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2013;34:15. <https://doi.org/10.1177/1071100712460220>.
3. Kirkup JR, Vidigal E, Jacoby RK. The hallux and rheumatoid arthritis. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1977;48(5):527-544. <https://doi.org/10.3109/17453677708989743>.
4. Sorbie C, Saunders GA. Hemiarthroplasty in the treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2008;29:273-81. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0273>.
5. Mackey RB, Thomson AB, Kwon O, et al. The modified oblique Keller capsular interpositional arthroplasty for hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:1938-2046. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00412>.
6. Erdil M, Elmadag NM, Polat G, et al. Comparison of arthrodesis, resurfacing hemiarthroplasty, and total joint replacement in the treatment of advanced hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg*. 2013;52:588-593. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2013.03.014>.
7. Calvo A, Viladot R, Gine J, Alvarez F. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2009;15(2):69-74. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2008.08.001>.
8. Keiserman L, Sammarco J, Sammarco GJ. Surgical treatment of the hallux rigidus. *Foot Ankle Clin N Am*. 2005;10:75-96. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2004.09.005>.
9. Waizy H, Czardybon MA, Stukenborg-Colsman C. Midand long-term results of the joint preserving therapy of hallux rigidus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130:165-170. <https://doi.org/10.1007/s00402-009-0857-1>.
10. Canseco K, Long J, Marks R, et al. Quantitative motion analysis in patients with hallux rigidus before and after cheilectomy. *J Orthop Res*. 2009;27(1):128-134. <https://doi.org/10.1002/jor.20711>.
11. Seibert NR, Kadakia AR. Surgical management of hallux rigidus: cheilectomy and osteotomy (phalanx and metatarsal). *Foot Ankle Clin*. 2009;14(1):9-22. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2008.11.002>.
12. Derner R, Goss K, Postowski HN, Parsley N. A plantar-flexor-shortening osteotomy for hallux rigidus: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44(5):377-389. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2005.07.010>.
13. Freeman BL, Hardy MA. Multiplanar phalangeal and metatarsal osteotomies for hallux rigidus. *Clin Podiatr Med Surg*. 2011;28(2):329-344. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2011.03.002>.
14. Malerba F, Milani R, Sartorelli E, Haddo O. Distal oblique first metatarsal osteotomy in grade 3 hallux rigidus: a longterm followup. *Foot Ankle Int*. 2008;29(7):677-682. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0677>.
15. Бобров Д.С., Слияков Л.Ю., Сухарева А.Г. Хирургическое лечение перегрузочной метатарзалгии. *Московский хирургический журнал*. 2014;3(37):16-18. [Bobrov DS, Slinyakov LYu, Sukhareva AG, et al. Surgical treatment of overload metatarsalgia. *Moscow Surgical Journal*. 2014;3(37):16-18. (In Russ.).]
16. Yee G, Lau J. Current concepts review: hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2008;29(6):637-46. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0637>.
17. Lau JT, Daniels TR. Outcomes following cheilectomy and interpositional arthroplasty in hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2001;22(6):462-470. <https://doi.org/10.1177/107110070102200602>.
18. Goucher NR, Coughlin MJ. Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis using dome shaped reamers and dorsal plate fixation: a prospective study. *Foot Ankle Int*. 2006;27(11):869-876. <https://doi.org/10.1177/107110070602701101>.
19. Ettl V, Radke S, Gaertner M, Walther M. Arthrodesis in the treatment of hallux rigidus. *Int Orthop*. 2003;27(6):382-385. <https://doi.org/10.1007/s00264-003-0492-3>.
20. Brodsky JW, Baum BS, Pollo FE, Mehta H. Prospective gait analysis in patients with first metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2007;28(2):162-165. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0162>.
21. Fanous RN, Ridgers S, Sott AH. Minimally invasive arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2014;20(3):170-173. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2014.03.004>.
22. Bauer T, Lortat-Jacob A, Hardy P. First metatarsophalangeal joint percutaneous arthrodesis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(5):567-573. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2010.01.011>.
23. DeFrino PF, Brodsky JW, Pollo FE. First metatarsophalangeal arthrodesis: a clinical, pedobarographic and gait analysis study. *Foot Ankle Int*. 2002;23(6):496-502. <https://doi.org/10.1177/107110070202300605>.
24. Konkel KF, Menger AG, Retzlaff SA. Results of metallic hemi-great toe implant for grade III and early grade IV hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2009;30(7):653-660. <https://doi.org/10.3113/FAI.2009.0653>.
25. Gupta S, Mallya N. TOEFIT-PLUS™ replacement of the first metatarsophalangeal joint of the first toe: a short-term follow-up study. *Foot*. 2008;18(1):20-24. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2007.07.001>.
26. Knessl J, Frank SE, Kundert HP. Ground reaction forces under the great toe after implantation of the TOEFIT-PLUS™ prosthesis. *Foot Ankle Surg*. 2005;11(3):131-134. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2005.03.001>.
27. Nixon NF, Taylor GJ. Early failure of the Moje implant when used to treat hallux rigidus: the need for regular surveillance. *Foot*. 2008;18(1):1-6. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2007.05.002>.
28. Sullivan MR. Hallux rigidus: MTP implant arthroplasty. *Foot Ankle Clin*. 2009;14(1):33-42. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2008.11.009>.
29. Deheer PA. The case against first metatarsal phalangeal joint implant arthroplasty. *Clin Podiatr Med Surg*. 2006;23(4):709-723. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2006.08.001>.
30. Sinha S, McNamara P, Bhatia M. Survivorship of the bio-action metatarsophalangeal joint arthroplasty for hallux rigidus: 5-year follow-up. *Foot Ankle Surg*. 2010;16(1):25-27. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2009.04.002>.
31. Benthien JP, Behrens P. Autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): combining microfracturing and a collagen I/III matrix for articular cartilage resurfacing. *Cartilage*. 2010;(1):65-68.
32. Gille J, Behrens P, de Girolamo L. Outcome of autologous matrix induced chondrogenesis (AMIC) in cartilage knee surgery: data of the AMIC Registry. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(1):87-93. <https://doi.org/10.1007/s00402-012-1621-5>.
33. Fontana A, de Girolamo L. Sustained five-year benefit of autologous matrix-induced chondrogenesis for femoral acetabular impingement-induced chondral lesions compared with microfracture treatment. *Bone Joint J*. 2015;97-B(5):628-635. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.97b5.35076>.
34. Uselli FG, D'Ambrosi R, Maccario C. All-arthroscopic AMIC® (AT-AMIC®) technique with autologous bone graft for talar osteochondral defects: clinical and radiological results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;26(3):875-881. <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4318-4>.
35. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS. Clinical rating systems for the ankle, hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994;15(7):349-353. <https://doi.org/10.1177/107110079401500701>.
36. Richter M, Zech S, Geerling J. A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale,

- validated and computerized. *Foot Ankle Surg.* 2006;12(4):191-199. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2006.04.001>.
37. Цзяньлиуань Мо, Ригин Н.В., Бобров Д.С., Слияков Л.Ю. Анкеты и шкалы для оценки состояния стопы и голеностопного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016;4(20):5-11. [Tszyan'liuyan' Mo, Rigin NV, Bobrov DS, Slinyakov LYu. Questionnaires and scales for assessing the condition of the foot and ankle. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. 2016;4(20):5-11. (In Russ.).]
 38. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(11):2072-2088. <https://doi.org/10.2106/00004623-200311000-00003>.
 39. Pratt JW. Remarks on zeros and ties in the wilcoxon signed rank procedures. *J Am Stat Ass.* 1959;54(287):655-667. <https://doi.org/10.1080/01621459.1959.10501526>.
 40. Сидоренко Е.В. *Методы математической обработки в психологии*. — СПб.: Речь, 2010. — 350 с. [Sidorenko EV. *Methods of mathematical processing in psychology*. Saint Petersburg: Rech'; 2010. 350 p. (In Russ.).]
 41. Richter M, Zech S, Meissner AS. Matrix-associated stem cell transplantation (MAST) in chondral defects of the 1st metatarsophalangeal joint is safe and effective — 2-year-follow-up in 20 patients. *Foot Ankle Surg.* 2016;23(3):195-200. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2016.05.318>.

Информация об авторах:

Максим Ринатович Нурмухаметов — врач — травматолог-ортопед. ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой, Москва. E-mail: nurmi91@mail.ru.

Максим Анатольевич Макаров — канд. мед. наук, заведующий лабораторией ревмоортопедии и реабилитации. ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой, Москва. E-mail: ortopedniir@mail.ru.

Евгений Иосифович Бялик — д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории ревмоортопедии и реабилитации. ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой, Москва. E-mail: sklifbialik@yandex.ru.

Сергей Анатольевич Макаров — канд. мед. наук, заведующий отделением травматологии и ортопедии. ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой, Москва. E-mail: smakarov59@rambler.ru.

Ярослав Борисович Хренников — канд. мед. наук, врач — травматолог-ортопед. ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», Москва. E-mail: yaroslav79@yandex.ru.

Information about the authors:

Maxim R. Nurmukhametov — orthopedic surgeon. V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia. E-mail: nurmi91@mail.ru.

Maxim A. Makarov — PhD, Head of the rheumosurgery laboratory. V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia. E-mail: ortopedniir@mail.ru.

Evgeny I. Bialik — PhD, Professor, leading researcher of the rheumosurgery laboratory. V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia. E-mail: sklifbialik@yandex.ru.

Sergey A. Makarov — PhD, Head of the orthopedic surgery department. V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia. E-mail: smakarov59@rambler.ru.

Yaroslav B. Khrennikov — PhD, orthopedic surgeon. Federal Scientific and Clinical Center of Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia. E-mail: yaroslav79@yandex.ru.



РЕКОНСТРУКТИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ МЕСТНОРАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЯХ ПАРААЦЕТАБУЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Загородний¹, В.Ю. Карпенко¹, А.Л. Карасев¹, А.С. Зелянин²,
И.С. Лысенко¹, Г.Д. Илуридзе¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства
здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва

В статье представлена история развития и совершенствования различных методик хирургического лечения пациентов с опухолевым поражением костей таза, а также современные типы операций, выполняемые у данной категории пациентов. На основе анализа литературных данных отечественных и зарубежных источников рассмотрены возможные осложнения и причины их возникновения, приведены сводные данные хирургических и онкологических результатов наиболее актуальных исследований, посвященных этой тематике.

Ключевые слова: опухоли костей таза; хирургическое лечение; осложнения; отдаленные результаты.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Загородний Н.В., Карпенко В.Ю., Карасев А.Л., Зелянин А.С., Лысенко И.С., Илуридзе Г.Д. Реконструктивные операции при местнораспространенных злокачественных опухолях параацетабулярной области. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):42-51. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027342-51>

RECONSTRUCTIVE SURGERY FOR LOCALLY ADVANCED MALIGNANT TUMORS PERIACETABULAR REGION

© N.V. Zagorodnii¹, V.Yu. Karpenko¹, A.L. Karasev¹, A.S. Zelyanin²,
I.S. Lysenko¹, G.D. Iluridze¹

¹N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) of the Ministry
of Healthcare of the Russia Federation, Moscow, Russia;

The article presents the history of development and improvement of various methods of surgical treatment of patients with tumor lesions of the pelvic bones, as well as modern types of operations in this category of patients. Based on the analysis of literature data of domestic and foreign sources are considered possible complications and their causes, summarizes the surgical and oncologic results of the most relevant studies devoted to this subject.

Key words: pelvic bone tumors; surgical treatment; complications; long-term results.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the study was performed with no external funding.

TO CITE THIS ARTICLE: Zagorodnii NV, Karpenko VYu, Karasev AL, Zelyanin AS, Lysenko IS, Iluridze GD. Reconstructive surgery for locally advanced malignant tumors periacetabular region. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):42-51. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027342-51>

ВВЕДЕНИЕ

Первичные злокачественные опухоли костей составляют 1–2 % всех впервые выявленных злокачественных новообразований. В России заболеваемость первичными злокачественными опухолями костей регистрируется у 1 больного на 100 тыс. населения, что соответствует данным по заболеваемости в других странах. Первичные злокачественные опу-

холи костей таза являются редкой онкологической патологией и составляют не более 10 % всех костных сарком, поражающих скелет человека [1].

Отличительной особенностью этой нозологии является экспансивный рост опухоли в полость малого таза и окружающие мягкие ткани, что определяет их бессимптомное течение на ранних стадиях заболевания. Клинические проявления возникают при выраженной местной распространенности и значи-

тельных размерах опухолевого очага в виду сдавления опухолью корешков тазового нервного сплетения, органов малого таза и разрушении тазобедренного сустава. Низкий процент выявляемости на начальном этапе опухолевого процесса, соседствующее положение в полости малого таза жизненно важных органов и магистральных сосудисто-нервных структур, а также важная роль тазового кольца в обеспечении походки человека определяют сложность выполнения органосохранных и реконструктивных операций у данной категории больных [2].

Одним из первых хирургическое вмешательство пациенту с опухолевым поражением костей таза в объеме, межподвздошно-брюшной резекцией (МПБР), выполнил Т. Kocher в 1884 г. Передним доступом осуществлялась остеотомия лонной и седалищной костей, а сзади было рассечено крестцово-подвздошное сочленение. Опухоль была удалена единым блоком вместе с проксимальным отделом бедренной кости. Через четыре года больной был жив и передвигался при помощи костылей [3]. Наряду с МПБР одной из первых операций при опухолевом поражении костей таза явилось межподвздошно-брюшное вычленение (МПБВ). Первым такую операцию провел Billrot в 1891 г. Сложность ее выполнения заключалась в том, что единым блоком удалялась часть таза, пораженная опухолью, вместе с сопряженной с ней через тазобедренный сустав нижней конечностью. Учитывая слабое развитие анестезиологического пособия и отсутствие возможности проведения гемотрансфузии в то время, результат операции был неудовлетворительным, и пациент умер через несколько часов после ее окончания [4].

В 1899 г. первым отечественным хирургом, выполнившим МПБВ с хорошим хирургическим результатом, стал Э.Г. Салищев [8]. Дальнейшее развитие в России и за рубежом хирургия таза получила в работах J.H. Pringle (1916), A.T. Бржезовского (1923), С.С. Юдина (1926), P.N. Napalkow (1931), G. Gordon-Taylor (1934) [40–43].

МЕЖПОДВЗДОШНО-БРЮШНОЕ ВЫЧЛЕНЕНИЕ

Межподвздошно-брюшное вычленение (МПБВ) — расширенное калечащее хирургическое вмешательство, подразумевающее удаление половины костей тазового кольца с прилежащей нижней конечностью, уровень резекции при котором проходит через лонное и крестцово-подвздошное сочленения. Наиболее часто МПБВ выполняется при местнораспространенных злокачественных и доброкачественных опухолях костей таза, проксимального отдела бедренной кости или распространенных саркомах мягких тканей, локализованных в области тазобедренного сустава, значительно реже при хроническом гнойном процессе, остеомиелите костей таза, не поддающимся комбинированному лечению и угрожающим жизни больного или с паллиативной целью [10]. Существуют различные модификации выполнения МПБВ

в зависимости от уровня резекции тазового кольца. В случае если необходимо выполнить резекцию на уровне крестца или поясничного отдела позвоночника или с захватом контралатеральной лонной кости, МПБВ называют расширенным. Пластику дефекта после операции выполняют полнослойными лоскутами. Существуют два типа лоскутов для закрытия дефекта после удаления препарата при МПБВ: передний «бедренный» и задний «ягодичный». Бедренный включает в себя четырехглавую и порции приводящих мышц бедра, ножкой которого является бедренный сосудистый пучок, а ягодичный формируется на основе ягодичных мышц. В случае распространения опухоли в область малого таза используют задний лоскут, а при инфильтрации опухолевым процессом ягодичных мышц — передний лоскут.

В Британском ортопедическом госпитале в период с 1980 по 2010 г. было выполнено 157 МПБВ, из них 140 (89 %) — с лечебной целью, а 17 (11 %) — с паллиативной. Средняя продолжительность операции составила 3 ч, средняя кровопотеря — до 2000 мл. За время наблюдения рецидив опухоли был диагностирован у 23 (15 %) больных. После выполнения лечебных операций 5-летняя выживаемость у пациентов с низкоквалифицированными опухолями (GI) составила 73 %, с высококвалифицированными (GII-III) — 41 %. После паллиативных операций однолетняя и 2-летняя выживаемость составили 41 и 23 % соответственно. Никто из пациентов после паллиативных операций не пережил 5-летний интервал. Функциональный результат по шкале Международного общества опухолей опорно-двигательного аппарата MSTS в среднем составил 57 % (34–88 баллов) [11].

J.P. Apffelstaedt и соавт. [12] приводят результаты 68 МПБВ, выполненных в период с 1973 по 1994 г. Лечебных операций было 48 (70 %), паллиативных — 20 (30 %). Средняя продолжительность операции составила 7 ч, интраоперационная кровопотеря — до 4200 мл. За время наблюдения рецидив опухоли был диагностирован у 35 % больных. В зависимости от типа проведенной операции 5-летняя выживаемость после лечебных операций составила 21 %, а после паллиативных — лишь 14 %. Наиболее частыми осложнениями были некроз укрывающего лоскута у 50 % больных и инфицирование послеоперационной раны — у 35 %. Схожие результаты при выполнении МПБВ у 53 пациентов с опухолевым поражением костей таза представил T.W. Prewitt и соавт. [13]. Средняя продолжительность операции составила 5 ч, а кровопотеря — до 2000 мл. Наиболее частым осложнением, как и в других клиниках, было инфицирование послеоперационной раны у 28 % прооперированных больных. 5-летняя выживаемость составила 30 %. Стоит отметить, что по данным авторов, ни у одного больного не было выявлено рецидива опухоли, а прогрессирование заболевания проявлялось в виде появления отдаленных метастазов у 70 % пациентов [13].

МПБВ является одной из наиболее масштабных и травматичных операций не только в онкологии, но и в хирургии в целом, наиболее частым показанием к выполнению которой является местнораспространенный опухолевый процесс, локализованный в проекции костей таза и тазобедренного сустава. Ввиду невысокой общей заболеваемости саркомами костей и мягких тканей такой локализации, а также наличия в современной онкологической ортопедии методик органосохранного лечения таких пациентов значимость этой операции сегодня невелика, однако в ряде случаев это вмешательство является единственной возможностью радикального удаления опухоли. Адекватное выполнение МПБВ требует наличия хирургического опыта проведения подобных вмешательств и обеспечения, соответствующего анестезиологического и трансфузиологического пособий.

МЕЖПОДВЗДОШНО-БРЮШНАЯ РЕЗЕКЦИЯ

Межподвздошно-брюшная резекция стала не только первой расширенной операцией при опухолевом поражении костей таза, но и первым методом органосохранного лечения пациентов с этой сложной патологией. Реконструкция вертлужной впадины и восстановление связи бедренной кости с тазовым кольцом при межподвздошно-брюшной резекции не производится. Бедренную кость оставляют в области операции, фиксируя к ней резецированные мышцы, после чего иммобилизируют нижнюю конечность со стороны операции сроком до 5 мес. с целью стойкого формирования рубцовых изменений и фиброзной капсулы.

А. Asavamongkolkul и соавт. [14] выполнили МПБР у 13 пациентов с первичными злокачественными опухолями параацетабулярной области. Радикальные операции с индексом R0 были проведены у 9 (70 %) пациентов. Послеоперационные осложнения были у 2 (15 %) прооперированных больных, при этом глубокое инфицирование послеоперационной раны отмечено у 1 (7,5 %) пациента. За время наблюдения рецидив диагностирован у 3 (23 %) и метастазы в легкие у 1 (7,5 %) больного. От прогрессирования болезни умерли 3 (23 %) пациента.

Совершенствование хирургической техники, анестезиологического пособия, внедрение металлоимплантов и микрохирургии способствовало появлению и развитию новых органосохранных реконструктивных методик лечения пациентов с опухолевым поражением тазового кольца, в виду чего МПБР сегодня имеет ограниченное применение. Эта операция проводится в случае, если выполнить реконструкцию технически невозможно из-за выраженной местной распространенности опухолевого процесса, но с условием сохранения основных магистральных сосудисто-нервных структур, которые в состоянии обеспечить адекватную иннервацию и кровоснабжение оперированной конечности. Также возможно проведение межпод-

вздошно-брюшной резекции в клиниках, которые не обладают технической оснащенностью и необходимым опытом выполнения реконструктивных операций [15].

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗ ТИТАНОВЫХ СТЕРЖНЕЙ, КОСТНОГО ЦЕМЕНТА И ЭНДОПРОТЕЗА

Нарушение непрерывности тазового кольца, после удаления опухоли, требует выполнения реконструкции для восстановления целостности костей таза, что способствует улучшению функционального статуса и качества жизни пациента после операции. Совершенствование хирургической техники, анестезиологического пособия и разработки различных систем эндопротезов и металлоимплантов в конце XX в. позволили разработать новые методики для выполнения органосохранных и реконструктивно-пластических операций пациентам с опухолевым поражением костей таза.

Данные методики, в сравнении с МПБР и МПБВ, позволяют получить хороший косметический эффект, лучший функциональный статус при сравнимых онкологических результатах [16, 17].

Реконструктивная онкологическая хирургия тазового кольца берет свое начало с 70-х годов прошлого века, когда J.T. Johnson выполнил двум пациентам с хондросаркомой параацетабулярной области реконструкцию вертлужной впадины после удаления опухоли путем проведения через оставшиеся лонную и подвздошную кости нескольких стержней и спиц, к которым при помощи костного цемента фиксировал чашку эндопротеза тазобедренного сустава (рис. 1). Первый пациент был жив через 5 лет после операции без данных о прогрессировании, мог ходить без средств дополнительной опоры. Второй пациент передвигался самостоятельно.



Рис. 1. Рентгенограмма костей таза, реконструкция выполнена при помощи комбинации титановых стержней, костного цемента и эндопротеза тазобедренного сустава [39]

Fig. 1. Roentgenogram of the pelvic bones, the reconstruction was performed using a combination of titanium rods, bone cement and hip endoprosthesis [39]

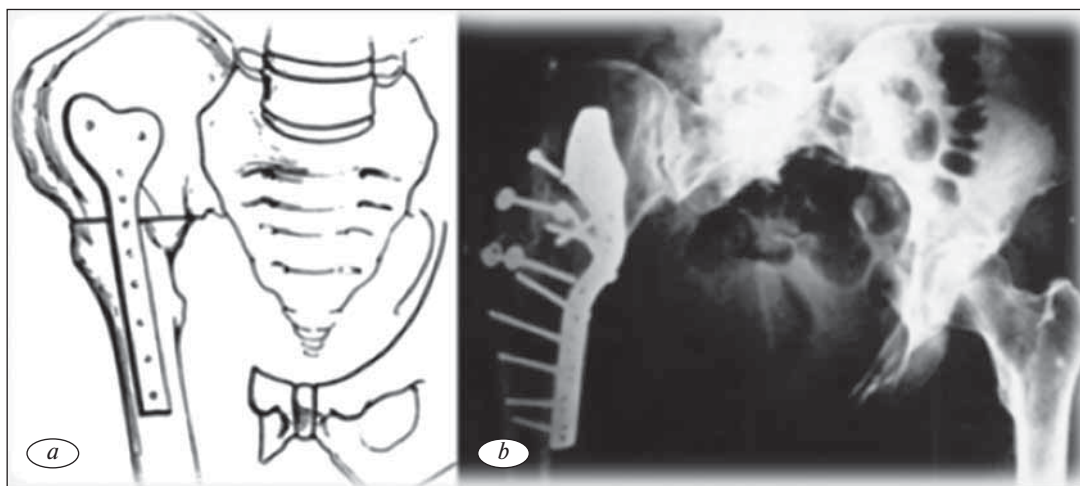


Рис. 2. Реконструкция вертлужной впадины при помощи артродеза проксимального отдела бедренной кости с подвздошной костью: *a* — схема операции; *b* — рентгенограмма костей таза с подвздошно-бедренным наkostным металлоостеосинтезом пластиной и артродезированием [19]

Fig. 2. Reconstruction of the acetabulum using arthrodesis of the proximal femur with the ilium: *a* — scheme of operation; *b* — roentgenogram of the pelvis with ilio-femoral extramedullary metal osteosynthesis the plate and arthrodesis [19]

но при помощи трости, однако через год после лечения у него выявлен рецидив опухоли, в связи с чем было рекомендовано выполнить МПБВ, от которого пациент отказался [15, 18].

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ АРТРОДЕЗА

Альтернативная методика реконструкции вертлужной впадины была предложена М.І. О'Коннор и F. Sim в 1989 г. [19]. Опороспособность конечности после удаления опухоли восстанавливалась путем формирования различных типов артродеза проксимального отдела бедренной кости с подвздошной и лонной костями при помощи металлоостеосинтеза (рис. 2).

Авторы сообщают о 29 прооперированных больных с саркомами костей параацетабулярной области. Средний период наблюдения составил 66 мес. Прогрессирование заболевания диагностировано у 12 (40 %) прооперированных больных, при этом рецидив опухоли отмечен лишь у 2 (8 %) пациентов. Функциональный результат после операции оценен как хороший у 35 %, удовлетворительный у 25 % и неудовлетворительный у 40 % больных. Общее количество осложнений составило 62 %. Инфицирование послеоперационной раны было у 31 % и формирование ложного сустава области артродеза также у 31 % пациентов [19].

S. Nagoya и соавт. в 2000 г. использовали для формирования артродеза васкуляризированную малоберцовую кость на микрососудистых анастомозах у четырех больных. Все операции выполнены с индексом R0. Осложнения в виде глубокого инфицирования раны и несостоятельности аутографта отмечены у двух пациентов [20].

Несмотря на то что, по мнению ряда авторов, эта методика отличается технической простотой выполнения операции, основными и значимыми

ее недостатками являются частое развитие осложнений и неудовлетворительные функциональные результаты после операции [19–23].

РЕКОНСТРУКЦИЯ АЛЛО- И АУТОГРАФТАМИ

Методика была впервые предложена в 1992 г. K.D. Harrington, и впоследствии получила название по его фамилии (рис. 3). Автор выполнил реконструкцию вертлужной впадины при помощи аллогraftа, автоклавируемых аутографтов и эндопротеза тазобедренного сустава. Фиксацию осуществляли стержнями [17].

Автор выполнил 14 операций. У 10 (71 %) пациентов реконструкция выполнена аллогraftом,

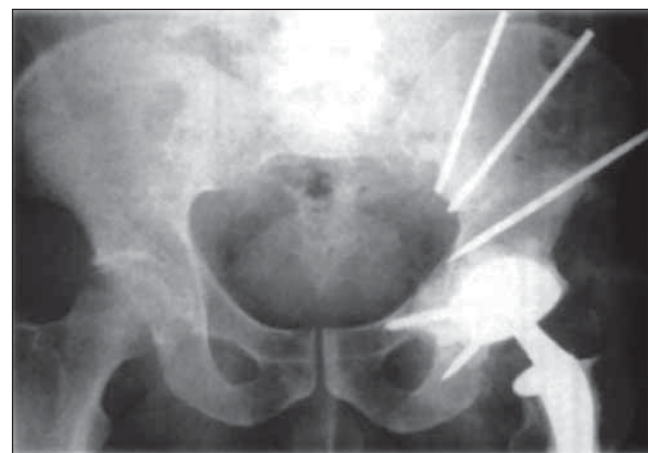


Рис. 3. Рентгенограмма костей таза после реконструкции параацетабулярной области аллогraftом с фрагментом вертлужной впадины, костным цементом, стержнями и эндопротезом [17]

Fig. 3. Roentgenogram of the pelvic bones after reconstruction of the supraacetabular region with allograft with a fragment of the acetabulum, bone cement, rods and endoprosthesis [17]

у 4 (29 %) использована автоклавируемая аутокость. Период наблюдения составил 84 мес. В радикальном объеме прооперировано 11 (78 %) пациентов. Значимые послеоперационные осложнения отмечены у 3 (21 %) пациентов. В зависимости от типа осложнения это были: нестабильность костного трансплантата — 3 (21 %), глубокое инфицирование раны — 1 (7 %), вывих головки эндопротеза — 1 (7 %), нестабильность чашки металлоимпланта — 1 (7 %). Прогрессирование выявлено у 3 (21 %) пациентов в виде метастазов в легкие — рецидив. Функциональный результат после операции был оценен как отличный у 5 (36 %), хороший — у 7 (50 %), и удовлетворительный — у 1 (7 %) больного. Подобная методика реконструкции с незначительными изменениями нашла продолжение в работах С. Delloye и D.J. Biau [24, 25].

D.J. Biau и соавт. [25] в 2009 г. использовали в качестве аутогоспрансплантата фрагмент резецированной бедренной кости (рис. 4). Авторы сообщают о 13 прооперированных больных. Средний период наблюдения составил 49 мес. Послеоперационные осложнения диагностированы у 5 (38 %) пациентов. Общее количество осложнений составило 69 %. Инфекционные — 15,3 %, вывих головки эндопротеза — 23,1 %, нестабильность трансплантата — 15,3 %, перелом трансплантата — 15,3 %. С. Delloye и соавт. [24] в 2007 г. выполнили реконструкцию параацетабулярной области аллогоспрантами у 24 пациентов. Осложнения диагностированы у 50 % прооперированных больных, при этом наиболее распространенными были инфицирование раны и несостоятельность аллотоспрантата. Функциональный результат по MSTs составил 73 %.



Рис. 4. Рентгенограмма костей таза после хирургического лечения. Фрагмент бедренной кости перемещен в зону резекции совместно с эндопротезом тазобедренного сустава. Фиксация осуществлена за счет металлоостеосинтеза [25]

Fig. 4. Roentgenogram of the pelvic bones after surgical treatment. The femur fragment was moved to the resection zone together with the hip endoprosthesis. Fixation was carried out with metal osteosynthesis [25]

Использование алло- и аутогоспрантов позволяет наиболее точно смоделировать фрагмент резецированной кости и выполнить анатомическую реконструкцию параацетабулярной области с адекватным функциональным результатом у прооперированных больных. Недостатком этой методики является значительное количество послеоперационных осложнений, общая частота развития которых, по данным ряда авторов, может составлять от 40 до 90 %. Наиболее частыми из них являются: инфекционные — 8–60 %, вывих головки металлоимпланта — 15–26 %, несостоятельность костного трансплантата — 12–17 % [26–29].

ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Широкое использование металлоимплантов для проведения органосохранного хирургического лечения пациентов с опухолевым поражением длинных костей ознаменовало внедрение методики эндопротезирования в тазовую онкохирургию. Первые эндопротезы вертлужной впадины представляли собой достаточно массивную металлоконструкцию. Тазовый компонент металлоимпланта состоял из чашки, имитирующей вертлужную впадину, и системы крепления к тазовым костям. Бедренный — из эндопротеза тазобедренного сустава. В зависимости от производителя, эндопротезы вертлужной впадины различались по строению и методике установки, и все они изготавливались индивидуально для конкретного больного. Использование металлоимплантов позволило расширить показания для выполнения органосохранного хирургического лечения пациентам с местнораспространенными опухолями тазового кольца и улучшить функциональные результаты лечения.

Так, по данным королевского национального ортопедического госпиталя (Великобритания), за период с 1971 по 2005 г. реконструкция вертлужной впадины эндопротезом выполнена 98 пациентам с опухолевым поражением параацетабулярной области [30]. Средний период наблюдения составил 7,5 года. Общая пятилетняя выживаемость больных составила 67 %. Рецидив заболевания диагностирован у 29 (31 %) больных. Общее количество значимых послеоперационных осложнений составило 40 %. Глубокое инфицирование послеоперационной раны было у 17 (18 %), вывих головки металлоимпланта — у 20 (19 %), и перипротезный перелом — у 3 (3 %) прооперированных пациентов. Функциональный результат после операции по шкале MSTs составил 70 %.

Одной из модификаций эндопротезов вертлужной впадины являются так называемые «седловидные» эндопротезы. Свое название они получили благодаря тазовому компоненту импланта, который выполнен в форме выемки, напоминающей седло, в которое фиксируется оставшаяся после резекции часть подвздошной кости. Первоначально эти металлоимпланты применялись у больных с разрушением вертлужной впадины после ортопедической

артропластики, но позже их внедрили и в онкологическую практику [31].

F. Aljassir и соавт. [32] сообщают о 27 пациентах, которым выполнена реконструкция вертлужной впадины «седловидным» эндопротезом. Средняя продолжительность наблюдения составила 45 мес. Количество радикально выполненных операций — 12 (44 %). Прогрессирование заболевания диагностировано у 12 (44 %) пациентов, при этом рецидив опухоли — у 6 (22 %). В зависимости от типа осложнения глубокое инфицирование раны было у 10 (37 %), перипротезный перелом подвздошной кости с транспозицией металлоимпланта — у 6 (22 %), и вывих эндопротеза — также у 6 (22 %) больных. Функциональный результат по шкале MSTS составил 51 %.

В настоящее время в ряде клиник используют модифицированные «седловидные» эндопротезы, у которых усовершенствована методика фиксации тазового компонента металлоимпланта к подвздошной кости, обеспечивающая лучшую стабильность конструкции и снижающая частоту вывихов и транспозиции эндопротеза.

В клинике университета Южной Калифорнии (США) в период с 2000 по 2009 г. 25 пациентам с опухолевым поражением параацетабулярной области имплантированы модифицированные «седловидные» эндопротезы (рис. 5) [33]. Средний период наблюдения составил 29 мес. За время наблюдения прогрессирование заболевания выявлено у 15 (60 %) больных. Общее количество значимых осложнений — 11 (44 %). Глубокое инфицирование раны — у 6 (24 %), вывих протеза — у 3 (12 %) и перелом подвздошной кости с транспозицией эндопротеза — у 2 (8 %) пациентов. Среднее значение функционального результата по шкале MSTS составило 67 %.

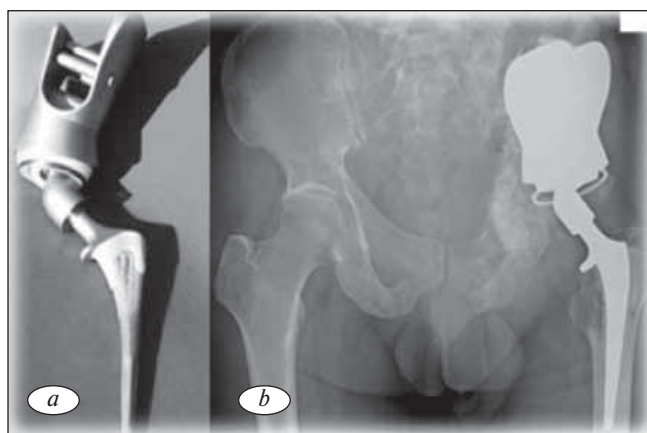


Рис. 5. Периацетабулярная реконструкция с применением «седловидного» эндопротеза: *a* — внешний вид; *b* — рентгенограмма костей таза, после выполненной операции. Металлоимплант фиксирован к резецированному крылу подвздошной кости [33]

Fig. 5. Periacetabular reconstruction using a “saddle” endoprosthesis: *a* — the appearance of periacetabular endoprosthesis; *b* — postoperative roentgenogram of the pelvic bones. The metal implant is fixed to the resected wing of the ilium [33]

МОДУЛЬНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Благодаря совершенствованию хирургии, появлению новых биосовместимых материалов и вариантов трехмерного моделирования в настоящее время одними из наиболее перспективных методик реконструкции вертлужной впадины являются модульные системы на основе конической ножки. Главным преимуществом этих эндопротезов является модульность конструкции, которая облегчает сборку и установку металлоимпланта во время операции, а также позволяет наиболее адекватно подобрать размер эндопротеза и его положение в плоскости.

Основой эндопротеза является коническая ножка, которая имплантируется в оставшуюся после удаления опухоли часть подвздошной кости или боковые массы крестца. К ножке фиксируется чашка импланта, в которую затем погружается головка эндопротеза тазобедренного сустава. Благодаря модульности конструкции возможен подбор модулей эндопротеза, соответствующих по толщине опиленного подвздошной кости и диаметру чашки. Технология позволяет во время операции производить изменение угла положения чашки в зависимости от необходимой физиологической проекции.

Впервые эндопротез на основе конической ножки первого поколения был использован C. Schoellner и соавт. [34] в 2000 г. для реконструкции вертлужной впадины у больных после ортопедической артропластики с нестабильностью чашки эндопротеза. Средний период наблюдения составил 60 мес. (1–164 мес.). Было выполнено 139 операций. У 51 (36,7 %) пациента в промежуток от 1 года до 5 лет эндопротезы были удалены. Высокое количество ревизионных операций было связано с новизной использованной методики [34].

По данным МНИОИ им. П.А. Герцена, в период с 2011 по 2018 г.: параацетабулярные резекции с реконструкцией модульным эндопротезом были выполнены у 30 пациентов. Мужчин было 13 (43 %), женщин 17 (57 %). Средний возраст составил 45 лет (23–63 года). Первичные злокачественные опухоли костей были у 19 (63 %) больных, гигантоклеточная опухоль — у 5 (17 %), местнораспространенная саркома мягких тканей — у 1 (3 %), солитарные метастазы рака почки — у 2 (7 %), и 3 (10 %) пациента с рецидивами сарком после ранее проведенного хирургического лечения. Средняя продолжительность операции составила 310 мин (145–520 мин), объем интраоперационной кровопотери 5520 мл (600–20 000 мл). Положительный край резекции по результатам планового морфологического исследования выявлен у 3 (10 %) пациентов. Средний срок наблюдения составил 36 мес. (4–73 мес.). Прогрессирование болезни в сроки от 6 до 40 мес. выявлено у 10 (33 %) больных. От прогрессирования болезни умерли 8 (27 %) человек. Осложнения разного типа диагностированы у 11 (37 %) больных, среди которых преобладали инфекционные — 9 (30 %). Среднее значение функционального результата по шкале

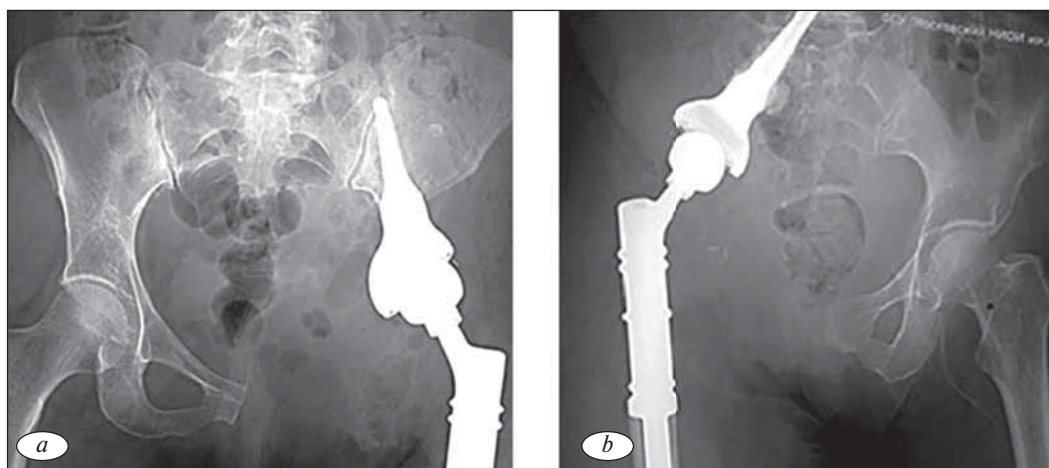


Рис. 6. Рентгенограмма костей таза после операции: *a* — коническая ножка имплантирована в оставшуюся после удаления опухоли часть подвздошной кости; *b* — коническая ножка имплантирована в крестец после удаления половины таза, пораженной опухолью

Fig. 6. Postoperative roentgenogram of the pelvic bones: *a* — the tapered stem is implanted in the remaining part of the ileum after the removal of the tumor ileum; *b* — tapered stem is implanted into the pelvis after removal of half of the pelvis with the tumor

MSTS составило 59 % (15–82 %) (рис. 6) [35]. Схожие результаты были получены в Англии N.E. Fisher и соавт. [36], которые использовали схожую технику реконструкции.

С. Stihsen и соавт. [37] сообщают о 48 пациентах с опухолевым поражением парацетабулярной области, которым была проведена реконструкция вертлужной впадины модульным эндопротезом, половина из них была с первичными злокачественными опухолями костей. Среднее значение периода наблюдения составило 6,6 года. Прогрессирование заболевания было у 17 (35,4 %) больных. Рецидив опухоли был диагностирован у 8 (17,8 %), осложнения — у 18 (37,5%) пациентов, у 8 (17%) из которых наиболее распространенным было глубокое инфицирование. У 7 (15 %) человек был диагностирован вывих, и у 3 (6 %) — нестабильность эндопротеза. Среднее значение показателя MSTS при окончательном наблюдении составило 71 % (27–93 %) [37].

В 2013 г. М. De Paolis и соавт. [38] опубликовали данные о проведенном хирургическом лечении 45 пациентам с опухолевым поражением парацетабулярной зоны, использовав модульные эндопротезы на основе конической ножки. У 33 (73,3 %) пациентов для замещения дефекта использовали модульный эндопротез в комбинации с аллогraftом. Средний период наблюдения составил 60 мес. (1–154 мес.). Прогрессирование заболевания выявлено у 20 (44 %) больных, при этом рецидив был у 15 (33,3%). МПБВ было выполнено 6 (13,3 %) пациентам. Наиболее частым послеоперационным осложнением, как и по данным других авторов, было глубокое инфицирование, у 6 (13 %) больных. Функциональные результаты были хорошими или отличными у 25 (56 %) пациентов. [38].

Проанализированные результаты использования модульных систем эндопротезирования вертлужной впадины свидетельствуют о перспективности этой хирургической методики, которая позволяет до-

стигнуть адекватных и сравнимых с другими техниками реконструкции тазового кольца. К значимым преимуществам также можно отнести невысокое, в сравнении с другими методиками реконструкции, количество послеоперационных осложнений, в том числе инфекционных, относительную простоту технического выполнения операции, экономическую целесообразность.

ТРАНСПОЗИЦИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ С ФОРМИРОВАНИЕМ НЕОАРТРОЗА

В 2010 г. С. Gebert и соавт. предложили проводить транспозицию оставшейся бедренной кости при помощи биосинтетической манжеты, фиксировать ее к краю резекции тазового кольца с формированием неоартроза (рис. 7). Количество прооперированных больных, по данным С. Gebert, составило 62 пациента, при этом у большинства из них (98 %) были первичные злокачественные опухоли костей и мягких тканей. Средний срок наблюдения составил 43 мес. Радикальные операции с индексом R0 выполнены у 53 (85,5 %) пациентов. Положительный край резекции R1 был у 5 (8,1 %) и R2 у 4 (6,4 %) больных. Общая пятилетняя выживаемость составила 80,5 %. Значимые послеоперационные осложнения отмечены у 26 (42 %) пациентов. Из них инфекционные составили 20 (32 %) и несостоятельность неоартроза 6 (10 %). Функциональный результат после операции по шкале MSTS — 62 %.

Безусловным преимуществом изложенной методики органосохранного хирургического лечения пациентов с местнораспространенными опухолями тазового кольца является адекватный функциональный результат после выполнения операции. Количество послеоперационных осложнений сопоставимо с другими типами реконструкции вертлужной впадины, однако полученные авторами отдаленные онкологические результаты свидетельствуют о перспективности используемой методики [26].

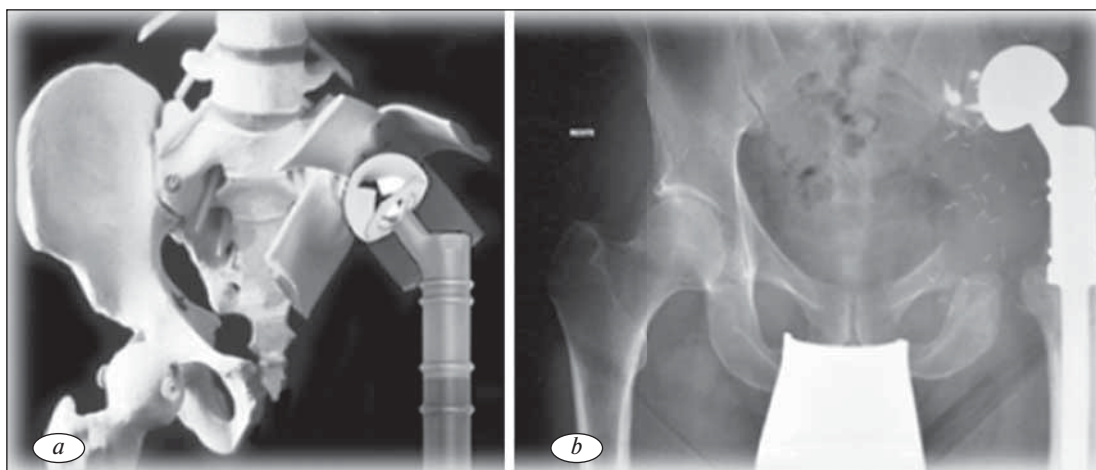


Рис. 7. Транспозиция бедренной кости с формированием неоартроза: *a* — схема операции; *b* — рентгенограмма костей таза после операции. Бедренная кость с эндопротезом тазобедренного сустава при помощи биосинтетической манжеты фиксируется к крестцово-подвздошному сочленению

Fig. 7. Transposition of the femur with the formation of neoarthrosis; *a* — scheme of operation; *b* — postoperative roentgenogram of the pelvic bones. Femur bone with hip endoprosthesis using biosynthetic cuff fixed to sacroiliac joint

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение пациентов с опухолевым поражением костей таза и параацетабулярной области, в частности, является одним из самых сложных разделов современной онкологической ортопедии. Ввиду анатомических и функциональных особенностей тазового кольца, операции в этой топографической зоне характеризуются технической сложностью выполнения и высокой частотой развития послеоперационных осложнений.

Основными, порой конкурирующими, задачами тазовой онкохирургии являются необходимость достижения максимального радикализма во время операции, обеспечение адекватного функционально-эстетического результата и качества жизни больного после лечения. Одним из главных направлений, позволяющих достичь поставленных задач, стала разработка и внедрение органосохранных реконструктивных операций с использованием аллографтов, микрохирургии и различных видов металлоимплантов и их комбинаций. Современные методы реконструкции вертлужной впадины позволили расширить показания для проведения органосохранного лечения этой сложной категории больных. Несмотря на их разнообразие, все они характеризуются достаточно высокой частотой развития осложнений и неоднозначными функциональными результатами. По мнению большинства специалистов, занимающихся реконструктивной онкохирургией тазового кольца, универсальной методики реконструкции параацетабулярной области при опухолевом поражении на настоящий момент не существует.

Все вышеизложенное свидетельствует об актуальности обсуждаемой проблемы и перспективности совершенствования имеющихся и разработки новых методик органосохранного лечения этих пациентов. Хирургическое лечение опухо-

левого поражения костей таза является наименее изученной проблемой в современной онкоортопедии.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. *Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность)*. — М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «ФМИЦ им. П.А. Герцена» Минздрава России. 2016. — С. 10-16. [Kaprin AD, Starinsky VV, Petrova GV. *Incidence of malignant neoplasms in the population of Russia (incidence and mortality)*. Moscow: MNIOI of P.A. Herzen Federal State Budgetary Institution NMIRTs branch of the Russian Ministry of Health, 2016; 250 p. (In Russ.)]
- Карпенко В.Ю. Реконструктивный и реконструктивно-пластический этапы при радикальных операциях в онкологической ортопедии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — М., 2015. [Karpenko VU. *Reconstructive and reconstructive-plastic stages in radical operations in oncological orthopedics*. [dissertation abstract] Moscow; 2015. (In Russ.)]
- Kocher T. *Doctrine of Surgical Treatment*. Under Edition of N.V. Sklifasovsky, 1899.
- Savariaud M. Un cas de disarticulation inter-ilio-abdominale. *Rev Chir (Paris)*. 1902;26:345-350.
- Dawson W, Ebbell B. The Papyrus Ebers; the greatest Egyptian medical document. *J Egypt Archaeol*. 1938;24(2):250. <https://doi.org/10.2307/3854804>.
- Vesalius A. *De Humani Corporis Fabrici*. Base; 1543.
- Abernathy J. *Surgical observations on tumors*. London: Longman and Rees; 1804.
- Салищев Э.Г. Вылущивание всей нижней конечности вместе с ее безымянной костью. *Врач*. 1899;(26):757-761. [Salishchev EG. *Husking the entire lower limb along with its nameless bone*. *Vrach*. 1899;(26):757-761. (In Russ.)]
- Зацепин С.Т. *Костная патология взрослых: Руководство для врачей*. — М.: Медицина, 2001. [Zatsepin ST. *Bone pathology of adults: a guide for physicians*. Moscow: Medicine; 2001. (In Russ.)]
- Enneking W, Dunham W, Gebhardt M, et al. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculo-

- skeletal system. *Clin Orthopaed Rel Res.* 1993(286):241-246. <https://doi.org/10.1097/00003086-199301000-00035>.
11. Jaiswal P, Aston W, Grimer R, et al. Peri-acetabular resection and endoprosthetic reconstruction for tumours of the acetabulum. *J Bone Joint Surg.* 2008;90B(9):1222-1227. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.90b9.20758>.
12. Apffelstaedt J, Driscoll D, Spellman J, et al. Complications and outcome of external hemipelvectomy in the management of pelvic tumors. *Ann Surg Oncol.* 1996;3(3):304-309. <https://doi.org/10.1007/bf02306287>.
13. Prewitt T, Alexander H, Sindelar W. Hemipelvectomy for soft tissue sarcoma: clinical results in fifty-three patients. *Surg Oncol.* (1995);4(5):261-269. [https://doi.org/10.1016/s0960-7404\(10\)80005-2](https://doi.org/10.1016/s0960-7404(10)80005-2).
14. Asavamongkolkul A, Pimolsanti R, Waikakul S, Kitatseevee P. Periacetabular limb salvage for malignant bone tumours. *J Orthopaed Surg.* 2005;13(3):273-279. <https://doi.org/10.1177/230949900501300310>.
15. Enneking W. Local resection of malignant lesions of the hip and pelvis. *J Bone Joint Surg.* 1966;48(5):991-1007. <https://doi.org/10.2106/00004623-196648050-00019>.
16. Wedemeyer C, Kauther M. Hemipelvectomy — only a salvage therapy? *Orthoped Rev.* 2011;3(1):4. <https://doi.org/10.4081/or.2011.e4>.
17. Harrington K. The use of hemipelvic allografts or autoclaved grafts for reconstruction after wide resections of malignant tumors of the pelvis. *J Bone Joint Surg.* 1992;74(3):331-341. <https://doi.org/10.2106/00004623-199274030-00003>.
18. Steel H. Partial or complete resection of the hemipelvis. An alternative to hindquarter amputation for periacetabular chondrosarcoma of the pelvis. *J Bone Joint Surg.* 1978;60(6):719-730. <https://doi.org/10.2106/00004623-197860060-00001>.
19. O'Connor M, Sim F. Salvage of the limb in the treatment of malignant pelvic tumors. *J Bone Joint Surg.* 1989;71(4):481-494. <https://doi.org/10.2106/00004623-198971040-00002>.
20. Nagoya S, Usui M, Wada T, et al. Reconstruction and limb salvage using a free vascularised fibular graft for periacetabular malignant bone tumours. *J Bone Joint Surg.* 2000;82(8):1121-1124. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.82b8.11004>.
21. Stephenson R, Kaufer H, Hankin F. Partial pelvic resection as an alternative to hindquarter amputation for skeletal neoplasms. *Clin Orthopaed Rel Res.* 1989;(242):201-211. <https://doi.org/10.1097/00003086-198905000-00021>.
22. Fuchs B, O'Connor M, Kaufman K, et al. Iliofemoral arthrodesis and pseudarthrosis: a long-term functional outcome evaluation. *Clin Orthopaed Rel Res.* 2002;397:29-35. <https://doi.org/10.1097/00003086-200204000-00005>.
23. Enneking WF, Menendez LR. Functional evaluation of various reconstructions after periacetabular resection of iliac lesions. In: *Zimmer Orthopaedic Symposium. Limb salvage in musculoskeletal oncology.* New York: Churchill Livingstone; 1987. P. 117-135.
24. Delloye C, Banse X, Brichard B, et al. Pelvic reconstruction with a structural pelvic allograft after resection of a malignant bone tumor. *J Bone Joint Surg.* 2007;89(3):579-587. <https://doi.org/10.2106/00004623-200703000-00015>.
25. Biau D, Thévenin F, Dumaine V, et al. Ipsilateral femoral autograft reconstruction after resection of a pelvic tumor. *J Bone Joint Surg.* 2009;91(1):142-151. <https://doi.org/10.2106/jbjs.g.01061>.
26. Gebert C, Wessling M, Hoffmann C., et al. Hip transposition as a limb salvage procedure following the resection of periacetabular tumors. *J Surg Oncol.* 2010;103(3):269-275. <https://doi.org/10.1002/jso.21820>.
27. Ozaki T, Hillmann A, Bettin D, et al. High complication rates with pelvic allografts: experience of 22 sarcoma resections. *Acta Orthopaed Scand.* 1996;67(4):333-338. <https://doi.org/10.3109/17453679609002326>.
28. Langlais F, Lambotte J, Thomazeau H. Long-term results of hemipelvis reconstruction with allografts. *Clin Orthopaed Rel Res.* 2001;388:178-186. <https://doi.org/10.1097/00003086-200107000-00025>.
29. Hornicek F, Gebhardt M, Tomford W, et al. Factors affecting nonunion of the allograft-host junction. *Clin Orthopaed Rel Res.* 2001;382:87-98. <https://doi.org/10.1097/00003086-200101000-00014>.
30. Jaiswal P, Aston W, Grimer R, et al. Peri-acetabular resection and endoprosthetic reconstruction for tumours of the acetabulum. *J Bone Joint Surg.* 2008;90-B(9):1222-1227. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.90b9.20758>.
31. Nieder E, Elson R, Engelbrecht E, et al. The saddle prosthesis for salvage of the destroyed acetabulum. *J Bone Joint Surg.* 1990;72-B(6):1014-1022. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.72b6.2246283>.
32. Aljassir F, Beadel G, Turcotte R, et al. Outcome after pelvic sarcoma resection reconstructed with saddle prosthesis. *Clin Orthopaed Rel Res.* 2005;(438):36-41. <https://doi.org/10.1097/00003086-200509000-00009>.
33. Menendez L, Ahlmann E, Falkinstein Y, Allison D. Periacetabular reconstruction with a new endoprosthesis. *Clin Orthopaed Rel Res.* 2009;467(11):2831-2837. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-1043-z>.
34. Schoellner C, Schoellner D. Die Sockelpfannenoperation bei acetabulären Defekten nach Hüftpfannenlockerung. Ein progress report. *Zeitschrift Für Orthopädie Und Ihre Grenzgebiete.* 2000;138(3):215-221. (In German). <https://doi.org/10.1055/s-2000-10139>.
35. Илуридзе Г.Д., Бухаров А.В., Карпенко В.Ю., Державин В.А. Результаты модульного эндопротезирования параацетабулярной области при опухолевом поражении вертлужной впадины и тазобедренного сустава. *Сибирский онкологический журнал.* 2019;19(2):90-99. [Iluridze GD, Bukharov AV, Karpenko VYu, Derzhavin VA. The results of modular endoprosthesis of periacetabular region in tumor lesions of the acetabulum and hip joint. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal.* 2019;19(2):90-99. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-2-90-99>
36. Fisher N, Patton J, Grimer R, et al. Ice-cream cone reconstruction of the pelvis: a new type of pelvic replacement. *J Bone & Joint Surg.* 2011;93-B(5):684-688. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.93b5.25608>.
37. Stihsen C, Hipfl C, Kubista B, et al. Review of the outcomes of complex acetabular reconstructions using a stemmed acetabular pedestal component. *J Bone & Joint Surg.* 2016;98-B(6):772-779. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.98b6.36469>.
38. De Paolis M, Biazzo A, Romagnoli C, et al. The use of iliac stem prosthesis for acetabular defects following resections for periacetabular tumors. *Scientific World J.* 2013;2013:1-8. <https://doi.org/10.1155/2013/717031>.
39. Johnson JT. Reconstruction of the pelvic ring following tumor resection. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60(6):747-51.
40. Gordon-Taylor G, Wiles P. Interinnomino-abdominal (hindquarter) amputation. *Br J Surg.* 1934;22:671-695.
41. Napalkow PN. Late results from extended excision of the ilium. *Arch Orthop.* 1931;29:203-209.
42. Юдин С.С. Показания и оценка больших операций на костном тазу. *Новая хирургия.* 1926;3(1):33-48. [Yudin SS. Pokazaniya i ocenka bol'shih operacij na kostnom tazu. *Novaya hirurgiya.* 1926;3(1):33-48. (In Russ.)]
43. Pringle JH. The interpelvi-abdominal amputation. *Br J Surg.* 1916;4:283-296.

Сведения об авторах:

Николай Васильевич Загородний — чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор заведующий отделением эндопротезирования № 2. ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: cito@cito-priorov.ru.

Вадим Юрьевич Карпенко — д-р мед. наук, заведующий отделением костной патологии «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: doctor-kv@yandex.ru.

Анатолий Леонидович Карасев — врач-онколог. ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3356-5193>. E-mail: karaseva81@mail.ru.

Александр Сергеевич Зелянин — д-р мед. наук, профессор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины, врач — травматолог-ортопед, пластический хирург. ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. E-mail: microsurgery@inbox.ru.

Иван Станиславович Лысенко — ординатор. ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1434-6742>. E-mail: ilysenko761@gmail.com.

Георгий Давидович Илуридзе — врач-онколог. ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7847-4861>. E-mail: iluridze01@gmail.com.

Information about the authors:

Nikolai V. Zagorodnii — MD, PhD, Professor, Head of the division of endoprosthesis. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia. E-mail: cito@cito-priorov.ru.

Vadim Yu. Karpenko — MD, PhD, Head of the division of bone pathology. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia. E-mail: doctor-kv@yandex.ru.

Anatolii L. Karasev — oncologist. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia. E-mail: karaseva81@mail.ru.

Alexander S. Zelyanin — MD, PhD, Professor at the department of plastic surgery. I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russia Federation, Moscow, Russia. E-mail: microsurgery@inbox.ru.

Ivan S. Lysenko — resident. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-1434-6742>. E-mail: ilysenko761@gmail.com.

Georgii D. Iluridze — oncologist. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-7847-4861>. E-mail: iluridze01@gmail.com.



ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ В КОСТНУЮ ТКАНЬ

Е.А. Кувшинова¹, Н.В. Петракова², Н.С. Сергеева¹, И.К. Свиридова¹,
В.А. Кирсанова¹, С.А. Ахмедова¹, П.А. Каралкин¹, А.Ю. Тетерина², В.С. Комлев²

¹ Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук», Москва

Цель исследования. Разработка способа функционализации биоматериалов: октакальциевого фосфата (ОКФ) и минерал-полимерного композиционного материала (альгинат натрия / желатин / ОКФ), биоактивными соединениями лизата тромбоцитов (ЛТ) человека и ванкомицином методом биомиметического осаждения.

Материалы и методы. Функционализацию ОКФ в виде гранул и минерал-полимерного композиционного матрикса (альгинат натрия / желатин / ОКФ) осуществляли методом инкорпорации в процессе биомиметического осаждения фосфатов кальция на их поверхность. Поверхность материалов исследовали с помощью сканирующей электронной микроскопии, эффективность функционализации определяли по изменению концентрации инкорпорированных соединений в растворе, а также с помощью изучения динамики их высвобождения в течение 8 сут спектрофотометрическим и иммуноферментными методами. Антимикробную активность функционализированных ванкомицином образцов оценивали *in vitro* диско-диффузионным методом в отношении дикого штамма *Staphylococcus aureus*.

Результаты. Исследование динамики высвобождения инкорпорированных соединений показало, что функционализация ОКФ ванкомицином более эффективна, чем ЛТ. Выход антибиотика сохранялся в течение 3 сут, тогда как факторов роста ЛТ — в течение 30 мин. При инкорпорации антибиотика в композиционный матрикс полное высвобождение препарата происходило за 24 ч. В исследовании *in vitro* установлено, что материалы вызывают задержку роста штамма *Staphylococcus aureus*, выраженность которой зависела от содержания антибиотика в экспериментальных образцах.

Заключение. С помощью разработанного метода инкорпорации лекарственных препаратов в процессе биомиметического осаждения был получен композиционный состав с антибактериальными свойствами, позволяющий осуществить адресную доставку ванкомицина непосредственно в зону костного дефекта.

Ключевые слова: функционализация; биомиметическое осаждение; октакальциевый фосфат; минерал-полимерный композит; факторы роста; ванкомицин.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-11052

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кувшинова Е.А., Петракова Н.В., Сергеева Н.С., Свиридова И.К., Кирсанова В.А., Ахмедова С.А., Каралкин П.А., Тетерина А.Ю., Комлев В.С. Функционализация кальцийфосфатных и композиционных материалов биологически активными соединениями для адресной доставки в костную ткань. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):52-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027352-59>

CALCIUM PHOSPHATE AND COMPOSITE MATERIALS FUNCTIONALIZATION OF BIOACTIVE AGENTS FOR ITS TARGET DELIVERY TO THE BONE

Е.А. Kuvshinova¹, N.V. Petrakova², N.S. Sergeeva¹, I.K. Sviridova¹, V.A. Kirsanova¹,
S.A. Akhmedova¹, P.A. Karalkin¹, A.Yu. Teterina², V.S. Komlev²

¹ P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute — Branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia;

² Institution of Russian Academy of Science A.A. Baikov Institute of Metallurgy and Material Science, Moscow, Russia

Aim of the study. The development of the method of octacalcium phosphate (OCP) and mineral-polymer composite material functionalization with biological agents (human platelet lysate (PL) growth factors and antibiotic vancomycin) by the biomimetic coprecipitation principle technique.

Materials and methods. The OCP and the mineral-polymer composite matrices (sodium alginate / gelatin / OCP) functionalization was obtained by biomimetic coprecipitation of calcium phosphates and the bioactive molecules on their surface. The materials structure was examined by electron microscopy. The functionalization efficiency was determined by measurement of the incorporated compounds in solution, as well as by analysis of their release over the 8 days. The antimicrobial activity of vancomycin functionalized samples was evaluated by in vitro disk diffusion method against the *Staphylococcus aureus* strain.

Results. The evaluation of incorporated molecules release showed that the OCP functionalization with vancomycin is more effective than PL. The antibiotic release had continued for three days, while PL growth factors — only for 30 minutes. The incorporated into a composite matrix vancomycin was completely released within 24 h. In vitro study of the functionalized composite samples showed growth delay of the *Staphylococcus aureus* strain in dependence on antibiotic content.

Conclusion. The developed method of drug incorporation during biomimetic precipitation allowed to create target delivery system which transfer antibiotic to the bone defect.

Key words: functionalization; biomimetic precipitation; octacalcium phosphate; mineral-polymer composite; growth factors; vancomycin.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: The reported study was funded by RFBR within to the research project № 18-29-11052.

TO CITE THIS ARTICLE: Kuvshinova EA, Petrakova NV, Sergeeva NS, Sviridova IK, Kirsanova VA, Akhmedova SA, Karalkin PA, Teterina AYU, Komlev VS. Calcium phosphate and composite materials functionalization of bioactive agents for its target delivery to the bone. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):52-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027352-59>

ВВЕДЕНИЕ

При восстановлении дефектов костной ткани для усиления процессов регенерации в остеопластической хирургии используют широкий спектр биоматериалов, включая биоактивные составы на основе ортофосфатов кальция, синтезированные по керамической технологии. К ним относятся трехкальциевый фосфат (ТКФ), гидроксипатит, карбонат гидроксипатит, октакальциевый фосфат (ОКФ) и др. [1–3]. Основным их преимуществом является хорошая биосовместимость, биорезорбируемость, способность к остеокондукции и, у некоторых из них, к остеоиндукции. Керамическая технология позволяет получить матрикс с заданной пористостью и развитостью поверхности, что обеспечивает циркуляцию биологических жидкостей по всему объему имплантата, способствуя неоваскуляризации, адгезии, пролиферации и дифференцировке прогениторных клеток костной ткани [4–6].

Еще одним уникальным свойством кальцийфосфатных (КФ) материалов является наличие на их поверхности избыточного заряда, который обеспечивает взаимодействие с веществами различной химической природы [7, 8]. Это открывает возможность их использования в качестве депо биологически активных молекул и лекарств в зоне дефекта.

Использование фосфатов кальция в составе композиционных материалов придает им дополнительные биоактивные и реакционные свойства. Одним из способов получения таких композитов является формирование КФ-слоя на базисном материале путем биомиметического осаждения из раствора, имитирующего внутреннюю среду организма. Этот процесс протекает при физиологической температуре и подходит для любого вида биоматериалов [9, 10]. Преимуществом биомиметического метода является возможность совместить осаждение КФ-слоя

с инкорпорацией биоактивного соединения в этот слой. При этом молекулы встраиваемого вещества взаимодействуют с ионами кальция и фосфатными ионами новообразующегося слоя, что препятствует их быстрому высвобождению.

Такой подход уже был апробирован для функционализации различных материалов антибиотиками, факторами роста (ФР), гормонами и другими биоактивными соединениями [11–14]. Однако методы функционализации остеопластических материалов лекарственными средствами, которые обеспечили бы их контролируемый выход по заданной динамике, пока не разработаны.

Ранее нами была показана принципиальная возможность инкорпорации соединения белковой природы в формируемый биомиметическим осаждением КФ-слой на поверхности ОКФ и β -ТКФ [15]. Было показано значительное преимущество ОКФ как базисного материала перед β -ТКФ. Для β -ТКФ эффективнее оказался подход с использованием двухэтапного биомиметического осаждения: на первом этапе на поверхности функционализируемого материала формировали КФ-слой, индуцирующий связывание инкорпорируемого соединения в процессе осаждения второго КФ-слоя.

Цель исследования — разработка способа функционализации биоматериалов: ОКФ и минерал-полимерного композиционного материала (альгинат натрия / желатин / ОКФ), биоактивными соединениями лизата тромбоцитов (ЛТ) человека и ванкомицином методом одно- или двухэтапного биомиметического осаждения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Функционализацию осуществляли для двух видов остеопластических материалов: гранулированной ОКФ керамики ($\text{Ca/P} = 1.33$, диаметр гранул

0,5–1,0 мм) и композиционного матрикса (альгинат натрия — 56 %, желатин — 14 %, ОКФ — 30 %) в виде дисков диаметром 4,0 мм и высотой 3,0 мм. Площадь удельной поверхности ($S_{уд}$) исследуемых материалов составляла 5,9 и 8,6 м²/г для ОКФ и композиционного матрикса соответственно. В качестве исходного материала для изготовления керамических пористых гранул был использован порошок ТКФ. В соответствии с запатентованной технологией [16], в результате двухстадийного химического синтеза ТКФ последовательно трансформировался в промежуточную фазу дикальцийфосфат дигидрата, а затем — в фазу ОКФ. Полученные гранулы, кроме того, использовали при формировании минерал-полимерных композиционных материалов на основе альгината натрия, желатина и фосфатов кальция [17, 18].

Функционализацию остеопластических материалов ЛТ или ванкомицином осуществляли методом инкорпорации в процессе биомиметического осаждения фосфатов кальция на их поверхность [15, 19]. Для ОКФ использовали однократное осаждение. Для композиционного материала использовали двухэтапную методику, в ходе которой сначала была произведена модификация его поверхности путем осаждения слоя фосфатов кальция из трехкратно концентрированного раствора, моделирующего внутреннюю среду организма (3×СБФ (simulated body fluid, SBF), мМ: Na⁺ 426,0, K⁺ 15,0, Mg²⁺ 4,5, Ca²⁺ 7,5, Cl⁻ 443,4, HPO₄²⁻ 3,0, SO₄²⁻ 1,5, HCO₃⁻ 12,6; pH 7,4). Для этого минерал-полимерный матрикс предварительно обрабатывали янтарной кислотой в течение 60 с, а затем выдерживали в течение 7 сут в 3×СБФ, при 37 °С и постоянном перемешивании. Далее следовал этап инкорпорации биологически активного соединения в процессе второго биомиметического осаждения. Для этого использовали перенасыщенный КФ-раствор (СЦС (supersaturated calcium phosphate solutions, SCS), мМ: Na⁺ 136,8, K⁺ 3,71, Ca²⁺ 3,1, Cl⁻ 144,5, HPO₄²⁻ 1,86; pH 7,4), содержащий очищенный от фибриногена ЛТ человека, полученный по разработанной ранее методике [20, 21], или антибиотика ванкомицина (Teva Pvt. Ltd., Венгрия). Исходная концентрация общего белка в растворе ЛТ составляла 5,0 и 10,0 мг/мл (10 и 20 % раствор ЛТ соответственно), ванкомицина — 5,0–50,0 мг/мл. Гранулированный материал (50,0 мг) или модифицированный композиционный матрикс (по 3 диска, общим весом 4,3 мг) помещали в пластиковые пробирки с инкорпорационным раствором (объем 1,0 мл) и инкубировали при 37 °С и постоянном перемешивании в течение 24–48 ч.

Поверхность материалов исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, Tescan Vega II SBU, Tescan, Чехия). $S_{уд}$ материалов измеряли методом низкотемпературной адсорбции азота Брунауэра — Эммета — Теллера (БЭТ, TriStar 3000, Micromeritics Instrument Corporation, США). Эффективность функционализации оценивали путем измерения концентрации инкорпорированного соединения в исходных растворах до и после инкубации с материалами. Динамику выхода биоло-

гически активных соединений из функционализированных матриксов исследовали в течение 8 сут. Для этого материал помещали в пробирки с 1,0 мл фосфатного буфера (DPBS) и в заданные сроки полностью отбирали буферный раствор для оценки содержания в нем исследуемого соединения, после чего заливали материал таким же объемом свежего буфера.

Концентрацию общего белка ЛТ и ванкомицина в растворах определяли двумя методами — с использованием BCA Protein Assay Kit (ThermoFisher Scientific, США) и путем ультрафиолетовой спектрофотометрии при длине волны 280 нм на бескуветном спектрофотометре NanoDrop-200 (ThermoFisher Scientific, США). Концентрацию отдельных ФР ЛТ оценивали с помощью иммуоферментного анализа (Ebioscience, США). Измерения в видимой области спектра осуществляли на спектрофотометре (Multiscan FC ThermoFisher Scientific, США).

Оценку антимикробной активности функционализированных ванкомицином материалов *in vitro* производили диско-диффузионным тестом в отношении штамма золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus* [22, 23]. Для этого образцы материалов помещали в чашки Петри с плотной питательной средой TSA, контаминированной стафилококком. В качестве контроля использовали нефункционализированные образцы. После инкубации 1 сут при 37 °С определяли величину зоны задержки бактериального роста путем измерения расстояния от края образца до границы роста микроорганизмов вокруг тестируемого объекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Функционализация ОКФ биологически активными компонентами ЛТ человека

Установлено, что при увеличении концентрации ЛТ в инкорпорационных растворах в 2 раза количество встроенного белка на поверхности ОКФ также возрастало в 2 раза. Так, $6,7 \pm 0,8$ мкг встроилось в 1 мг материала в 10 % растворе ЛТ и $13,5 \pm 1,8$ мкг — в 20 % растворе ЛТ. При этом доля встроившегося белка (от исходного содержания в растворах) оставалась постоянной, составляя 7,0–7,4 % (см. таблицу). С помощью иммуоферментного анализа были определены количества ФР, инкорпорированных в ОКФ в 20 % растворе ЛТ. Как видно из таблицы, эти количества составляют миллионные доли от общего белка в инкорпорационном растворе. По способности встраиваться на поверхность ОКФ ФР образовали следующий ряд: PDGF-AA > PDGF-AB > IGF = VEGF > PDGF-BB. Причем доля встроенных ФР напрямую не зависела от их содержания в исходном растворе ЛТ.

Исследование высвобождения общего белка ЛТ из функционализированного ОКФ путем биомиметического осаждения показало, что за первые 30 мин высвободилась большая его часть: при использовании 10 % раствора ЛТ — 72,3 % (из 333,1 мкг встроенного белка), а 20 % раствора ЛТ — 79,4 % (из 677,3 мкг встроенного белка). Полное

Содержание биологически активных компонентов лизата тромбоцитов в инкорпорационных растворах и в функционализированном материале

The content of biologically active compounds of platelet lysate in incorporation solutions and in functionalized material

Инкорпорируемые соединения ЛТ	Исходные концентрации в инкорпорационных растворах	Количества встроенных соединений в 1 мг ОКФ	Доля встроенных соединений от их исходного содержания в инкорпорационных растворах, %
Общий белок ЛТ	5,0 мг/мл	$6,7 \pm 0,8$ мкг/мг	7,0 (из 4,7 мг)
	10,0 мг/мл	$13,5 \pm 1,8$ мкг/мг	7,4 (из 9,0 мг)
PDGF-AA	2190,0 пкг/мл	29,9 пкг/мг	68,3 (из 2,2 нг)
PDGF-AB	9150,0 пкг/мл	101,0 пкг/мг	55,2 (из 9,2 нг)
IGF	12100,0 пкг/мл	52,0 пкг/мг	21,5 (из 12, 1 нг)
VEGF	540,0 пкг/мл	2,2 пкг/мг	20,5 (из 0,5 нг)
PDGF-BB	912,0 пкг/мл	2,8 пкг/мг	15,3 (из 0,9 нг)

Примечание. ЛТ — лизат тромбоцитов, ОКФ — октакальциевый фосфат.

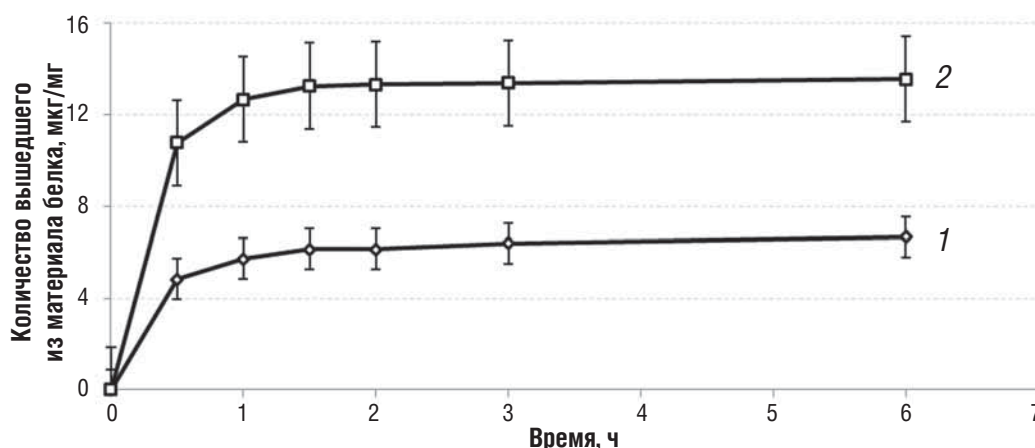


Рис. 1. Динамика выхода общего белка лизата тромбоцитов из октакальциевого фосфата при инкорпорации в 10 % (кривая 1) и 20 % (кривая 2) растворе лизата тромбоцитов

Fig. 1. The release dynamic of platelet lysate protein from octacalcium phosphate upon incorporation in 10% (curve 1) and 20% (curve 2) platelet lysate solution

высвобождение белка произошло за 3 ч (рис. 1). Динамика выхода отдельных ФР оказалась еще более быстрой. Так, для PDGF-BB было получено полное высвобождение в первые 30 мин эксперимента (данные не представлены).

Функционализация ОКФ ванкомицином

При возрастании концентрации ванкомицина в растворах от 8 до 16 мг/мл эффективность инкорпорации увеличилась также примерно в 2 раза ($10,9 \pm 1,2$ и $22,7 \pm 2,4$ мкг на 1 мг материала соответственно). При этом 90,5 % (из 546,8 мкг) и 83,6 % (из 1145,5 мг) инкорпорированного антибиотика (для растворов ванкомицина 8 и 16 мг/мл соответственно) высвободилось за первые 30 мин исследования. Полный выход лекарственного препарата был зарегистрирован через 24 и 72 ч наблюдения (для растворов ванкомицина 8 и 16 мг/мл соответственно) (рис. 2).

Функционализация ванкомицином композиционного материала на основе биополимеров и ОКФ

С целью создания наиболее приближенных к структуре костной ткани тканеинженерных кон-

структов ранее был получен композиционный материал на основе биополимеров и ОКФ (альгинат натрия — 56 %, желатин — 14 %, ОКФ — 30 %), который продемонстрировал высокую биосовместимость и удовлетворительные остеопластические свойства [17, 18].

Функционализацию этого материала производили в два этапа. На первом произвели модификацию поверхности композита путем биомиметического осаждения КФ-слоя. Исходный материал имел ячеистую полимерную структуру с гладкой поверхностью, в порах которой располагались гранулы ОКФ в виде кристаллов игольчатой и пластинчатой формы (рис. 3, а, б). После модификации поверхность полимера была покрыта неравномерно распределенным кристаллическим слоем из мелких округлых кристаллов размером до 0,5–1,0 мкм (рис. 3, в). В результате модификации удельная площадь поверхности матрикса увеличилась с 8,6 до 13,0 м²/г.

В ходе второго этапа биомиметического осаждения осуществляли инкорпорацию ванкомицина на поверхность модифицированного композиционного материала. При этом в растворах ванкомицина

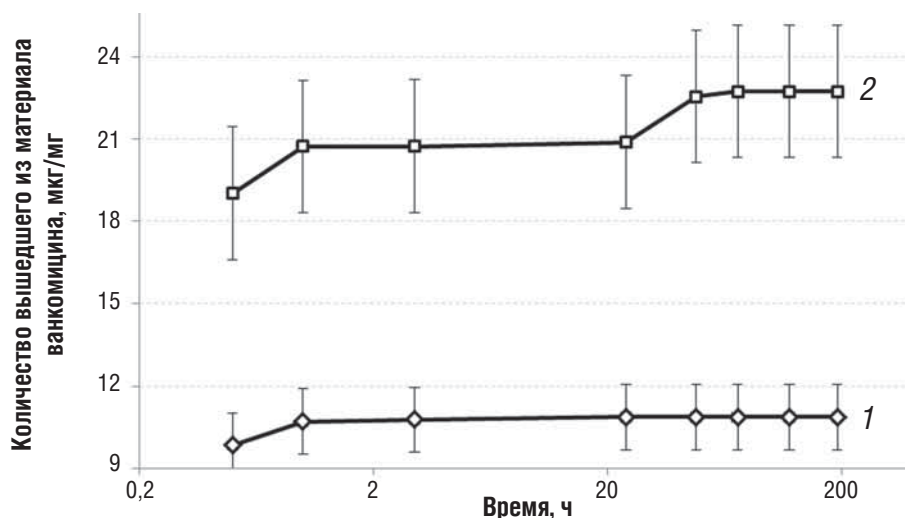


Рис. 2. Динамика выхода ванкомицина из октакальциевого фосфата при инкорпорации в растворах с исходной концентрацией антибиотика 8,0 мг/мл (кривая 1) и 16,0 мг/мл (кривая 2)

Fig. 2. The release dynamic of vancomycin from octacalcium phosphate upon incorporation in solutions with antibiotic concentration 8.0 mg/ml (curve 1) and 16.0 mg/ml (curve 2)

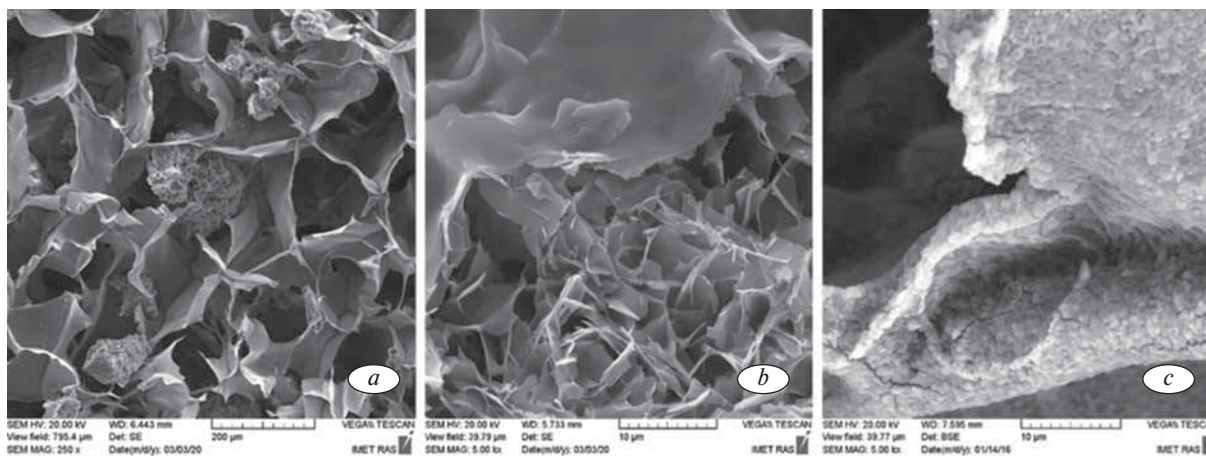


Рис. 3. Микрофотографии поверхности исходного композиционного материала: *a* — ув. $\times 250$, *b* — ув. $\times 5000$; материала с модифицированной поверхностью: *c* — ув. $\times 5000$

Fig. 3. SEM-photographs of the initial composite material: *a* — $\times 250$, *b* — $\times 5000$; a modified composite material: *c* — $\times 5000$

5,0 и 50,0 мг/мл вошло 0,12 $\pm$ 0,01 и 2,0 $\pm$ 0,2 мг этого антибиотика на 1 мг материала соответственно. При исследовании динамики его выхода установлено, что в первые 30 мин из композита высвободилось 65,1 % (из 505,4 мкг) и 61,8 % (из 8795,5 мкг) встроенного препарата (для растворов ванкомицина 5,0 и 50,0 мг/мл соответственно) (рис. 4). Через 24 ч кривые вышли на плато. К восьмым суткам исследования опытные образцы полностью растворились, но дополнительного выхода ванкомицина в раствор зарегистрировано не было.

Оценка антимикробной активности функционализированного ванкомицином композиционного материала

Оценка антимикробной активности была осуществлена для функционализированных образцов композиционного матрикса, содержащих 0,1 и 2,0 мг антибиотика в 1 мг материала, полученных при использовании растворов ванкомицина с концентрацией 5,0 и 50,0 мг/мл соответственно. Размер

задержки бактериального роста в диско-диффузионном тесте составил 16,0 и 20,0 мм для матриксов, содержащих 0,1 и 2,0 мг/мг ванкомицина соответственно (рис. 5). Это свидетельствует о наличии у них выраженных антимикробных свойств.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее нами был разработан метод инкорпорации бычьего сывороточного альбумина в новообразованный путем биомиметического осаждения КФ-слоя на поверхности ОКФ [15]. В настоящей работе мы использовали этот подход для получения остеопластических материалов с дополнительными функциональными (остеоиндуктивными или антибактериальными) свойствами.

Инкорпорация белков ЛТ и ванкомицина на поверхность ОКФ линейно возрастала при увеличении их исходной концентрации от 5,0 до 10,0 мг/мл и от 8,0 до 16,0 мг/мл для растворов ЛТ и ванкомицина соответственно. Это свидетельствует о недостиже-

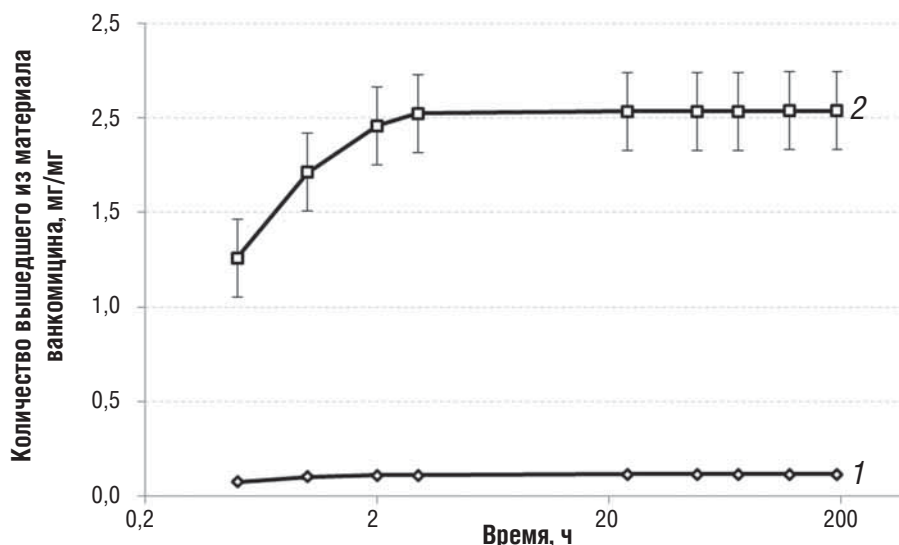


Рис. 4. Динамика выхода ванкомицина из композиционного матрикса при инкорпорации в растворах с исходной концентрацией 5,0 мг/мл (кривая 1) и 50,0 мг/мл (кривая 2)

Fig. 4. The release dynamic of vancomycin from composite matrix upon incorporation in solutions with antibiotic concentration 5.0 mg / ml (curve 1) and 50.0 mg / ml (curve 2)

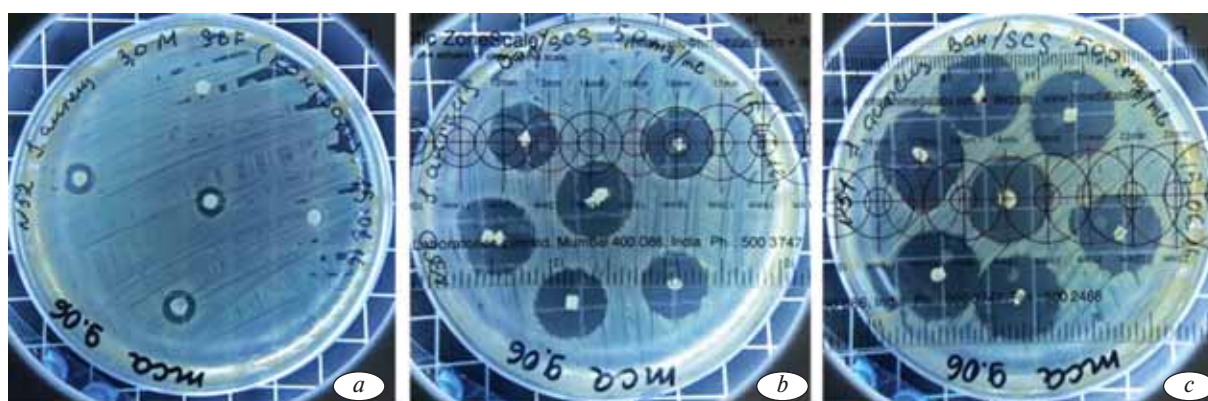


Рис. 5. Зоны подавления бактериального роста: *a* — контрольными образцами (нефункционализированные матриксы), 0–5 мм; *b* — функционализированными образцами, содержащими 0,1 мг/мг ванкомицина, 16,0 мм; *c* — функционализированными образцами, содержащими 2,0 мг/мл ванкомицина, 20,0 мм

Fig. 5. Zones for suppressing bacterial growth: *a* — control samples (non-functionalized matrices), 0–5 mm; *b* — functionalized samples containing 0.1 mg/mg vancomycin, 16.0 mm; *c* — functionalized samples containing 2.0 mg/ml vancomycin, 20.0 mm

нии предела насыщения ОКФ этими соединениями в данном диапазоне концентраций. Полученные данные, кроме того, подтверждают выраженные адсорбционные свойства ОКФ по отношению к веществам белковой природы. Действительно, по данным литературы известно, что ОКФ взаимодействует с белками, и основной вклад в этот процесс вносят электростатические взаимодействия между ионами кальция и карбоксильными группами, а также фосфатными ионами и амидными группами [7, 24]. В то же время сорбционная способность разных ФР, содержащихся в ЛТ, оказалась различной и напрямую не была связана с их содержанием в ЛТ.

Сравнительное изучение динамики высвобождения ванкомицина и белковых компонентов ЛТ из функционализированного ОКФ продемонстрировало более длительное связывание антибиотика с поверхностью материала. Так, полный выход ванкомицина произошел в течение 24 ч, тогда как белка

ЛТ — в течение всего лишь 3 ч. Не исключено, что в белковых компонентах ЛТ количество свободных групп, способных взаимодействовать с фосфатами кальция, меньше, чем в молекуле ванкомицина, что и обусловило их менее прочное связывание с поверхностью ОКФ.

Описанная динамика выхода ванкомицина, инкорпорированного на поверхность ОКФ, в раствор обосновала дальнейшие исследования функционализации этим антибиотиком другого вида биоматериала — минерал-полимерного композита, представляющего собой альгинат-желатиновый матрикс с включениями гранул ОКФ. Данный состав используется в качестве чернил для получения трехмерных композиционных конструкторов методом 3D-печати, предназначенных для замещения костно-хрящевых дефектов тканей [17, 18, 25]. Придание дополнительных антибактериальных свойств имплантируемому конструктору поможет избежать

послеоперационного инфицирования, осуществляя адресную доставку антибиотика непосредственно в проблемную зону.

С целью увеличения эффективности функционализации исследуемого композита мы применили двойное биомиметическое осаждение на его поверхность. Как было ранее показано, предварительное формирование КФ-слоя индуцирует последующую инкорпорацию биологически активного соединения на следующем этапе биомиметического осаждения [15]. Количество антибиотика, которое удалось встроить в поверхностный слой композиционного матрикса таким методом, оказалось на порядок выше, чем на поверхность ОКФ, при близких его концентрациях в инкорпорационных растворах. Вероятно, повышение эффективности инкорпорации объясняется наличием макропор в трехмерном матриксе, что облегчает диффузию инкорпорационного раствора, в то время как гранулы чистого ОКФ характеризуются высокой развитостью поверхности, но отсутствием макропористой организации [17, 26].

Однако ванкомицин, инкорпорированный на поверхность ОКФ, продемонстрировал более длительный период высвобождения, чем инкорпорированный на поверхность модифицированного композиционного материала. Не исключено, что в ходе первого этапа функционализации на поверхности матрикса был сформирован недостаточный КФ-слой. Действительно, ранее было показано, что в ходе биомиметического осаждения на поверхности материала сначала формируется слой аморфного фосфата кальция [15], который является начальной фазой в стадии кристаллизации ОКФ и обладающий менее выраженной топографией поверхности.

В исследованиях *in vitro* было подтверждено наличие антибактериальных свойств у функционализированного ванкомицином композиционного матрикса. Причем продемонстрированная динамика высвобождения препарата обеспечивала выраженный антибактериальный эффект в первые сутки, что может быть важным для предотвращения развития инфекционных процессов в костной ране.

Таким образом, в данной работе был разработан способ получения функционализированного композиционного матрикса, предназначенного для замещения костно-хрящевых дефектов, обладающего антибактериальными свойствами и контролируемой динамикой высвобождения препарата в течение 24 ч.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе исследована эффективность функционализации биологически активными компонентами ЛТ и ванкомицином двух видов остеопластических материалов: ОКФ и минерал-полимерного композита, содержащего ОКФ. Факторы роста ЛТ продемонстрировали крайне низкую прочность связывания с поверхностью ОКФ. Тогда как взаимодействие ванкомицина с ОКФ обеспечило более длительный выход препарата, что обусловило использование этого антибиотика для функцио-

нализации композиционного материала. С помощью разработанного метода инкорпорации ванкомицина в процессе биомиметического осаждения был получен композиционный состав с антибактериальными свойствами, позволяющий осуществить адресную доставку этого препарата непосредственно в зону костного дефекта.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Баринов С.М., Комлев В.С. *Биокерамика на основе фосфатов кальция*. — М.: Наука, 2014. [Barinov SM, Komlev VS. *Calcium phosphate based bioceramics*. Moscow: Nauka; 2014. (In Russ.).]
2. Cancedda R, Dozin B, Giannoni P, Quarto R. Tissue engineering and cell therapy of cartilage and bone. *Matrix Biol.* 2003;22(1):81-91. [https://doi.org/10.1016/s0945-053x\(03\)00012-x](https://doi.org/10.1016/s0945-053x(03)00012-x).
3. Tang Z, Li X, Tan Y, et al. The material and biological characteristics of osteoinductive calcium phosphate ceramics. *Regen Biomater.* 2018;5(1):43-59. <https://doi.org/10.1093/rb/rbx024>.
4. Dorozhkin SV. Multiphasic calciumorthophosphate (CaPO₄) bioceramics and theirbiomedicalapplications. Review paper. *Ceram Int.* 2016;42(6):6529-6554. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.01.062>.
5. Bouler JM, Pilet P, Gauthier O, Verron E. Biphasic calcium phosphate ceramics for bone reconstruction: a review of biological response. *Acta Biomaterialia.* 2017;53:1-12. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2017.01.076>.
6. Wang Z, Xiao ZW, Fan HS. Fabrication of micro-grooved patterns on hydroxyapatite ceramics and observation of earlier response of osteoblasts to the patterns. *J Inorg Mat.* 2013;28(1):51-57. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1077.2013.12093>.
7. Ridi F, Meazzini I, Castorflorio B, et al. Functional calcium phosphate composites in nanomedicine. *Adv Colloid Interface Sci.* 2017;244:281-295. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2016.03.006>.
8. Stapleton M, Sawamoto K, Alméciga-Díaz CJ, et al. Development of bone targeting drugs. Review. *Int J Mol Sci.* 2017;18(7):1345. <https://doi.org/10.3390/ijms18071345>.
9. Barrere F, Layrolle P, van Blitterswijk CA, de Groot K. Biomimetic coatings on titanium: a crystal growth study of octacalcium phosphate. *J Mater Sci: Mater Med.* 2001;12:529-534. <https://doi.org/10.1023/a:1011271713758>.
10. Lu X, Leng Y. Theoretical analysis of calcium phosphate precipitation in simulated body fluid. *Biomater.* 2005;26:1097-1108. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.05.034>.
11. Forsgren J, Brohede U, Stromme M, Engqvist H. Co-loading of bisphosphonates and antibiotics to a biomimetic hydroxyapatite coating. *Biotechnol Lett.* 2011;33:1265-1268. <https://doi.org/10.1007/s10529-011-0542-7>.
12. Kazemzadeh-Narbat M, Lai BFL, Ding C, et al. Multilayered coating on titanium for controlled release of antimicrobial peptides for the prevention of implant-associated infections. *Biomater.* 2013;34(24):5969-5977. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.04.036>.
13. Lin X, de Groot K, Wang D, et al. A review paper on biomimetic calcium phosphate coatings. *Open Biomed Eng J.* 2015;9(Suppl 1-M4):56-64. <https://doi.org/10.2174/1874120701509010056>.
14. Yu X, Wei M. Preparation and evaluation of parathyroid hormone incorporated CaP coating via a biomimetic method. *J Biomed Mater Res. Pt B: Appl Biomater.* 2011;97B(2):345-354. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31820>.
15. Кувшинова Е.А., Петракова Н.В., Сергеева Н.С., и др. Функционализация кальцийфосфатных материалов биологически активными соединениями белковой природы. *Biomedical Chemistry: Research and Methods.* 2019;2(3):e00096. [Kuvshinova EA, Petrakova NV, Sergeeva NS, et al. The functionalization of calcium phosphate materials of protein-based biologically active molecules. *Biomedical Chemistry: Research and Methods.* 2019;2(3):e00096. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18097/bmcr00096>.

16. Комлев В.С., Федотов А.Ю. Способ получения керамики на основе октакальциевого фосфата. Патент на изобретение РФ RU 2596504 C1; 2014. [Komlev VS, Fedotov AY. Method of producing ceramic based on octacalcium phosphate (OCP). Patent RU 2596504 C1; 2014. (In Russ.)]
17. Komlev VS, Sergeeva NS, Fedotov AY, et al. Investigation of physicochemical and biological properties of composite matrices in a alginate-calcium phosphate system intended for use in prototyping technologies during replacement of bone defects. *Inorg Mater: Appl Resh.* 2016;7(4):630-634. <https://doi.org/10.1134/S2075113316040158>.
18. Каралкин П.А., Сергеева Н.С., Комлев В.С., и др. Биосовместимость и остеопластические свойства минерал-полимерных композиционных материалов на основе альгината натрия, желатина и фосфатов кальция, предназначенных для трехмерной печати костнозамещающих конструкций. *Гены и клетки.* 2016;11(3):1-8. [Karalkin PA, Sergeeva NS, Komlev VS, et al. Biocompatibility and osteoplastic properties of mineral polymer composite materials based on sodium alginate, gelatin, and calcium phosphates intended for 3D-printing of the constructions for bone replacement. *Genes and cells.* 2016;11(3):1-8. (In Russ.)]
19. Petrakova NV, Kuvshinova EA, Ashmarin AA, et al. Calcium phosphate ceramic surface coating via precipitation approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019;525:012101. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/525/1/012101>.
20. Сергеева Н.С., Шанский Я.Д., Свиридова И.К., и др. Биологические эффекты тромбоцитарного лизата при добавлении в среду культивирования клеток человека. *Гены и клетки.* 2014;9(1):77-85. [Sergeeva NS, Shansky YaD, Sviridova IK, et al. Biological effects of platelet lysate added to cultural medium of human cells. *Genes and cells.* 2014;9(1):77-85. (In Russ.)]
21. Шанский Я.Д., Сергеева Н.С., Свиридова И.К., и др. Исследование лизата тромбоцитов человека как перспективной ростовой добавки для культивирования стволовых и других типов клеток. *Клеточные технологии в биологии и медицине.* 2013;3:153-158. [Shansky YaD, Sergeeva NS, Sviridova IK, et al. Study of human platelet lysate as a promising growth additive for the cultivation of stem and other types of cells. *Kletochnyye tekhnologii v biologii i meditsine.* 2013;3:153-158. (In Russ.)]
22. Ferraro MJ. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: Ninth informational supplement. NCCLS document M100-S9. 1999;19(1):104.
23. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. EUCAST Definitive document. *Clin Microbiol Infect.* 1998;4:291-296.
24. Stigter M, Bezemer J, de Groot K, Layrolle P. Incorporation of different antibiotics into carbonated hydroxyapatite coatings on titanium implants, release and antibiotic efficacy. *J Controll Release.* 2004;99(1):127-137. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2004.06.011>.
25. Комлев В.С., Федотов А.Ю., Тетерина А.Ю. и др. Способ получения композиционного трехмерного каркаса для замещения костно-хрящевых дефектов. Патент на изобретение РФ RU 2606041 C2; 2017. [Komlev VS, Fedotov AY, Teterina AY, et al. Method of producing composite 3D frame for replacement of bone-cartilage defects. Patent RU 2606041 C2; 2017. (In Russ.)]
26. Komlev VS, Barinov SM, Bozo II, et al. Bioceramics composed of octacalcium phosphate demonstrate enhanced biological behavior. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2014;6:16610-16620. <https://doi.org/10.1021/am502583p>.

Информация об авторах:

Екатерина Алексеевна Кувшинова — младший научный сотрудник. МНИОИ им. П.А. Герцена, Москва. E-mail: beliy@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-4331-239X.

Наталья Валерьевна Петракова — канд. техн. наук, научный сотрудник. ИМЕТ РАН, Москва. E-mail: petrakova.nv@mail.ru.

Наталья Сергеевна Сергеева — д-р биол. наук, профессор, руководитель отделения. МНИОИ им. П.А. Герцена, Москва. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Ирина Константиновна Свиридова — канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник. МНИОИ им. П.А. Герцена, Москва. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Валентина Александровна Кирсанова — канд. биол. наук, научный сотрудник. МНИОИ им. П.А. Герцена, Москва. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Сурая Абдулаевна Ахмедова — канд. биол. наук, научный сотрудник. МНИОИ им. П.А. Герцена, Москва. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Павел Анатольевич Каралкин — канд. биол. наук, старший научный сотрудник. МНИОИ им. П.А. Герцена, Москва. E-mail: pkaralkin@gmail.com.

Анастасия Юрьевна Тетерина — канд. технич. наук, младший научный сотрудник. ИМЕТ РАН, Москва. E-mail: kinskusha@mail.ru.

Владимир Сергеевич Комлев — д-р технич. наук, чл.-кор. РАН, директор института. ИМЕТ РАН, Москва. E-mail: komlev@mail.ru.

Information of the authors:

Ekaterina A. Kuvshinova — junior researcher. P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, Moscow, Russia. E-mail: beliy@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-4331-239X.

Natalia V. Petrakova — candidate of sciences, researcher. A.A. Baykov IMET RAS, Moscow, Russia. E-mail: petrakova.nv@mail.ru.

Natalya S. Sergeeva — doctor of biological sciences, professor, head of the department. P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, Moscow, Russia. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Irina K. Sviridova — candidate of biological sciences, leading researcher. P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, Moscow, Russia. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Valentina A. Kirsanova — candidate of biological sciences, researcher. P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, Moscow, Russia. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Suraya A. Akhmedova — candidate of biological sciences, researcher. P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, Moscow, Russia. E-mail: prognos.06@mail.ru.

Pavel A. Karalkin — candidate of biological sciences, senior researcher. P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute, Moscow, Russia. E-mail: pkaralkin@gmail.com.

Anastasia Yu. Teterina — candidate of technical sciences, junior researcher. A.A. Baykov IMET RAS, Moscow, Russia. E-mail: kinskusha@mail.ru.

Vladimir S. Komlev — PhD, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, director. A.A. Baykov IMET RAS, Moscow, Russia. E-mail: komlev@mail.ru.

ЛЕЧЕНИЕ ОБШИРНОГО ДЕФЕКТА ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ У ПАЦИЕНТКИ С АСЕПТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

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

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Цель исследования — на клиническом примере показать возможность лечения пациентки с тяжелым дефектом вертлужной впадины путем проведения одноэтапного ревизионного эндопротезирования с использованием индивидуальной конструкции.

Материалы и методы. Пациентка в возрасте 45 лет поступила с жалобами на боли, ограничение движений в области правого тазобедренного сустава и нарушение походки. Из анамнеза: в возрасте 5 лет выполнены реконструктивные операции тазобедренных суставов. В 1991 г. в ЦИТО выполнено первичное тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом фирмы ESKA Implants. В 1998 г. по поводу нестабильности вертлужного компонента тотального эндопротеза правого тазобедренного сустава выполнено ревизионное эндопротезирование, установка чашки цементной фиксации. В 2001 г. по поводу левостороннего диспластического коксартроза выполнено первичное тотальное эндопротезирование левого тазобедренного сустава. В 2012 г. по поводу нестабильности тотального эндопротеза левого тазобедренного сустава выполнено ревизионное эндопротезирование с использованием антипрофузионного кольца ЭСИ (фирма ЭНДОСЕРВИС) с цементной чашкой и бедренного компонента типа Цваймюллера, дефект бедренной кости восстановлен с применением свежесзамороженного кортикального трансплантата. В октябре 2019 г. выявлена нестабильность тотального эндопротеза правого тазобедренного сустава, по поводу чего выполнено ревизионное эндопротезирование с применением индивидуального вертлужного компонента.

Результаты. Показатель NHS до ревизионного эндопротезирования составил 21 балл, через 1 мес. после операции — 44 балла, через 3 мес. после операции — 65, через 6 мес. — 82. Качество жизни оценивали по шкале WOMAC: до операции — 73 балла, через 1 мес. после операции — 54 балла, через 3 мес. — 31, через 6 мес. — 15 баллов. На момент последней консультации пациентка передвигается с тростью, сохраняется хромота, связанная с рубцовой перестройкой и атрофией ягодичных мышц.

Заключение. Применение индивидуальных конструкций позволяет восстановить опороспособность нижней конечности и функцию тазобедренного сустава в случае обширного дефекта костей таза типа pelvic discontinuity.

Ключевые слова: тазобедренный сустава; ревизионное эндопротезирование; индивидуальная конструкция.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не указан.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Алексанян О.А., Чрагян Г.А., Каграманов С.В., Загородний Н.В. Лечение обширного дефекта вертлужной впадины у пациентки с асептической нестабильностью тотального эндопротеза тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):60-66. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027360-66>.

TREATMENT OF AN EXTENSIVE ACETABULAR DEFECT IN A PATIENT WITH ASEPTIC INSTABILITY OF A TOTAL HIP ARTHROPLASTY

O.A. Aleksanyan, G.A. Chragyan, S.V. Kagramanov, N.V. Zagorodny

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

The aim of the study is to demonstrate, using a clinical example, the possibility of treating a patient with a severe acetabular defect by performing a one-stage revision arthroplasty using an individual design.

Materials and methods. A 45-year-old female patient was admitted with complaints of pain, limitation of movement in the right hip joint, and gait disturbance. From anamnesis at the age of 5 years, reconstructive operations of the hip joints were performed. In 1991, CITO performed primary total arthroplasty of the right hip joint with an endoprosthesis from ESKA Implants. In 1998, due to the instability of the acetabular component of the total endoprosthesis of the right hip joint, revision arthroplasty was performed, and the cup was placed with a cement fixation. In 2001, for left-sided dysplastic coxarthrosis, primary total arthroplasty of the left hip joint was performed. In 2012, due to the instability of the total endoprosthesis of the left hip joint, revision arthroplasty was performed using an ESI anti-protrusion ring (ENDOSERVICE) with a cement cup and a Zweimüller-type femoral component; the femur defect was repaired using a fresh frozen cortical graft.

In October 2019, instability of the total endoprosthesis of the right hip joint was revealed, for which revision endoprosthetics was performed using an individual acetabular component.

Results. *The HHS index before revision arthroplasty was 21 points, after 1 month after surgery — 44 points, after 3 months after surgery — 65, after 6 months — 82. Quality of life was assessed according to the WOMAC scale: before surgery — 73 points, after 1 month after surgery — 54 points, after 3 months — 31, after 6 months — 15 points. At the time of the last consultation, the patient moves with a cane, lameness persists, associated with scar reconstruction and atrophy of the gluteal muscles.*

Conclusion. *The use of individual structures allows to restore the support ability of the lower limb and the function of the hip joint in the case of an extensive defect of the pelvic bones of the pelvic discontinuity type.*

Key words: hip joint; revision arthroplasty; individual design.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Aleksanyan OA, Chragyan GA, Kagramanov SV, Zagorodny NV. Treatment of an extensive acetabular defect in a patient with aseptic instability of a total hip arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):60-66. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027360-66>.

ВВЕДЕНИЕ

С момента внедрения в клиническую практику эндопротезирование зарекомендовало себя как основной метод лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний и травматических повреждений тазобедренного сустава. Полученные положительные результаты привели к популяризации выполнения операции на тазобедренном суставе. Ежегодно во всем мире выполняется более миллиона операций по эндопротезированию тазобедренного сустава, а в ближайшие два десятилетия прогнозируется удвоение этого количества, данная тенденция обуславливает неуклонное возрастание количества ревизионных операций [1–5]. Наиболее частой причиной ревизионных операций является нестабильность вертлужного компонента [6–8]. Длительно протекающая нестабильность и неоднократные операции приводят к возникновению тяжелых костных дефектов [9, 10]. Если легкие дефекты с незначительной потерей костной ткани (тип II по классификации Paprosky) обычно не представляют технической сложности, то лечение пациентов с обширными дефектами (тип III, pelvic discontinuity) с отсутствием опоры для вертлужного компонента эндопротеза является серьезной проблемой [11]. При таких обширных дефектах реконструкция вертлужной впадины с использованием стандартных компонентов не всегда приводит к благополучному исходу и процент неудовлетворительных результатов продолжает оставаться высоким [9].

Цель исследования — на клиническом примере показать возможность лечения пациентки с тяжелым дефектом вертлужной впадины путем проведения одноэтапного ревизионного эндопротезирования с использованием индивидуальной конструкции.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка в возрасте 45 лет поступила в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» (ЦИТО) в 2019 г. с жалобами на боли, ограничение движений в области правого тазобедренного

сустава и нарушение походки. Из анамнеза известно, что с 3-летнего возраста по поводу врожденного вывиха тазобедренных суставов наблюдалась у ортопеда по месту жительства. В возрасте 5 лет выполнены реконструктивные операции тазобедренных суставов (выписки не представлены). До 16-летнего возраста беспокоили периодические боли в тазобедренных суставах, больше справа. В 1991 г. в ЦИТО выполнено первичное тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом фирмы ESKA Implants. В послеоперационном периоде без особенностей, рана зажила первичным натяжением. Функцией сустава пациентка была довольна до 1997 г., когда появились и стали прогрессировать боли в области оперированного сустава (рис. 1). В 1998 г. по поводу нестабильности вертлужного компонента тотального эндопротеза правого тазобедренного сустава выполнено ревизионное эндопротезирование, установка чашки цементной фиксации (рис. 2). В 2001 г. по поводу левостороннего диспластического коксартроза в условиях 2-го отделения ЦИТО выполнено первичное тотальное эндопротезирование левого тазобедренного сустава (рис. 3, 4). До 2007 г. функцией сустава была довольна (рис. 5). В 2007 г. появились резкие боли в области левого тазобедренного сустава, укорочение левой нижней конечности (рис. 6). На контрольных рентгенограммах выявлен дефект вертлужной впадины типа IIIA и дефект бедренной кости типа IIIB по классификации W.G. Paprosky. В 2012 г. по поводу нестабильности тотального эндопротеза левого тазобедренного сустава выполнено ревизионное эндопротезирование с использованием антипротрузионного кольца ЭСИ (фирма Эндо-сервис) с цементной чашкой и бедренного компонента типа Цваймюллера, дефект бедренной кости восстановлен с применением свежемороженого кортикального трансплантата. (рис. 7 и 8). В октябре 2019 г. пациентка обратилась на консультативный прием с жалобами на боли и ощущение нестабильности в правом тазобедренном суставе при незначительной физической нагрузке (рис. 9). После выполнения обзорной рентгенографии таза с захватом тазобедренных суставов выявлена нестабильность



Рис. 1. Рентгенограмма правого тазобедренного сустава на момент поступления в клинику в 1998 г.

Fig. 1. X-ray of the right hip joint at the time of admission to the clinic in 1998



Рис. 2. Рентгенограмма правого тазобедренного сустава после ревизионного эндопротезирования, замена вертлужного компонента в 1998 г.

Fig. 2. X-ray of the right hip joint after revision arthroplasty, replacement of the acetabular component in 1998.



Рис. 3. Рентгенограмма левого тазобедренного сустава на момент поступления в клинику для первичного эндопротезирования в 2001 г.

Fig. 3. X-ray of the left hip joint at the time of admission to the clinic for primary endoprosthesis in 2001



Рис. 4. Рентгенограмма левого тазобедренного сустава после первичного эндопротезирования в 2001 г.

Fig. 4. X-ray of the left hip joint after primary endoprosthesis in 2001

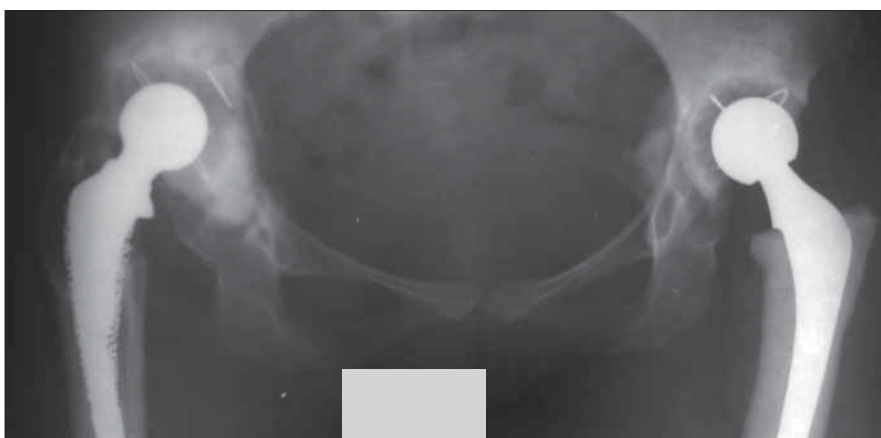


Рис. 5. Рентгенограмма таза при контроле в 2005 г.

Fig. 5. X-ray of the pelvis at the control in 2005



Рис. 6. Рентгенограмма таза при поступлении в клинику в 2007 г.

Fig. 6. X-ray of the pelvis upon admission to the clinic in 2007

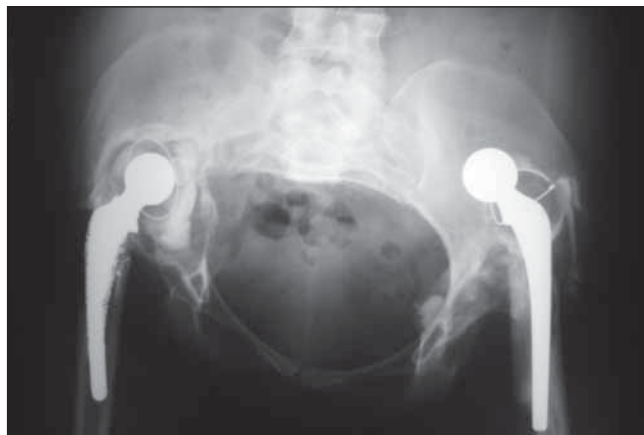


Рис. 7. Рентгенограмма таза перед ревизионным эндопротезированием левого тазобедренного сустава в 2012 г.

Fig. 7. X-ray of the pelvis before revision arthroplasty of the left hip joint in 2012

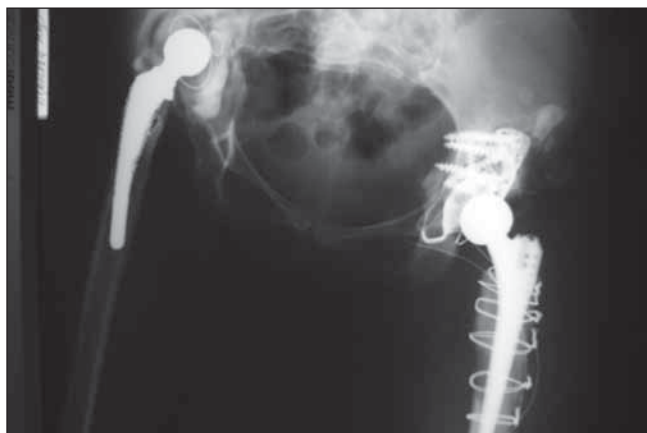


Рис. 8. Рентгенограмма таза после ревизионного эндопротезирования левого тазобедренного сустава в 2012 г.

Fig. 8. X-ray of the pelvis after revision arthroplasty of the left hip joint in 2012

тотального эндопротеза правого тазобедренного сустава: обширные сегментарные дефекты вокруг вертлужного компонента, миграцию вертлужного компонента медиально и краниально, резорбция костной ткани вокруг бедренного компонента в 1, 2, 6 и 7-й зонах Груена. Рентгенологически дефект вертлужной впадины был оценен как тип IIIВ по классификации W.G. Paprosky (рис. 1).

Учитывая выраженность костного дефекта вертлужной впадины, было принято решение об изготовлении индивидуального вертлужного компонента. Во время первой госпитализации пациентке было выполнено мультиспектральное компьютерно-томографическое (КТ) сканирование таза с минимальной толщиной среза, с интервалом $0,5 \pm 0,1$ мм для оценки потери костной массы. После обследования пациентка была выписана из стационара для повторной госпитализации при готовности имплантата.



Рис. 9. Рентгенограмма таза при поступлении в клинику для ревизионного эндопротезирования правого тазобедренного сустава в 2019 г.

Fig. 9. X-ray of the pelvis upon admission to the clinic for revision endoprosthesis of the right hip joint in 2019

Данные КТ были загружены в программу PMEPanner. Инженером фирмы POLYGONMED, которые профессионально занимаются 3D-моделированием и печатью, произведен процесс сегментации, очищения от наводок и мягких тканей и создание цифровой 3D-модели пораженной стороны таза (рис. 10, 11).

Далее на созданной цифровой 3D-модели нами были указаны места расположения фланцев, угол инклинации, антеторсия полусферической части и направления винтов.

Согласно указанным ориентирам инженером создавалась цифровая модель имплантата с соблюдением следующих критериев (рис. 12):

- три фланца с отверстиями под винты для контакта с подвздошной, лонной и седалищной костями;
- оптимальная длина и направление винтов для максимальной фиксации в кости;

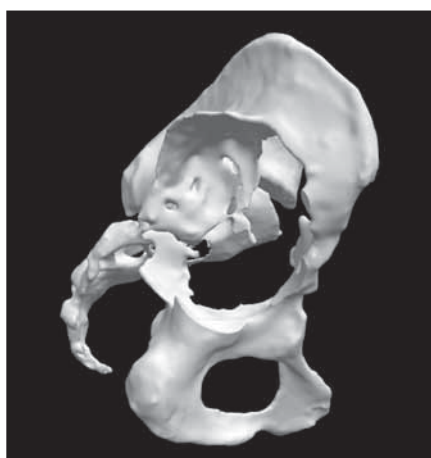


Рис. 10. Компьютерно Т-изображение пораженной части таза после обработки и очищения от наводок, мягких тканей

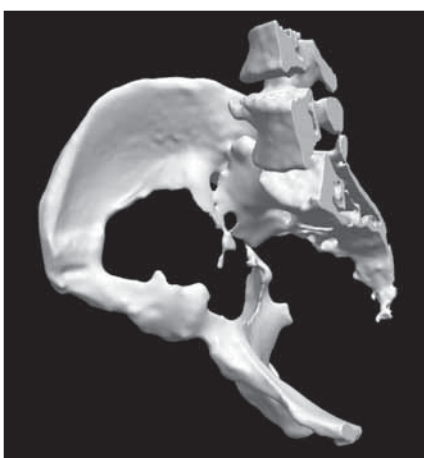


Рис. 11. Вид модели таза с разных сторон. Визуализация дефектов вертлужной впадины с точностью до 1 мм

Fig. 11. View of the pelvis model from different sides. Visualization of acetabular defects with an accuracy of 1 mm



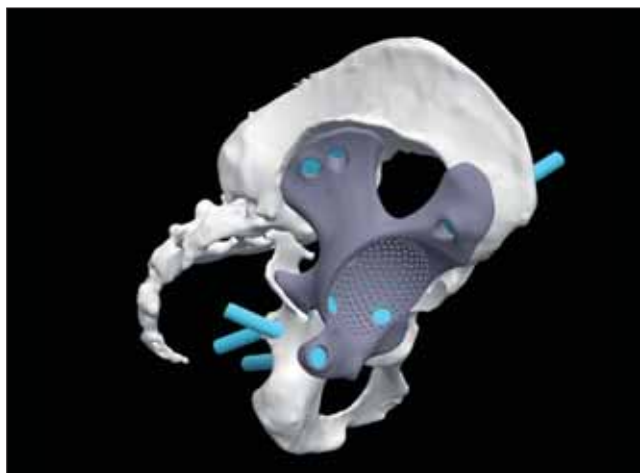
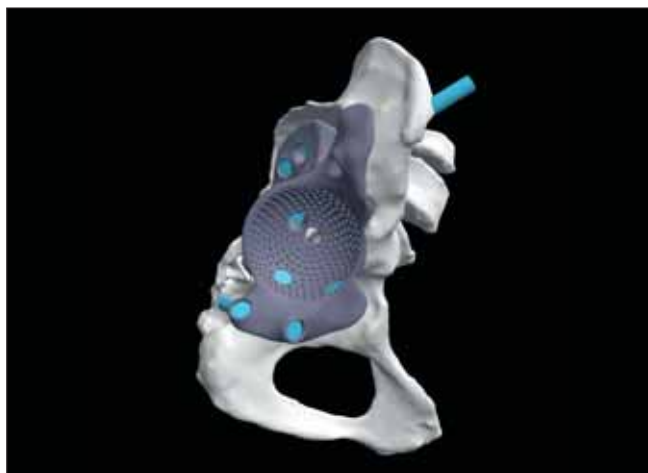


Рис. 12. Разработка цифровой модели имплантата: определение ориентации вертлужного компонента и направления винтов, моделирование фланцев

Fig. 12. Development of a digital model of the implant: determining the orientation of the acetabular component and the direction of the screws, modeling the flanges

- пористое покрытие всех поверхностей имплантата, контактирующих с костью (рис. 3);
- большая полусферическая часть с возможностью использования пары трения большого диаметра или двойной мобильности;
- оптимальная пространственная ориентация полусферической части (отведение 40° , антеверсия 15°).

После согласования была произведена окончательная печать трехфланцевого индивидуального вертлужного компонента на 3D-принтере из титанового порошка по технологии DMLS (рис. 13).

Процесс создания имплантата с момента выполнения КТ до отправки готового изделия в клинику занял 7 рабочих дней. После получения готового имплантата пациентка была повторно госпитализирована. Стерилизация имплантата выполнялась в клинике посредством автоклавирования.

Операцию выполняли в положении больной лежа на здоровом боку с использованием прямого бокового доступа. Удалили рубцово-измененные ткани. При удалении бедренного компонента произошел перелом бедренной кости. Вертлужный компонент

с остатками костного цемента удалили без технических трудностей. Выполнили анатомическую установку индивидуальной 3D-конструкции согласно предоперационному планированию и фиксацию 7 винтами.

В полусферическую часть 3D-имплантата установили ацетабулярный компонент цементной фиксации двойной мобильности Novae Stick 45 мм. Проксимальный фрагмент бедренной кости, сломанный при удалении бедренного компонента, фиксировали 5 серкляжными швами и в бедренную кость имплантировали ревизионный бедренный компонент Wagner SL 190/14 (рис. 14).

Длительность операции составила 190 мин, кровопотеря — 1500 мл. Продолжительность нахождения пациентки в отделении реанимации — 1 сут. Общая продолжительность стационарного лечения — 14 дней. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением. Септических осложнений, вывихов и миграции имплантатов в раннем послеоперационном периоде не было.

До- и послеоперационная оценка функции тазобедренного сустава проводилась по оценочным

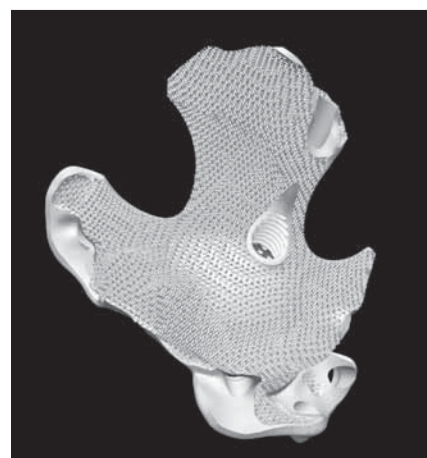


Рис. 13. Вид окончательной модели имплантата с разных сторон

Fig. 13. View of the final implant model from different sides

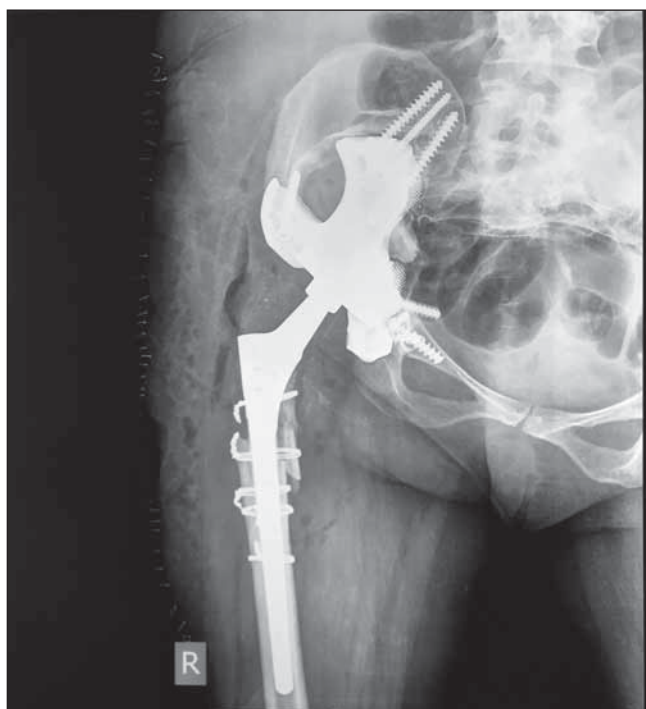


Рис. 14. Рентгенограмма после операции: достигнута прочная первичная фиксация имплантата в кости, восстановлено анатомическое положение вертлужной впадины

Fig. 14. Radiograph after surgery: a strong primary fixation of the implant in the bone was achieved, the anatomical position of the acetabulum was restored

шкалам Harris Hip Score (HHS) и Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). Показатель HHS до ревизионного эндопротезирования составил — 21 балл, через 1 мес. после операции — 44 балла, через 3 мес. после операции — 65, через 6 мес. — 82. Качество жизни оценивали по шкале WOMAC: до операции — 73 балла, через 1 мес. после операции — 54 балла, через 3 мес. — 31, через 6 мес. — 15 баллов. На момент последней консультации пациентка передвигается с тростью, сохраняется хромота, связанная с рубцовой перестройкой и атрофией ягодичных мышц.

ОБСУЖДЕНИЯ

Основная цель сообщения — показать на клиническом примере сложность и актуальность ревизионного эндопротезирования при тяжелых дефектах вертлужной впадины.

На сегодняшний день рынок ортопедических имплантатов предлагает широкий выбор конструкции различной сложности для ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины. В зависимости от типа костного дефекта, количества и качества оставшейся кости, целостности стенок вертлужной впадины и непрерывности тазовой кости восстановление дефектов вертлужной впадины предполагает различные варианты. Исходя из типа костного дефекта, ее восстановление может быть осуществлено с помощью различных методов, в том числе создания высокого центра ротации тазобедренного

сустава [12]; с использованием больших полусферических вертлужных компонентов [13]; классическим вариантом реконструкции с использованием антипротрузионных колец в сочетании с костной пластикой [14]; техники «кольцо в чашке» (cup-cage) [15]; с применением высокопористых компонентов из трабекулярного титала [16, 17]. При костных дефектах III типа реконструкция вертлужной впадины с использованием вышеописанных методик не всегда приводит к благополучному исходу, и процент неудовлетворительных результатов продолжает оставаться высоким [9].

Имеющийся большой костный дефект вертлужной впадины, поставил нас перед проблемой выбора метода реконструкции вертлужной впадины. Использование классического метода (антипротрузионное кольцо в сочетании с костной пластикой) не позволило бы достичь первичной прочной фиксации и восстановить анатомическое положение вертлужной впадины. Сочетание полусферической чашки с несколькими опорными аугментами, склеенными между собой при помощи костного цемента, не обеспечивало бы достаточную жесткость конструкции, что при осевых нагрузках могло бы привести к разрушению как оставшейся костной ткани, так и самой конструкции, тем самым еще больше усугубив ситуацию. Кроме этого, данная методика с экономической точки зрения получалась гораздо дороже, чем затраты при создании индивидуального компонента. Учитывая вышеупомянутые факторы, выбор выпал в пользу индивидуальной конструкции, которая связывала между собой седалищную, подвздошную и лонные кости и добавляла прочность к оставшейся костной основе вертлужной впадины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение индивидуальных конструкций позволяет восстановить опороспособность нижней конечности и функцию тазобедренного сустава в случае обширного дефекта костей таза типа pelvic discontinuity.

Пациентка дала добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty*. 2017;32(7):2088-2092. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.02.046>.
2. 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. *J Bone Joint*. 2015;97-B(8):1076-1081. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B8.35170>.
3. Kowalik TD, DeHart M, Gehling H, et al. The epidemiology of primary and revision total hip arthroplasty in teaching and nonteaching hospitals in the United

- States. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(6):393-398. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00596>.
4. Yoon PW, Lee YK, Ahn J, et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011. *J Korean Med Sci.* 2014;29(6):82-858. <https://doi.org/10.3346/jkms.2014.29.6.852>.
5. Pivec R, Johnson AJ, Mears SC, Mont MA. Hip arthroplasty. *Lancet.* 2012;380(9855):1768-1777. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60607-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60607-2).
6. Sullivan PM, MacKenzie JR, Callaghan JJ, Johnston RC. Total hip arthroplasty with cement in patients who are less than fifty years old. A sixteen to twenty-two-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(6):863-869. <https://doi.org/10.2106/00004623-199406000-00010>
7. Goodman SB, Adler SJ, Fyhrie DP, Schurman DJ. The acetabular teardrop and its relevance to acetabular migration. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(236):199-204.
8. Emerson RH, Head WC, Berklaich FM. Noncemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(249):30-43.
9. Загородний Н.В., Чрагян Г.А., Алексанян О.А., и др. Применение 3D-моделирования и прототипирования при первичном и ревизионном эндопротезировании. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2018;25(2):21-29. [Zagorodniy NV, Chragyan GA, Aleksanyan OA, et al. 3D modelling and printing in primary and revision arthroplasty. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova.* 2018;25(2):21-29. (In Russ.).] <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2018-2-21-29>.
10. Коваленко А.Н., Джавадов А.А., Шубняков И.И., и др. Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(3):37-46. [Kovalenko AN, Dzhabadov AA, Shubnyakov II, et al. Medium-term results of using individual structures in revision hip arthroplasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2019;25(3):37-46. (In Russ.).] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46>.
11. Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow up evaluation. *J Arthroplasty.* 1994;9(1):33-44.
12. Bozic KJ, Freiberg AA, Harris WH. The high hip center. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(420):101-105. <https://doi.org/10.1097/00003086-200403000-00014>.
13. Moon JK, Ryu J, Kim Y, et al. Acetabular revision arthroplasty using press-fitted jumbo cups: an average 10-year follow-up study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(8):1149-1160. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03214-7>.
14. Gibon E, Kerboull L, Courpied J, Hamadouche M. Acetabular reinforcement rings associated with allograft for severe acetabular defects. *Int Orthop.* 2019;43(3):561-571. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4142-1>.
15. Hipfl C, Janz V, Löchel J, et al. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity: mid-term results of a consecutive series of 35 cases. *Bone Joint J.* 2018;100-B(11):1442-1448. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1>.
16. Загородний Н.В., Алексанян О.А., Чрагян Г.А., и др. Реконструкция вертлужной впадины с использованием компонентов из трабекулярного металла. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.* 2019;26(1):5-10. [Zagorodniy NV, Alexanyan OA, Chragyan GA, et al. Reconstruction of a hip socket using trabecular metal components. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova.* 2019;26(1):5-10. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/vto20190115>.
17. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Чиладзе И.Т., и др. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием аугментов из трабекулярного металла при последствиях переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России.* 2011;(1):76-81. [Tikhilov RM, Shubnyakov II, Chiladze IT, et al. Total hip joint endoprosthesis using augments from trabecular metal in consequences of fractures of the acetabulum. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2011;(1):76-81. (In Russ.).] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2011-0-1-76-81>.

Информация об авторах:

Оваким Аргамович Алексанян — врач травматолог-ортопед, аспирант. ЦИТО, Москва. E-mail: hovakim1992@mail.ru.

Гамлет Ашотович Чрагян — канд. мед. наук, врач. ЦИТО, Москва. E-mail: chragyan@gmail.com.

Сергей Владимирович Каграманов — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник. ЦИТО, Москва. E-mail: Kagramanov2001@mail.ru.

Николай Васильевич Загородний — чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением эндопротезирования. ЦИТО, Москва, Россия. E-mail: zagorodniy51@mail.ru.

Information about authors:

Hovakim A. Aleksanyan — traumatologist-orthopedist, post-graduate student. N.N. Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: hovakim1992@mail.ru.

Hamlet A. Chragyan — MD, PhD, doctor. N.N. Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: chragyan@gmail.com.

Sergey V. Kagramanov — MD, PhD, Leading Researcher. N.N. Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: Kagramanov2001@mail.ru.

Nikolay V. Zagorodny — RAS corresponding member, MD, PhD, professor, head. endoprosthesis department. N.N. Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: zagorodniy51@mail.ru.



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИМПЛАНТАТОВ С БИОАКТИВНЫМ КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ ПРИ МНОГОКОМПОНЕНТНОМ ТРАВМАТИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

А.А. Гринь^{1,2}, А.А. Марков¹, А.В. Данилова^{1,3}, К.С. Сергеев¹

¹ Институт непрерывного профессионального развития, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тюмень;

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения

Тюменской области «Областная больница № 3», Тобольск;

³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Тюменской области

«Областная клиническая больница № 2», Тюмень

Цель исследования. Изучить клиническую эффективность применения имплантатов с покрытием на основе природного наноструктурированного кальций-фосфатного комплекса на примере лечения пациента с сочетанными переломами вертлужной впадины и шейки бедренной кости.

Материалы и методы. Пациентка Б., 52 года, пострадавшая в результате ДТП с многокомпонентным повреждением правого тазобедренного сустава (трансервикальный перелом шейки бедра и высокий двухколонный перелом вертлужной впадины). Остеосинтез перелома шейки бедра выполнен тремя канюлированными винтами с кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 81427). Для остеосинтеза перелома вертлужной впадины использована реконструктивная пластина с кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 113945).

Результаты. Несмотря на тяжелое многокомпонентное разрушение тазобедренного сустава, наступила консолидация переломов. Отдаленный результат лечения отслежен в течение 10 лет. По шкале оценки функциональных результатов Harris (89 баллов) результат оценен как хороший.

Заключение. Применение имплантатов с покрытием на основе природного наноструктурированного кальций-фосфатного комплекса способствует активации репаративных процессов в области переломов.

Ключевые слова: переломы вертлужной впадины; переломы шейки бедра; кальций-фосфатное покрытие.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не указан.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Гринь А.А., Марков А.А., Данилова А.В., Сергеев К.С. Опыт применения имплантатов с биоактивным кальций-фосфатным покрытием при многокомпонентном травматическом повреждении тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):67-72. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027367-72>.

EXPERIENCE WITH THE USE OF BIOACTIVE CALCIUM PHOSPHATE-COATED IMPLANTS IN MULTICOMPONENT TRAUMATIC DAMAGE TO THE HIP JOINT

A.A. Grin^{1,2}, A.A. Markov¹, A.V. Danilova^{1,3}, K.S. Sergeev¹

¹ Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia;

² Regional Hospital No. 3 of Tobolsk, Tobolsk, Russia

³ Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia

Objective. To study the effectiveness of using implants with a bioactive calcium-phosphate coating on the example of treating a patient with combined fractures of the acetabulum and the neck of the femur.

Materials and methods. A 52-year-old patient, injured as a result of a traffic accident with multicomponent damage to the right hip joint (transcervical fracture of the femoral neck and a high two-column fracture of the acetabulum). Osteosynthesis of the femoral neck fracture is made by three cannulated screws with a calcium-phosphate coating (patent of the RU No. 81427). For the osteosynthesis of the acetabular fracture, a reconstructive plate with a calcium-phosphate coating was used (patent of the RU No. 113945).

Results. Despite the heavy, multi-component destruction of the hip joint, consolidation of the fractures ensued. The remote result is tracked for 10 years. On the score scale of the functional results Harris 89 points, the result is rated as good.

The conclusion. The use of imantates with bioactive calcium-phosphate coatings from hydroxyapatite promotes activation of reparative processes in the region of fractures.

Key words: acetabular fractures; hip fractures; calcium-phosphate coating.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Grin AA, Markov AA, Danilova AV, Sergeev KS. Experience with the use of bioactive calcium phosphate-coated implants in multicomponent traumatic damage to the hip joint. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):67-72. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027362-72>

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на развитие новых методов хирургического лечения, переломы области тазобедренного сустава представляют серьезную проблему современной травматологии [1]. К ним относятся переломы вертлужной впадины и переломы шейки бедренной кости. Так, переломы вертлужной впадины в подавляющем большинстве случаев возникают при высокоэнергетической травме [2]. Частота этих повреждений колеблется от 7 до 22,2 % всех переломов костей таза [3]. В то же время, переломы шейки бедра чаще возникают от действия травмирующей силы низкой энергии [4]. Данные переломы чаще встречаются у людей старшей возрастной группы. По данным M.J. Parker и соавт. [5], их частота составляет от 27 до 80 случаев на 100 тыс. населения. В настоящее время любые переломы области тазобедренного сустава в основном требуют хирургических методов лечения. При лечении повреждений вертлужной впадины, как правило, необходима открытая репозиции [6], напротив, остеосинтез переломов шейки бедренной кости выполняется закрытым методом [7]. Результаты лечения переломов, как вертлужной впадины, так и шейки бедра, зависят от многих факторов: тип перелома, степень повреждения хрящевой ткани, характер смещения отломков, наличие отломков в полости сустава, повреждение питающих сосудов, тяжесть травматизации мягких тканей, хирургического доступа, возраста пациента, преморбидного состояния и т. д. [8, 9].

Одним из неблагоприятных исходов течения посттравматического периода может быть развитие асептического некроза головки бедренной кости. Можно предположить, что причиной этого является не только тяжесть травмы, но и значительная травматизация тканей при открытом оперативном вмешательстве с использованием традиционного заднебокового хирургического доступа по Кохера — Лангенбека, сопровождающегося обнажением зоны перелома, скелетированием отломков вертлужной впадины и артротомией при проведении остеосинтеза. [10]. Иногда данное состояние связано с массивным разрушением головки бедренной кости и/или вертлужной впадины, обычно после 6–12 мес. с момента травмы [11]. Также возможен спонтанный остеолит головки бедренной кости [12] который, как представляется, не является сущностью аваскулярного некроза или быстро прогрессирующего остеоартрита, а является отличительным примером посттравматического остеолита. Патогенез этого осложнения четко не объяснен и должен быть дифференцирован от асептического некроза головки бедренной кости.

Несмотря на очевидные преимущества открытой репозиции переломов шейки бедренной кости, подобная хирургическая тактика ведет к большей

частоте осложнений, чем при закрытой методике [13]. Нарушения кровоснабжения головки бедра у пациентов с внутрисуставными переломами тазобедренного сустава приводит к ее асептическому некрозу или несращению перелома [14]. По данным мировой литературы при своевременно оказанной помощи риск перечисленных осложнений варьируется от 4 до 22 % [15]. Несмотря на качественно выполненную репозицию переломов и достижение их консолидации, с течением времени асептический некроз головки бедренной кости у пациентов с переломами вертлужной впадины составляет не менее 10 % [16], а у пациентов с переломами шейки бедра достигает 15 % [17]. Частота же несращений переломов шейки бедренной кости составляет от 30 до 43,5 % [18]. Причиной этого могут быть ранняя нагрузка на поврежденный тазобедренный сустав, лизис кости в области имплантатов и потеря их взаимной связи. Также возможно увеличение сроков консолидации отломков в связи с ухудшением кровоснабжения надкостницы, сдавленной фиксирующей пластиной. В результате качество фиксации ухудшается, появляется подвижность в месте перелома, что и приводит к образованию ложного сустава области повреждения.

Ряд авторов утверждают, что для достижения сращения и повышения эффективности лечения переломов и их последствий, помимо обеспечения стабильной фиксации отломков, необходимо предпринимать меры для стимуляции нарушенного остеогенеза [19]. С целью большей интеграции имплантатов с костью в настоящее время активно применяется покрытие на основе природного наноструктурированного кальций-фосфатного комплекса (ПНКФК). Имеется исследование, указывающее на эффективность применения подобных конструкций [20]. Данные покрытия обладают несколькими положительными свойствами, такими как биосовместимость [21], проявляющееся снижением вероятности асептического воспаления [22], остеокондукцией и остеоиндукцией, а также высокой твердостью, термо- и коррозионной устойчивостью, определяющейся повышением износостойчивости металла [23] и изменением его иммуномодулирующих свойств [21, 24, 25]. Благодаря этим эффектам возможно улучшение результатов лечения переломов тазобедренного сустава.

Цель исследования — оценить эффективность применения имплантатов с покрытием на основе ПНКФК на примере лечения пациента с сочетанными переломами вертлужной впадины и шейки бедренной кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Перед началом исследования было получено информированное согласие пациента на участие. Про-

токол исследования одобрен локальным этическим комитетом Тюменского государственного университета Минздрава России (протокол № 76 от 16.09.2007).

Пациентка Б., 52 года, поступила в экстренном порядке в ОКБ № 3 Тюмени после автодорожной травмы. В момент травмы находилась на заднем пассажирском сидении легкового автомобиля. Доставлена с места происшествия в течение 40 мин. При поступлении в приемное отделение пациентка в сознании, находится в вынужденном положении на каталке, правая нижняя конечность иммобилизована шиной Дитерихса. Предъявляет жалобы на боли в области правого тазобедренного сустава, невозможность движений правой ногой. Осмотрена травматологом, хирургом, нейрохирургом, урологом, анестезиологом. Выполнено: рентгенография грудной клетки, таза (обзорная), ультразвуковое исследование брюшной, грудной полостей и полости малого таза, общий анализ крови, общий анализ мочи (моча выведена катетером). Артериальное давление 100/70 мм рт. ст., частота сердечных сокращений 90 уд./мин, Hb 102 г/л.

После обследования выявлен высокий двухколонный перелом правой вертлужной впадины

(сегмент 61 тип С 1.2 по АО/ASIF) с дислокацией отломков в полость таза, трансцервикальный перелом шейки правого бедра со смещением отломков (Pauwels II, Garden III). Забрюшинная гематома, ограниченная полостью таза. Диагностирован травматический шок II-III степени. По ISS — 30 баллов.

Начата инфузионная терапия. Учитывая невозможность наложения аппарата первичной фиксации по причине значительного разрушения правой подвздошной кости, принято решение фиксировать место повреждения методом скелетного вытяжения. Пациентка госпитализирована в отделение реанимации. После компенсации общего состояния на третьи сутки после травмы больная переведена в профильное отделение. В отделении проводилось симптоматическая терапия, лечебная физкультура, применялись антикоагулянты, скелетное вытяжение. В обязательном порядке, в плане предоперационной подготовки, выполнена полипроекционная рентгенография правой вертлужной впадины и компьютерная томография тазобедренного сустава (рис. 1).

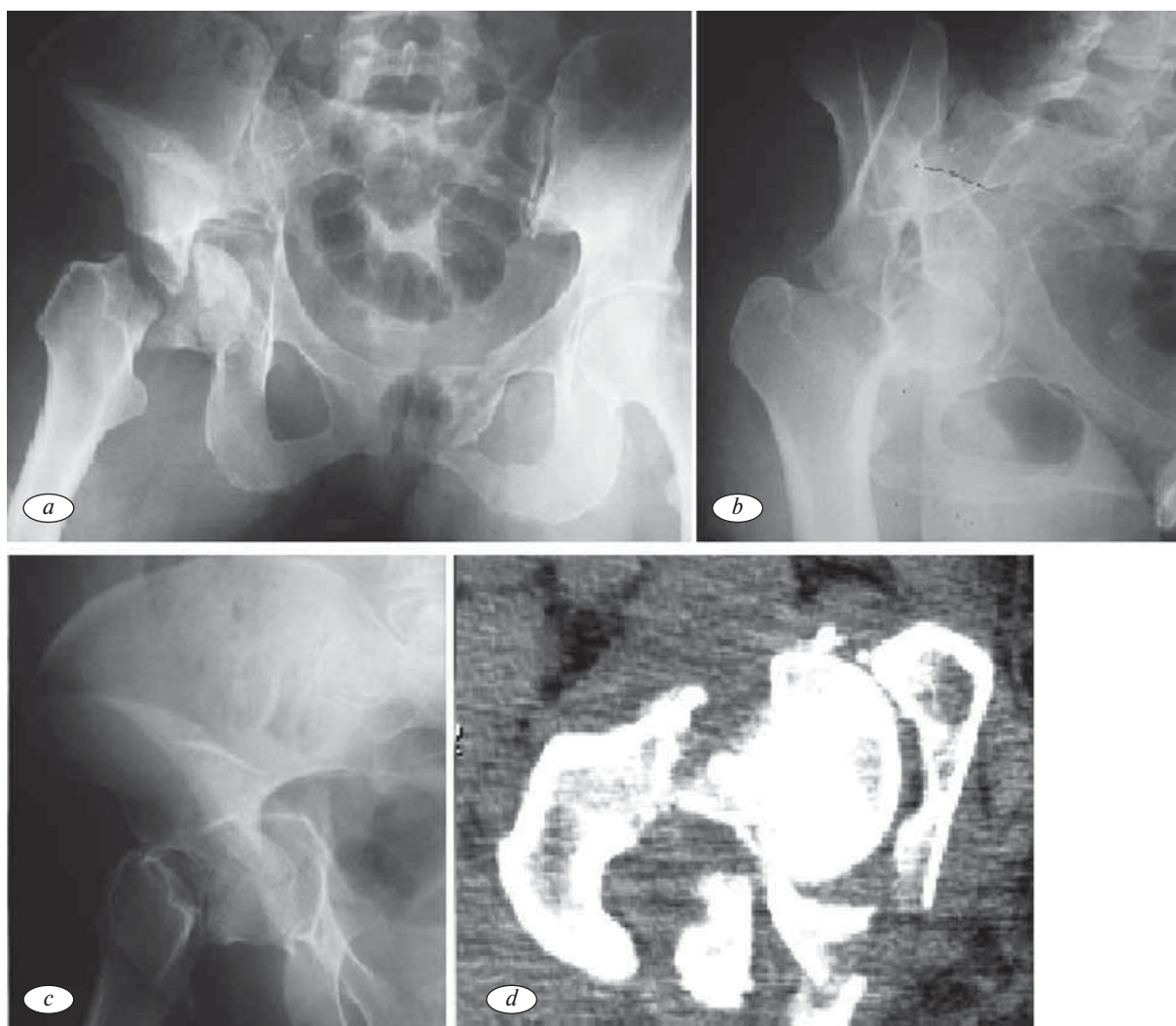


Рис. 1. Рентгенограммы пациентки Б. в прямой (а), запирательной (b), подвздошной (с) проекциях, компьютерная томограмма правого тазобедренного сустава (d)

Fig. 1. Patient B. X-ray images in direct projection (a), obturator projection (b), iliac projection (c), and CT of the right hip joint (d)

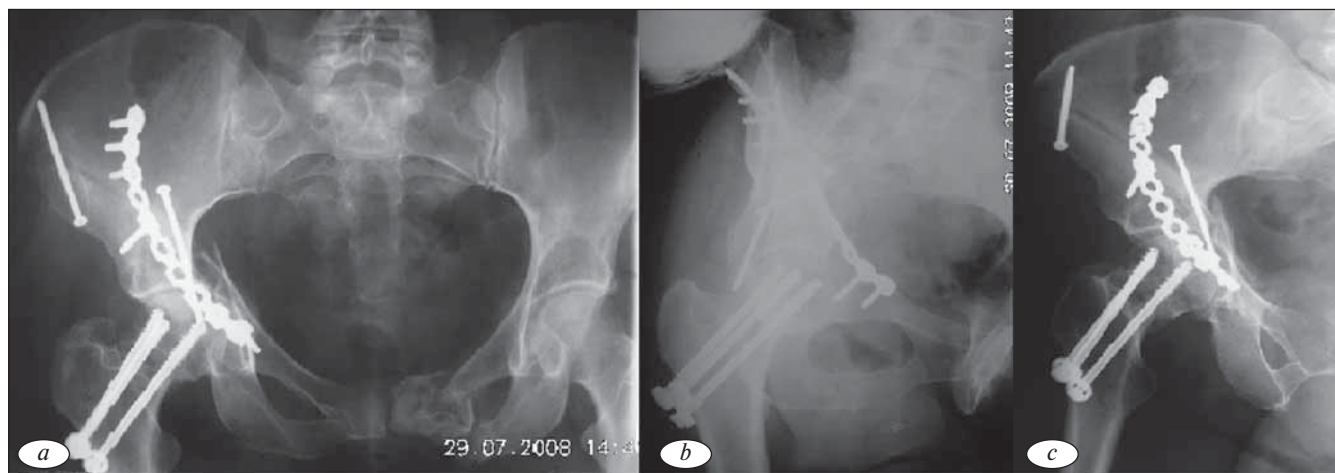


Рис. 2. Контрольные рентгенограммы пациентки Б.: прямая проекция (a), запирательная проекция (b), подвздошная проекция (c)
Fig. 2. Control X-ray images of patient B.: direct projection (a), obturator projection (b), iliac projection (c)

На 11-е сутки после поступления пациентке выполнены операции: перкутанный остеосинтез шейки правого бедра тремя канюлированными винтами с биологически активным кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 81427) и остеосинтез переломов правой вертлужной впадины подвздошно-паховым доступом пластиной с биологически активным кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 113945) (рис. 2).

Послеоперационный период протекал без особенностей. Раны зажили первичным натяжением, швы сняты на 12-е сутки. После выписки пациентка наблюдалась в динамике. Переломы вертлужной впадины и шейки бедра консолидированы. Рентгенологическое подтверждение консолидации получено через 4 мес.

Через 6 мес. после травмы больничный лист был закрыт. На момент выхода на работу функ-

циональный результат по Harris составил 92 балла. Пациентка ежегодно проходила контрольные осмотры травматолога с обязательной рентгенографией тазобедренного сустава. По истечении 5 лет было принято решение выполнить операцию — удаление канюлированных винтов из шейки бедра. Во время проведения операции удалось вынуть только один винт, а два других остались на месте по причине их интеграции в костную ткань (рис. 3).

Отдаленный результат прослежен до 10 лет. Со временем появились периодические невыраженные боли в области тазобедренного сустава и незначительная хромота, не ограничивающие привычную физическую нагрузку. По шкале Harris — 89 баллов, результат оценен как хороший.

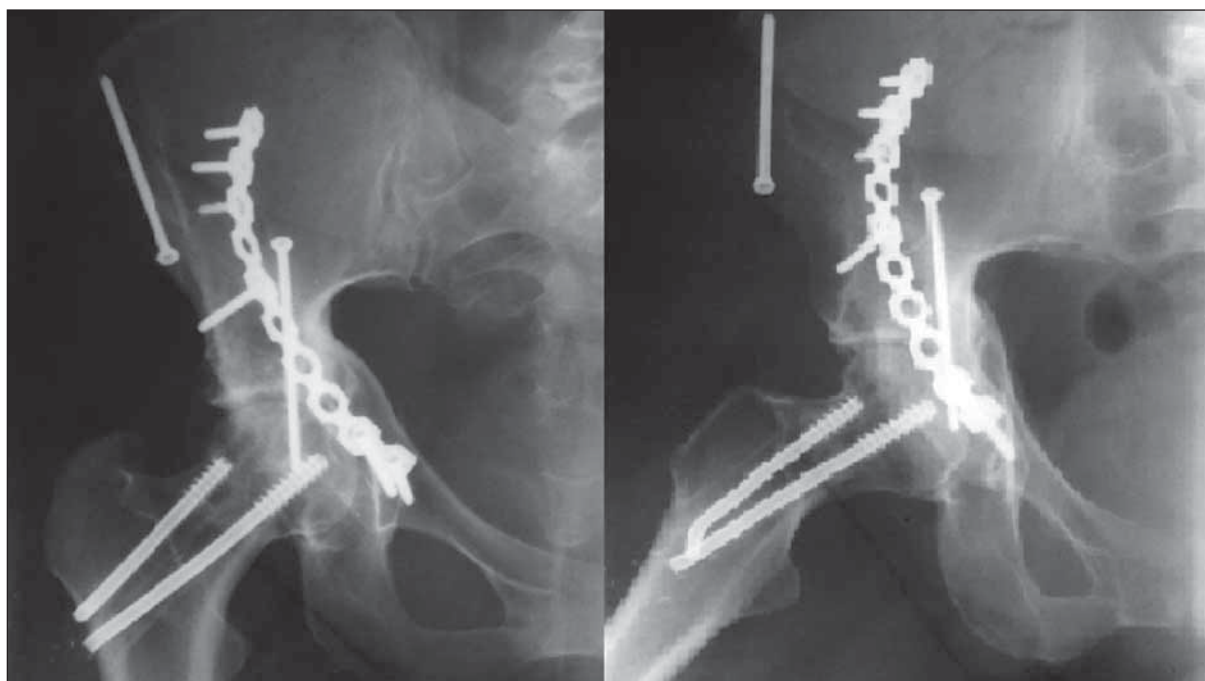


Рис. 3. Рентгенограммы правого тазобедренного сустава пациентки Б. после неудачной попытки удаления канюлированных винтов, фиксирующих шейку бедра
Fig. 3. Patient B. X-ray images of the right hip joint after an unsuccessful attempt to remove cannulated screws securing the femoral neck

ОБСУЖДЕНИЕ

Сочетанные односторонние переломы костей таза и бедра встречаются в 49 % случаев среди всех переломов таза [26]. Большинство этих пострадавших — люди молодого, трудоспособного возраста, 25–31 года [27]. Лечение переломов вертлужной впадины и шейки бедренной кости является актуальной проблемой современной травматологии [6]. Одними из основных осложнений каждого из этих повреждений являются замедленное сращение (несращение) переломов и асептический некроз головки бедра, которые возникают в 4–22 % случаев [15]. Провоцирующими факторами подобных осложнений являются агрессивная хирургическая тактика (открытая репозиция перелома шейки бедра и остеосинтез вертлужной впадины заднебоковым доступом) [17]. В настоящее время наиболее атравматичным методом лечения переломов шейки бедренной кости является перкутанный малоинвазивный остеосинтез канюлированными винтами [28]. При хирургическом лечении двухколонных переломов вертлужной впадины предпочтительным является подвздошно-паховый доступ [29]. С целью минимизации хирургической травмы в лечении данной пациентки мы использовали перкутанный остеосинтез шейки бедренной кости и доступ по Letournel. Дополнительно к хирургической технике, применили имплантаты с биоактивным кальций-фосфатным покрытием с целью активации репаративных процессов в области переломов [7].

В подтверждение адекватности выбранной хирургической тактики и применения имплантатов с покрытием на основе ПНКФК, несмотря на значительное разрушение костей тазобедренного сустава, был получен благоприятный клинический и рентгенологический результат. По прошествии максимального срока развития асептического некроза головки бедра при переломах вертлужной впадины и шейки бедренной кости (до 2 лет) [10, 12] была предпринята попытка удаления канюлированных винтов, фиксирующих шейку бедра. Два из трех винтов удалить не удалось по причине выраженной интеграции внешней поверхности имплантатов с костью.

ВЫВОДЫ

Сочетание малоинвазивного перкутанного остеосинтеза и подвздошно-пахового доступа при хирургическом лечении сочетанных переломов шейки бедра и двухколонных переломов вертлужной впадины является наиболее оптимальным в хирургическом лечении этих сочетанных повреждений.

Применение имплантатов с покрытием на основе ПНКФК способствует активации репаративных процессов в области переломов.

При планировании возможного удаления металлоконструкций после консолидации переломов, необходимо учитывать способность к выраженной интеграции с костью имплантатов с кальций-фосфатным покрытием.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Ежов Ю.И., Смирнов А.А., Лабазин А.Л. Диагности-ка и лечение краевых переломов вертлужной впадины. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2003;(3):72-74. [Ezhov YuI, Smirnov AA, Labazin AL. Diagnosis and treatment of marginal acetabular fractures. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2003;(3):72-74. (In Russ.)]
- Канзюба А.И. Внутренний остеосинтез при переломах вертлужной впадины. *Травма*. 2006;7(4):274-281. [Kanzhuba AI. Internal osteosynthesis for acetabular fractures. *Trauma*. 2006;7(4):274-281. (In Russ.)]
- Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Сахарных И.Н., Стоюхин С.С. Новые технологии остеосинтез переломов вертлужной впадины. *Медицинский алфавит*. 2014;2(11):6-10. [Solod EI, Lazarev AF, Sakharных IN, Stoyukhin SS. Novye tekhnologii osteosintez perelomov vertluzhnoi vpadiny. *Meditsinskii alfavit*. 2014;2(11):6-10. (In Russ.)]
- Гильфанов С.И., Ключевский В.В., Данилюк В.В. Оперативное лечение переломов вертельной области. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2005;(4):19-22. [Gilfanov SI, Klyuchevskiy VV, Danilyuk VV. Operative treatment of trochanteric fractures. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2005;(4):19-22. (In Russ.)]
- Parker MJ, White A, Boyle A. Fixation versus hemiarthroplasty for undisplaced intracapsular hip fractures. *Injury*. 2008;39(7):791-795. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.01.011>.
- Letournel E, Judet R, Elson RA, ed. *Fractures of the Acetabulum*. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag; 1993. P. 27-28, 346-350, 358-359, 363-397. https://doi.org/10.1007/978-3-642-75435-7_21.
- Masoud R, Bizouarn T, Trepout S, et al. Titanium dioxide nanoparticles increase superoxide anion production by acting on NADPH oxidase. *PLoS One*. 2015;10(12):e0144829. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144829>.
- Kim HT, Ahn JM, Hur JO, et al. Reconstruction of acetabular posterior wall fractures. *Clin Orthop Surg*. 2011;3(2):114-120. <https://doi.org/10.4055/cios.2011.3.2.114>.
- Song L, Tian Q, Liu Y, Shao Z, Yang S. Mid- and long-term clinical effects of trochanteric flip osteotomy for treatment of Pipkin I and II femoral head fractures. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2013;33(9):1260-1264.
- Лобанов Г.В., Прудников Ю.В. Результаты оперативного лечения больных с переломами задней стенки вертлужной впадины, леченных традиционным способом с использованием хирургического доступа Кохера — Лангенбека. *Травма*. 2013;14(3):9-12. [Lobanov GV, Prudnikov YuV. Outcomes of surgical treatment of patients with posterior acetabular wall fractures treated in the traditional way, using Kocher—Langenbeck surgical approach. *Trauma*. 2013;14(3):9-12. (In Russ.)]
- Batra S, Batra M, McMurtrie A, Sinha AK. Rapidly destructive osteoarthritis of the hip joint: a case series. *J Orthop Surg Res*. 2008;3:3. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-3-3>.
- Seo GS, Dieudonne G, Mooney SA, Monu JU. Unexplained «massive osteolysis of femoral head» (MOFH) after acetabular fracture: occurrence and suggested patho-etiology. *Acta Radiol*. 2017;58(6):710-718. <https://doi.org/10.1177/0284185116665422>.
- Бондаренко А.В., Плотикинов И.А. Сравнительный анализ методов оперативного лечения переломов вертельной области у пациентов с политравмой. *Политравма*. 2011;(1):12-17. [Bondarenko AV, Plotnikov IA. The comparative analysis of surgical treatment of trochanteric fractures in patients with polytrauma. *Polytrauma*. 2011;(1):12-17. (In Russ.)]
- Solberg BD, Moon CN, Franco DP. Use of a trochanteric flip osteotomy improves outcomes in Pipkin IV fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(4):929-933. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0505-z>.
- Winkquist RA. Locked femoral nailing. *J Am Acad Orthop Surg*. 1993;1(2):95-105. <https://doi.org/10.5435/00124635-199311000-00004>.

16. Артюх В.А. Разработка усовершенствованных подходов к хирургическому лечению больных с переломами вертлужной впадины и их последствиями: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб.; 2007. — 24с. [Artyukh VA. Razrabotka usovershenstvovannykh podkhodov k khirurgicheskomu lecheniyu bol'nykh s perelomami vertluzhnoy vpadiny i ikh posledstviyami. [dissertation abstract] St. Petersburg; 2007. 24 p. (In Russ.)] Available at: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1206373/.
17. Буачидзе О.Ш., Волошин В.П., Зубков В.С., и др. Тотальное замещение тазобедренного сустава при тяжелых последствиях его повреждений. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2004;(2):13-17. [Buachidze OSh, Voloshin VP, Zubikov VS, et al. Total hip replacement in severe sequelae of its injury. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2004;(2):13-17. (In Russ.)]
18. Sadeghifar A, Saied A. Bilateral simultaneous femoral neck and shafts fractures — a case report. *Arch Bone Joint Surg*. 2014;2(4):268-271.
19. Барабаш А.А., Барабаш А.П., Барабаш Ю.А., Алфимов Р.А. Замедленное костеобразование: пути решения проблемы. В кн.: *Оптимизация лечения и реабилитации больных: труды общества травматологов-ортопедов Ростовской области*. — Ростов н/Д: 2005. — С. 50-55. [Barabash AA, Barabash AP, Barabash YuA, Alfimov RA. Zamedlennoe kosteobrazovanie: puti resheniya problemy. In: *Optimizatsiya lecheniya i rehabilitatsii bol'nykh: trudy obshchestva travmatologov-ortopedov Rostovskoi oblasti*. Rostov-na-Donu; 2005. P. 50-55. (In Russ.)]
20. Карлов П.К., Погребенков В.М. Хирургическое устройство и керамический биоактивный материал для остеосинтеза. Патент RU № 2105529/ 27.02.1998. [Karlov PK, Pogrebenkov VM. Khirurgicheskoe ustroystvo i keramicheskii bioaktivnyi material dlya osteosinteza. Patent RU 2105529/ 27.02.1998. (In Russ.)] Available at: <https://www1.fips.ru/>
21. Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Гатина Э.Б., и др. Морфологическое исследование местного действия имплантата с твердой поверхностью при индуцированной травме. *Гений ортопедии*. 2015;(1):65-70. [Akhtiamov IF, Shakirova FV, Gatina EB, et al. A morphological study of the local effect of the implants with superhard-compound coatings on bone tissue under the conditions of induced trauma. *Genii ortopedii*. 2015;(1):65-70. (In Russ.)]
22. Montanaro L, Testoni F, Poggi A, et al. Emerging pathogenetic mechanisms of the implant-related osteomyelitis by *Staphylococcus aureus*. *Int J Artif Organs*. 2011;34(9):781-788. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000052>.
23. Ляхов Н.З., ред. *Биоконпозиты на основе кальций-фосфатных покрытий, наноструктурных и ультрамелкодисперсных биоинертных металлов, их биосовместимость и биодegradация*. — Томск: ТГУ; 2014. [Lyakhov NZ, ed. *Biokompozity na osnove kal'tsii-fosfatnykh pokrytii, nanostrukturnykh i ul'tramelkodispersnykh bioinertnykh metallov, ikh bio-sovmestimost' i biodegradatsiya*. Tomsk: TGU; 2014. (In Russ.)]
24. Yang HW, Lin MH, Xu YZ, et al. Osteogenesis of bone marrow mesenchymal stem cells on strontium-substituted nano-hydroxyapatite coated roughened titanium surfaces. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(1):257-264.
25. Wu K, Xu J, Liu M, et al. Induction of osteogenic differentiation of stem cells via a lyophilized microRNA reverse transfection formulation on a tissue culture plate. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:1595-1607. <https://doi.org/10.2147/ijn.s43244>.
26. El Mounni M, Schraven P, ten Duis HJ, Wendt K. Persistent knee complaints after retrograde unreamed nailing of femoral shaft fractures. *Acta Orthop Belg*. 2010;76(2):219-225.
27. Гринь А.А., Белов В.А., Рабченко М.А., и др. Социальные аспекты повреждений вертлужной впадины в городе Тюмень и на юге Тюменской области. *Медицинская наука и образование Урала*. 2011;12(4):129-131. [Grin AA, Belov VA, Rabchenjuk MA, et al. Social aspects of damages of cotyle in town Tyumen and on the south of the Tyumenskoy area. *Meditinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2011;12(4):129-131. (In Russ.)]
28. Буачидзе О.Ш., Оноприенко Г.А., Волошин В.П. Переломы вертлужной впадины и их оперативное лечение. *Медицинский академический журнал*. 2003;3(2):112-114. [Buachidze OSh, Onoprienko GA, Voloshin VP. Fractures of the acetabulum and surgical treatment. *Meditinskii akademicheskii zhurnal*. 2003;3(2):112-114. (In Russ.)]
29. Гринь А.А., Рунков А.В., Шлыков И.Л. Выбор оперативного доступа при лечении двухколонных переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):92-97. [Grin' AA, Runkov AV, Shlykov IL. The choice of surgical approach in the treatment of two-column acetabular fractures. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014;(1):92-97. (In Russ.)]

Информация об авторах:

Алексей Алексеевич Гринь — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень; врач высшей категории травматолог-ортопед, заведующий травматолого-ортопедическим отделением, ГБУЗ ТО «Областная больница № 3», Тобольск, Россия.

Александр Анатольевич Марков — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень.

Анастасия Васильевна Данилова — аспирант кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2», г. Тюмень. E-mail: daniilovaav.2000@mail.ru.

Константин Сергеевич Сергеев — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет». Тюмень, Россия.

Information about authors:

Alexey A. Grin — MD, associate professor of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR. Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia; Doctor of the highest category traumatologist-orthopedist, head of the traumatologist-orthopedic department. Regional Healthcare Institution of Regional Hospital No. 3 of Tobolsk. Tobolsk, Russia.

Alexander A. Markov — MD, associate professor of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR. Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.

Anastasiya V. Danilova — clinical resident of the second year of study of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia; a traumatologist-orthopedist of the Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia. E-mail: daniilovaav.2000@mail.ru.

Konstantin S. Sergeev — PhD, professor, head of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR. Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МЕСТНОРАСПРОСТРАНЕННОЙ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ВЕРЕТЕНОКЛЕТОЧНОЙ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНОЙ САРКОМЫ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

Н.В. Загородний¹, В.Ю. Карпенко¹, Г.Н. Берченко¹, А.Л. Карасев¹, А.С. Зелянин²,
А.А. Ахпашев³, И.С. Лысенко¹, Г.Д. Илуридзе¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения России, Москва;

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва;

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России», Москва

Саркомы мягких тканей представляют собой малораспространенную гетерогенную группу злокачественных новообразований различного генеза. Малое количество информации о пациентах с данным диагнозом ведет к дефициту научных данных по лечению такой патологии. В данной статье приводится анализ клинического случая пациентки с веретеноклеточной паравертебральной саркомой мягких тканей тазовой локализации, которой было проведено оперативное лечение в объеме пластической реконструкции с эндопротезированием крестцово-подвздошного сочленения и пластикой.
Ключевые слова: саркомы мягких тканей; опухоли костей таза; оперативное лечение; эндопротезирование; реконструктивно-пластическая операция.

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Загородний Н.В., Карпенко В.Ю., Берченко Г.Н., Карасев А.Л., Зелянин А.С., Ахпашев А.А., Лысенко И.С., Илуридзе Г.Д. Клинический случай хирургического лечения местнораспространенной недифференцированной веретеноклеточной паравертебральной саркомы мягких тканей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(3):73-78. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027373-78>

SURGICAL TREATMENT OF LOCALLY ADVANCED UNDIFFERENTIATED SPINDLE CELL PARAVERTEBRAL SOFT TISSUE SARCOMA. CASE REPORT

N.V. Zagorodnii¹, V.Yu. Karpenko¹, G.N. Berchenko¹, A.L. Karasev¹,
A.S. Zelyanin², A.A. Akhpashev³, I.S. Lysenko¹, G.D. Iluridze¹

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

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russia Federation, Moscow, Russia;

³ Federal Research Clinical Center of FMBA, Moscow, Russia

Abstract: Soft tissue sarcomas are a rare heterogeneous group of malignant tumor of different origin. The small quantity patients with this diagnosis leads to a lack of scientific data on the treatment of such patients. This article presents a clinical case of a patient with spindle-cell paravertebral sarcoma of soft tissues of pelvic localization, who get surgical treatment in the volume of reconstructive plastic surgery with endoprosthesis of the sacroiliac joint.

Key words: soft tissue sarcomas; pelvic bone tumors; surgical treatment; endoprosthesis; reconstructive plastic surgery.

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest.

Funding: the study was performed with no external funding.

TO CITE THIS ARTICLE: Zagorodnii NV, Karpenko VYu, Berchenko GN, Karasev AL, Zelyanin AS, Akhpashev AA, Lysenko IS, Iluridze GD. Surgical treatment of locally advanced undifferentiated spindle cell paravertebral soft tissue sarcoma. Case report. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):73-78. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027373-78>

ВВЕДЕНИЕ

Саркомы мягких тканей составляют группу гетерогенных злокачественных опухолей мезенхимального или нейроэктодермального происхождения. По данным Всемирной организации здравоохра-

нения, существует более 50 подтипов сарком мягких тканей, различающихся по гистологическому и молекулярному строению. Канцер-регистр США в 2016 г. зарегистрировал 1 685 210 новых случаев заболеваемости онкопатологией. Из них только 12 310 случаев (0,7 %) сарком мягких тканей [1, 2].

В 2017 г. в Российской Федерации впервые выявлено 617 177 случаев злокачественных новообразований (в том числе 281 902 и 335 275 у пациентов мужского и женского пола соответственно). Приrost данного показателя по сравнению с 2016 г. составил 3,0 %. Доля сарком мягких тканей занимает 0,5 % (3281 человек). Смертность составила 4,8 % [3]. По разным данным саркомы мягких тканей занимают менее 1 % всех онкологических заболеваний [4, 5].

Саркомы мягких тканей могут возникать в любом возрасте, чаще всего у людей среднего и старшего возраста; однако, как доля детских злокачественных новообразований, они относительно распространены и составляют 7–10 % всех случаев рака [6, 7]. Существует мало доказательств, чтобы предположить генетическую склонность к развитию сарком мягких тканей, кроме людей, у которых диагностирован синдром Ли-Фраумени, вследствие мутации гена-супрессора *TP53*, также создающего предрасположенность к развитию рака молочной железы и ряда других злокачественных новообразований. Саркомы мягких тканей встречаются с большей частотой у пациентов с рядом других генетических заболеваний, включая синдром базальноклеточного невуса, туберозный склероз, синдром Вернера, синдром Гарднера и болезнь Реклингхаузена (при болезни Реклингхаузена существует 10 % вероятность развития нейрофибросаркомы) [8].

Саркомы чаще всего выявляют в конечностях у взрослых и в области головы и шеи у детей. В целом, приблизительно 50 % сарком мягких тканей локализируются в конечностях, 10 % в области головы и шеи и 40 % в туловище и забрюшинном пространстве [9, 10]. Среди всех мягкотканых сарком GIST, лейомиосаркома и липосаркома наиболее часто поражают тазовую область. Среди всех сарком 20 % не имеют клеточной принадлежности ни к одному типу опухолей и классифицируются как недифференцированная плеоморфноклеточная саркома (ранее известная как злокачественная недифференцированная фиброзная гистиоцитома) [11, 12].

К лечению пациентов с саркомами мягких тканей следует подходить индивидуально. Соматическое состояние больного, гистологическая форма опухоли и анатомическая локализация процесса должны быть оценены на междисциплинарном консилиуме. Большинство локализованных сарком лучше всего лечить хирургически с или без лучевой терапии. Химиотерапия назначается пациентам с метастазами, при положительном крае резекции после операции, при больших и местнораспространенных опухолях [13].

До недавнего времени пациенты с местнораспространенными опухолями, вовлекающие более одной анатомической зоны, а в частности тазовую область, были ограничены калечащим лечением либо паллиативной химиолучевой и анальгетической терапией. С развитием современных методов лучевой диагностики, системной лекарственной терапии, созданием металлоимплантов и обеспечением высокого уровня анестезиологического пособия в арсенале онкоортопедов появилась возможность выполнять

сложные, радикальные реконструктивно-пластические операции с сохранением конечности, тем самым повышая качество жизни пациента [14–16].

В этой публикации представлен клинический случай оперативного лечения пациентки с местнораспространенной мягкотканной опухолью, вовлекающей в процесс кости таза.

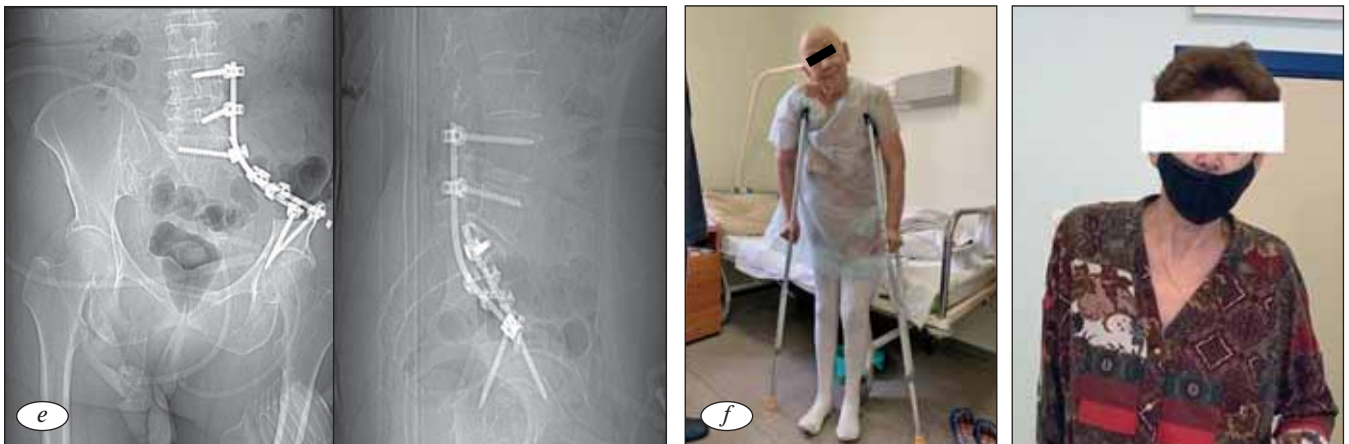
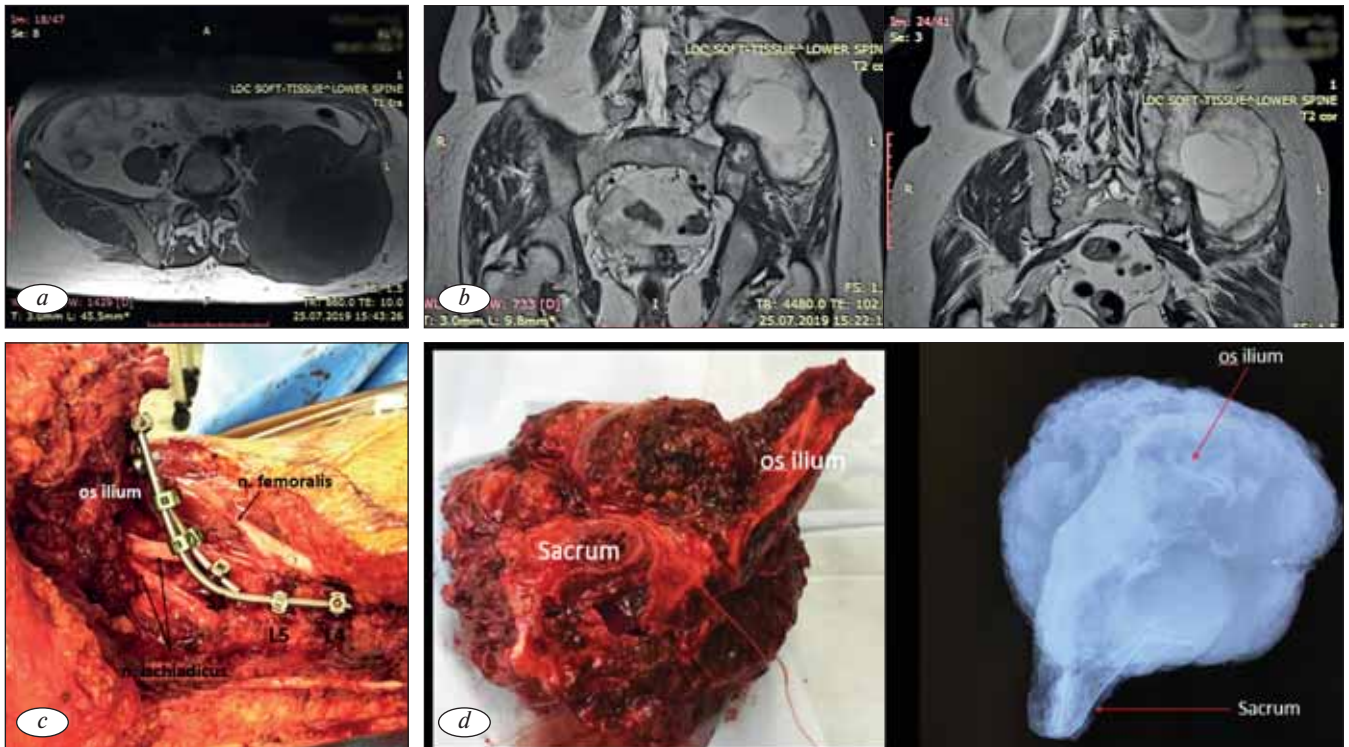
КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка В., 63 года, на протяжении года отмечала появление боли в левой нижней конечности. Самостоятельно обратилась в онкологическое учреждение по месту жительства. Диагностирована саркома мягкой ткани поясничной области слева сT2bN0M0 G3 III степени. Гистологически: веретенноклеточная саркома мягких тканей, высокой степени злокачественности. По поводу которой с 03.2019 по 07.2019 было проведено 6 курсов полихимиотерапии по схеме АI. После проведенного неоадьювантного лечения была достигнута стабилизация неопластического процесса. Для выполнения оперативного вмешательства обратилась в ЦИТО им. Н.Н. Приорова. Учитывая стабилизацию и отсутствие данных за отдаленное и регионарное прогрессирование на онкоконсилиуме выработана тактика лечения — удаление опухоли левой паравerteбральной области с резекцией поперечных отростков L3-L5 позвонков, резекцией с эндопротезированием крестцово-подвздошного сочленения и пластикой (см. рисунок).

ОПЕРАЦИЯ

Доступ к опухоли реализован двумя хирургическими разрезами (1-й — в проекции опухолевого образования с переходом на крыло подвздошной кости к крестцу; 2-й — на уровне L2-S1 позвонков медиальнее к нижним отделам левой ягодичной области). При ревизии опухоль располагалась паравerteбрально с распространением на крыло левой подвздошной кости, как по внутренней его поверхности, так и по наружной, формируя объемный мягкотканый компонент частично вовлекающий крестец до уровня S2. Была выделена на протяжении инцизура подвздошной кости. Ягодичные сосуды и мышцы лигированы и пересечены на протяжении. Мобилизован, взят на держалки и отведен бедренный нерв. Пилой Джильи произведена остеотомия от большой седалищной вырезки до передней верхней ости подвздошной кости. Следующим этапом выполнена мобилизация опухоли от поперечных отростков L3-L5 позвонков. Произведена плоскостная продольная резекция крестца через отверстия выхода нервных корешков. Мобилизован и взят на держалки седалищный нерв. Электроножом рассечены оставшиеся мягкие ткани и связки. Препарат удален и направлен на плановое морфологическое исследование.

Под контролем электронно-оптического преобразователя поэтапно, в опил седалищной и лонной костей, а также в тела L4, L5, S1 позвонков имплантированы титановые полиаксиальные винты, через



Пациентка В., 62 года: *a, b* — магнитно-резонансная томограмма до операции; *c* — интраоперационное фото; *d* — макропрепарат; *e* — рентгенограммы костей таза после операции; *f* — фото больной после операции; *g* — послеоперационный компьютерно-томографический контроль положения винтов в вертлужной впадине; *h* — фото пациентки через год после операции

Patient V., 62 y. o.: *a, b* — MRI before surgery; *c* — intraoperative photo; *d* — macropreparation; *e* — roentgenograms of pelvic bones after surgery; *f* — photo of the patient after surgery; *g* — control CT-imaging of screw placement; *h* — patient's photo after surgery (1 year follow-up)

которые проведены штанги, зафиксированные блокирующими гайками и соединенные между собой. Путем мобилизации фрагмента пояснично-подвздошной мышцы выполнено пластическое укрытие металлоконструкции. Произведено послойное ушивание раны с оставлением двух дренажей.

Время операции составило 300 мин, кровопотеря — 2500 мл. Интраоперационно применялся аппарат для аутоотрансфузии крови Cell-Saver. В послеоперационном периоде осложнений не зафиксировано. Пациентка вертикализована на 7-е сутки.



На послеоперационной компьютерной томограмме костей таза визуализируется металлоконструкция между L4-S1 позвонками и левой вертлужной впадиной, положение ее элементов удовлетворительное.

Период наблюдений составил 12 мес. Функциональный статус по шкале MSTS составил 24 (80 %) балла из 30. По данным последнего обследования, рецидив опухоли не обнаружен.

ОБСУЖДЕНИЯ

Органосохраняющие операции при местнораспространенных саркомах мягких тканей, поражающих крестцово-подвздошное сочленение, технически сложны и требуют проведения реконструктивного этапа для восстановления опорной функции таза. При этом в послеоперационном периоде реконструктивный этап сопровождается высокой частотой возникающих осложнений [17].

Y.-J. Zhou и соавт. [18] в период с 2000 по 2012 г. опубликовали результаты исследования 16 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по поводу опухолевого поражения крестцово-подвздошного сочленения. Для реконструкции тазового кольца авторы применили систему винтов и стержней. Средний возраст больных составил 42 года, а период наблюдения 35 мес. Гистологически наиболее часто встречались первичные опухоли костей: хондросаркома — у 4 (25 %), остеосаркома — у 3 (18,8 %), гигантоклеточная опухоль также у 3 (18,8 %). Саркомы мягких тканей были представлены: ангиосаркомой, злокачественной фиброзной гистиоцитомой (ЗФГ) и синовиальной саркомой по одному больному. Два пациента — с солитарным метастазом аденокарциномы, и один — с солитарной плазмациомой. Средняя продолжительность операций составляла 182 мин (100–290 мин), а кровопотеря — 1337 мл (700–2300 мл). Функциональный статус по MSTS составил 26,5 (88,3 %) из 30 через 3 мес. после операции. Средняя продолжительность жизни — 35 мес. (3–80 мес.). Местный рецидив отмечен в 25 % случаев. В 18,8 % случаев отмечено прогрессирование основного заболевания в виде метастатического поражения легких. В послеоперационном периоде осложнения были у 5 пациентов, среди которых инфекционные — в 3 случаях. Авторы пришли к выводу, что использование винтов и стержней после резекции опухоли, локализующихся в области крестцово-подвздошного сочленения, является адекватным и перспективным методом реконструкции костей таза в связи с низким уровнем послеоперационных осложнений и удовлетворительным функциональным результатом [18].

В публикации P. Lin и соавт. [19] ретроспективно оценены результаты оперативного лечения опухолевого поражения крестцово-подвздошного сочленения у 30 пациентов в период с 2003 по 2015 г. В данное исследование включены пациенты, которым была выполнена резекция таза по классификации Эннекинга тип I + IV. Для рекон-

струкции тазового кольца авторы применили систему винтов и стержней. Средний возраст больных составил 41 год. Период наблюдения — в среднем 40,4 мес. Гистологически наиболее часто встречались первичные опухоли костей: хондросаркома — у 9 (30 %), остеосаркома — у 6 (20%), гигантоклеточная опухоль — у 4 (13,3 %), саркома Юинга и фибросаркома — по 1 случаю. Саркома мягких тканей наблюдалась у одного пациента (злокачественная фиброзная гистиоцитома), а также по одному больному с неоссифицирующей фибромой, гемангиоэпителиомой, аневризмальной костной кистой. У 4 пациентов поражение тазовых костей носило метастатический характер: по 1 пациенту с раком щитовидной железы, раком мочевого пузыря, метастатической меланомой и метастазами без выявленного первичного очага. Пациентов разделили на 2 группы. Критерием отбора пациентов в группу 1 являлась система реконструкции тазового кольца two-rod and four-screw (TRFS) (2 стержня и 4 винта). Во 2-й группе пациентам проводили реконструкцию системой one-rod and two-screw (ORTS) (1 стержень и 2 винта). Функциональный статус по MSTS статистически не отличался между группами. У 8 пациентов с доброкачественными опухолями не наблюдалось рецидивов и отдаленных метастазов в течение всего времени наблюдения. У 9 пациентов (41 %) отмечалось прогрессирование заболевания в виде появления отдаленных метастазов, местные рецидивы — у 10 пациентов (46 %). Частота рецидивов и количество пациентов с отдаленными метастазами не зависели от типа реконструкции. Статистический анализ по методике Каплана–Мейера был использован для оценки ожидаемого срока службы имплантов. Анализ показал, что ожидаемый срок службы имплантов в 1-й группе (TRFS) был достоверно выше, чем во 2-й (ORTS). Механические осложнения наблюдались у 5 пациентов (16,7 %), двоим из которых потребовалась повторная операция. Механические осложнения были связаны с ослаблением фиксации винтов в кости. Статистически значимых послеоперационных осложнений между группами не отмечено. Диагностированы осложнения у 8 пациентов: у 3 — краевой некроз раны, одно глубокое инфицирование, у 4 — с неврологической симптоматикой по причине резекции корешков крестцового сплетения. Авторы пришли к выводу, что фиксация по системе TRFS для реконструкции тазового кольца после резекции Эннекинга типа I + IV обеспечивает долгосрочную механическую стабильность по сравнению с фиксацией ORTS [19].

Y.-D. Zhang и соавт. [20] ретроспективно проанализировали данные 59 пациентов с первичными злокачественными опухолями, локализующимися в костях таза с вовлечением крестцово-подвздошного сочленения и крестца. Данным пациентам была выполнена резекция крестцово-подвздошного сочленения с реконструкцией тазового кольца. Систему винтов и стержней использовали для реконструкции у 34 пациентов. Период наблюдения — с 2003 по 2013 г. Средний возраст пациентов — 36 лет, период наблюдения — 31 мес. Гисто-

логически наиболее часто встречались первичные опухоли костей: остеосаркома — у 21 пациента (35 %), хондросаркома — у 15 (29 %), саркома Юинга — у 10 (20 %), гигантоклеточная опухоль — у 5 (10 %), злокачественная гемангиоэпителиома, злокачественная миофибробластическая опухоль и хордома — по 1 больному. Саркомы мягких тканей наблюдались у 5 пациентов (10 %). Из них 3 пациента имели злокачественную фиброзную гистиоцитому и 2 пациента — злокачественную нейрофибромму. Средняя продолжительность операции составила 5 ч (2,5–13 ч), интраоперационная кровопотеря — 2157 мл (500–6000 мл). Местные рецидивы выявлены у 17 пациентов (32,1%) случаев. У 10 пациентов отмечено прогрессирование основного заболевания (метастаз в легкие). 5-летняя выживаемость составила 70 %. Функциональный статус по шкале MSTs — 17,4 (58 %) из 30. В послеоперационном периоде наблюдались следующие осложнения: один пациент с инфицированием протеза спустя 8 мес. после резекции и один пациент с вывихом бедра. Через 9 мес. после операции наблюдалось механическое осложнение со стороны импланта у одного пациента [20].

ВЫВОДЫ

Совершенствование анестезиологического пособия, появление и разработка современных биосовместимых материалов позволяют онкохирургам выполнять технологически сложные органосохраняющие операции у пациентов с саркомами мягких тканей вертебральной, паравертебральной и тазовой локализаций. Полагаем, что лечение таких пациентов должно проводиться в высокотехнологичных узкопрофильных клиниках с наличием необходимого медицинского оборудования и расходных материалов, квалифицированных специалистов.

Накопление и анализ опыта лечения больных с вышеуказанной патологией, систематизация полученных результатов позволит совершенствовать подходы в лечении, функциональные, онкологические показатели терапии, а также качество жизни этой сложной категории пациентов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016. *CA Cancer J Clin.* 2016;66(1):7-30. <https://doi.org/10.3322/caac.21332>.
2. Saltus CW, Calingaert B, Candrilli S, et al. Epidemiology of adult soft-tissue sarcomas in Germany. *Sarcoma.* 2018;2018:5671926. <https://doi.org/10.1155/2018/5671926>.
3. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. — М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «МНИЦ радиологии» Минздрава России; 2018. — 236 с. [Sostoyanie onkologicheskoi pomoshchi naseleniyu Rossii v 2017 godu. Ed by AD Kaprin, VV Starinsky, GV Petrova. Moscow: MNI OI im. PA Gertsena filial FGBU «MNITs radiologii» Minzdrava Rossii; 2018. 236 p. (In Russ.)]
4. Zhang Y, Zhu Y, Shi X, et al. Soft tissue sarcomas: pre-operative predictive histopathological grading based on

- radiomics of MRI. *Acad Radiol.* 2019;26(9):1262-1268. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2018.09.025>.
5. Siegel R, Naishadham D, Jemal A. Cancer statistics, 2012. *CA Cancer J Clin.* 2012;62(1):10-29. <https://doi.org/10.3322/caac.20138>.
6. Albritton K, Bleyer WA. The management of cancer in the older adolescent. *Eur J Cancer.* 2003;39(18):2584-2599. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2003.09.013>.
7. Birch JM, Alston RD, Quinn M, Kelsey AM. Incidence of malignant disease by morphological type, in young persons aged 12–24 years in England, 1979–1997. *Eur J Cancer.* 2003;39(18):2622-2631. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2003.08.006>.
8. Yang JC, Glatstein EJ, Rosenberg SA, et al. Sarcomas of the soft tissues. In: DeVita VT, Jr, Hellman S, Rosenberg SA, eds. *Cancer Principles & Practice of Oncology*. 4th ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1993.
9. Pollack R, Brennan M, Lawrence W. Society of Surgical Oncology practice guidelines. Soft-tissue sarcoma surgical practice guidelines. *Oncology (Williston Park).* 1997;11(9):1327-1332.
10. Cormier JN, Pollock RE. Soft tissue sarcomas. *CA Cancer J Clin.* 2004;54(2):94-109. <https://doi.org/10.3322/canjclin.54.2.94>.
11. Levy AD, Manning MA, Al-Refaie WB, Miettinen MM. Soft-tissue sarcomas of the abdomen and pelvis: radiologic-pathologic features, Part 1 — common sarcomas. *RadioGraphics.* 2017;37(2):462-483. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160157>.
12. Levy AD, Manning MA, Miettinen MM. Soft-tissue sarcomas of the abdomen and pelvis: radiologic-pathologic features, Part 2 — uncommon sarcomas. *RadioGraphics.* 2017;37:797-812. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160201>.
13. Ramu EM, Houdek MT, Isaac CE, et al. Management of soft-tissue sarcomas; treatment strategies, staging, and outcomes. *SICOT J.* 2017;3:20. <https://doi.org/10.1051/sicotj/2017010>.
14. Илуридзе Г.Д., Карпенко В.Ю., Державин В.А., Бухаров А.В. Типы расширенных хирургических вмешательств при местно-распространенных опухолях с поражением тазового кольца // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. — 2019. — Т. 8. № 2. — С. 131–138. [Iluridze GD, Karpenko VYu, Derzhavin VA, Bukharov AV Types of extended surgical interventions for locally advanced tumors involving the pelvic ring. *Onkologiya. Zhurnal imeni PA Gertsena.* 2019;8(2):131-138. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/onkolog20198021131>.
15. Shiu MH, Castro EB, Hajdu SI, Fortner JG. Surgical treatment of 297 soft tissue sarcomas of the lower extremity. *Ann Surg.* 1975;182(5):597-602. <https://doi.org/10.1097/0000658-197511000-00011>.
16. Apffelstaedt JP, Zhang PJ, Driscoll DL, Karakousis CP. Various types of hemipelvectomy for soft tissue sarcomas: complications, survival and prognostic factors. *Surg Oncol.* 1995;4(4):217-222. [https://doi.org/10.1016/s0960-7404\(10\)80038-6](https://doi.org/10.1016/s0960-7404(10)80038-6).
17. Fuchs B, Yaszemski MJ, Sim FH. Combined posterior pelvis and lumbar spine resection for sarcoma. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(397):12-18. <https://doi.org/10.1097/00003086-200204000-00003>.
18. Zhou YJ, Yunus A, Tian Z, et al. The pedicle screw-rod system is an acceptable method of reconstructive surgery after resection of sacroiliac joint tumours. *Contemp Oncol (Pozn).* 2016;20(1):73-79. <https://doi.org/10.5114/wo.2016.58503>.
19. Lin P, Shao Y, Lu H, et al. Pelvic reconstruction with different rod-screw systems follow-ing Enneking type I/I + IV resection: a clinical study. *Oncotarget.* 2017;8(24):38978-38989. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.17164>.
20. Zhang YD, Guo W, Yang RL, et al. Malignant pelvic tumors involving the sacrum: surgical approaches and procedures based on a new classification. *Orthop Surg.* 2016;8(2):150-161. <https://doi.org/10.1111/os.12240>.

Сведения об авторах:

Николай Васильевич Загородний — чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением эндопротезирования № 2. ФГБУ «НМИЦТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: cito@cito-priorov.ru.

Вадим Юрьевич Карпенко — д-р мед. наук, заведующий отделением костной патологии «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: doctor-kv@yandex.ru.

Геннадий Николаевич Берченко — д-р мед. наук, профессор, заведующий патолого-анатомическим отделением. ФГБУ «НМИЦТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. E-mail: berchenko@cito-bone.ru.

Анатолий Леонидович Карасев — врач-онколог. ФГБУ «НМИЦТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3356-5193>. E-mail: karaseva81@mail.ru.

Александр Сергеевич Зелянин — д-р мед. наук, профессор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института клинической медицины, заведующий отделением пластической хирургии Университетской клинической больницы № 1. ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. E-mail: microsurgery@inbox.ru.

Александр Анатольевич Ахпасhev — канд. мед. наук, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии. ФНЦ ФМБА России, Москва. E-mail: akhpashev@yandex.ru.

Иван Станиславович Лысенко — ординатор. ФГБУ «НМИЦТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1434-6742>. E-mail: vanya_lysenko@me.com.

Георгий Давидович Илуридзе — врач-онколог. ФГБУ «НМИЦТО» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7847-4861>. E-mail: iluridze01@gmail.com.

Information about the authors:

Nikolai V. Zagorodnii — MD, PhD, Professor, head of the division of endoprosthesis. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: cito@cito-priorov.ru.

Vadim Yu. Karpenko — MD, PhD, head of the division of bone pathology. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: doctor-kv@yandex.ru.

Gennady N. Berchenko — MD, PhD, head of the division of pathology. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: berchenko@cito-bone.ru.

Anatoly L. Karasev — oncologist. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. E-mail: karaseva81@mail.ru.

Alexander S. Zelyanin — MD, PhD, Professor at the department of plastic surgery. I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russia Federation, Moscow, Russia. E-mail: microsurgery@inbox.ru.

Alexander A. Akhpashev — MD, Head of the department of traumatology and orthopedics. Federal Research Clinical Center of FMBA, Moscow, Russia. E-mail: akhpashev@yandex.ru.

Ivan S. Lysenko — resident. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1434-6742>. E-mail: vanya_lysenko@me.com.

George D. Iluridze — oncologist. N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7847-4861>. E-mail: iluridze01@gmail.com.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

<https://doi.org/10.17816/vto202027379-86>

© Коллектив авторов, 2020



СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНИ КЕНИГА У ДЕТЕЙ

А.А. Воротников, Г.А. Айрапетов, В.А. Васюков, В.Г. Ягубов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ставрополь

Актуальность. Болезнь Кенига, или рассекающий остеохондрит коленного сустава, известен еще с конца XVI в. Встречается часто (18–30 случаев на 100 тыс. населения), при этом единых взглядов на тактику ведения и выбор метода лечения данной патологии нет. Неверно подобранное лечение, как и отсутствие активной тактики его ведения, приводит неизбежно первичную патологию в ранний деформирующий артроз с последующим выраженным снижением функции сустава и трудоспособности уже взрослого пациента.

Материалы и методы. Использованы открытые интернет-ресурсы: электронная научная библиотека PubMed, SciVerse (Science Direct), Scopus. Применены ключевые слова для поиска источников информации: рассекающий остеохондрит, болезнь Кенига, osteochondritis dissecans. В статье представлены основные результаты в публикациях отечественных и зарубежных специалистов с акцентом на проблемы диагностики и лечения рассекающего остеохондрита, изложены также собственные комментарии по патогенезу, диагностике и принципам лечения болезни.

Заключение. Задачами хирургического лечения болезни Кенига в детском возрасте являются: восстановление конгруэнтности суставных поверхностей путем улучшения васкуляризации зоны поражения, жесткая фиксация, сохранение нестабильного фрагмента и его защита опорной части нагружаемого отдела мыщелка в послеоперационном периоде. Вследствие отсутствия исследований с высоким уровнем доказательств, клинической эффективности различных методов необходима дальнейшая разработка патогенетически обоснованных подходов в ее лечении.

Ключевые слова: гиалиновый хрящ, болезнь Кенига, рассекающий остеохондрит, остеохондральный дефект.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не указан.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Воротников А.А., Айрапетов Г.А., Васюков В.А., Ягубов В.Г. Современные аспекты лечения болезни Кенига у детей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(3):79-86. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027379-86>.

MODERN ASPECTS OF THE TREATMENT OF KOENIG'S DISEASE IN CHILDREN

A.A. Vorotnikov, G.A. Airapetov, V.A. Vasyukov, V.G. Yagubov

Stavropol State Medical University, Federal State Budgetary Educational Institution
of the Ministry of health of the Russian Federation, Stavropol, Russia

Relevance. Koenig's disease, or osteochondritis dissecans of the knee joint, has been known since the end of the 16th century. The incidence is high (18–30 cases per 100 thousand of the population), while there is no common opinion on the management tactics and the treatment method for this pathology. Incorrect treatment choice as well as the lack of active management tactics provokes inevitably the transformation of primary pathology in early deforming arthrosis, followed by a pronounced decrease in joint function and the working capacity of an adult patient.

Material and methods: electronic scientific library PubMed, SciVerse (Science Direct), and Scopus were the open Internet tools we searched for literature sources. For data search we used following keywords: dissecting osteochondritis, Koenig's disease, osteochondritis dissecans. The article presents the main results in the publications of domestic and foreign experts with an emphasis on the diagnosis and treatment of dissecting osteochondritis. In some cases, their own comments about the diagnosis and treatment are made.

Conclusion. In our opinion, the surgical objectives are to restore the congruency of the articular surfaces by improving vascularization of the affected area, tight fixation of the unstable fragment and protecting the supporting part of the loaded condyle section in the postoperative period. Due to the rarity of such a pathology and the lack of research with a high level of evidence base, further development of treatment methods is actual.

Keywords: hyaline cartilage, the disease Koenig, dissecting Legg, osteochondral defect.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Vorotnikov AA, Airapetov GA, Vasyukov VA, Yagubov VG. Modern aspects of the treatment of Koenig's disease in children. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):79-86. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027379-86>.

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ

Остеохондрит коленного сустава является распространенной причиной болей и функциональных расстройств нижних конечностей у детей и молодых взрослых. Это патологическое состояние, при котором субхондральная кость становится в начале гипо-, а затем и аваскулярной, что приводит к дестабилизации хондрального покрытия. При прогрессировании заболевания хрящевой, а чаще костно-хрящевой комплекс на ограниченном участке может полностью отделиться от своего ложа при воздействии ударных и сдвигающих сил [8]. Это неизбежно приводит к анатомическому нарушению целостности гиалинового хряща сустава, образованию свободных внутрисуставных тел, существенной потере скользящего эффекта, появлению блоков [3].

Амбруаз Паре описал «внутрисуставные тела» в 1558 г. Кениг был первым автором, который применил термин «рассекающий остеохондрит» в 1887 г. и указал на роль травмы в качестве predisposing фактора. Он же описывал этот процесс как воспалительный, однако в 1926 г. пересмотрел свое утверждение. В то же время Пэджет считал образование внутрисуставных свободных тел следствием аваскулярного некроза [3].

По современным представлениям многих специалистов рассекающий остеохондрит представляет собой патологический процесс, поражающий субхондральную кость коленного сустава. У детей и подростков с открытыми ростовыми пластинами — это ювенильный остеохондрит, а у молодых людей с закрытыми ростовыми пластинами — традиционно рассекающий остеохондрит взрослых. Развитие заболевания в возрасте до 14 лет рассматривается как ювенильная форма болезни Кенига [8]. При отсутствии своевременной диагностики и должного лечения высока вероятность развития тяжелых дегенеративно-дистрофических изменений суставов в молодом возрасте [7].

К причинам, способствующим возникновению заболевания, относят: локальный ишемический некроз субхондральной кости, как и следствие повторных микротравм, нарушение процесса энхондральной оссификации, наследственную predisposedность и эндокринные расстройства [5].

Начиная с воспалительной теории Кенига, были выдвинуты многочисленные гипотезы относительно истинной патофизиологии, лежащей в основе образования и прогрессирования поражений коленного сустава, но ни одна теория не получила единого мнения. В гистологической картине часто описан некроз субхондральной кости, причем остается неясным, является ли наличие некроза первичным или вторичным в цепи патогенетических изменений [3–6, 20].

Существует теория хронической макротравматизации, ее сторонники утверждают, что первоначальная стрессовая реакция происходит в субхондральной области одного из мыщелков бедра, а при дальнейшей нагрузке приводит к образованию «стрессо-

вого» субхондрального перелома. Повторяющаяся нагрузка препятствует заживлению импрессионного перелома и приводит к локальному асептическому остеонекрозу [2]. Свободный субхондральный фрагмент в дальнейшем расслаивается, отделяясь от ложа перелома, что приводит к нестабильному глубокому повреждению гиалинового хряща [28].

По совокупным данным многих авторов, в 69 % случаев очаг поражения локализуется в латеральной зоне медиального мыщелка бедренной кости, в 6 % — в расширенной, так называемой «классической», зоне с захватом участка нижней нагружаемой поверхности бедра, 10 % приходится на его нижне-центральную нагружаемую зону, а 13 % — на нижне-центральную нагружаемую зону латерального мыщелка бедренной кости. В 2 % случаев некротические очаги находятся в переднем отделе латерального мыщелка бедра [18].

С учетом мнений различных авторов наиболее вероятной можно считать полиэтиологическую теорию развития рассекающего остеохондрита у детей, она включает хроническую микротравматизацию, эндокринный дисбаланс, нарушение процессов оссификации в дистальном эпифизе бедренной кости, нарушение микроциркуляции с ангиоспазмом, инфекционный тромбоз и другие причины [1].

КЛАССИФИКАЦИЯ

Рассекающий остеохондрит коленного сустава условно разделяют на две формы: ювенильную и взрослую. Ювенильный остеохондрит характеризуется дебютом в возрасте 10–15 лет на фоне незакрытых зон роста. Прогностически такая форма считается наиболее благоприятной. Взрослая форма может развиваться в более старшем возрасте, как правило, обычно до 50 лет [9].

Для оценки степени поражения мыщелка бедренной кости J.W. Milgram в 1978 г. представил классификацию заболевания. В соответствии с этой классификацией на основании обзорных рентгенограмм автор выделил 4 стадии заболевания:

- I. Наличие прозрачности в субхондральной кости в зоне эпифиза.
- II. Проявление склероза субхондральной кости с рентгенопрозрачной зоной, отделяющей локальное поражение от основания дефекта.
- III. Фрагментированная или коллабированная зона плотного кальцифицированного гиалинового хряща, иногда с участием субхондральной кости в полости дефекта.
- IV. Склеротические кости с невыраженной рентгенопрозрачной зоной, реактивные линии в основании дефекта в мыщелке бедра, наличие свободного внутрисуставного тела.

Сегодня широко применяется классификация, предложенная Международным обществом восстановления хряща. В этой классификации рассекающий остеохондрит также разделяется на 4 группы по морфологическому признаку:

- стадия 1 — размягчение хряща без нарушения целостности;
- стадия 2 — наличие отделения стабильного участка хряща;
- стадия 3 — нарушение непрерывности гиалинового покрова в связи с гибелью хряща на месте патологии без его дислокации;
- стадия 4 — замыкает цепь патологических процессов и предполагает нарушение непрерывности хряща с наличием свободного фрагмента, который может находиться как в пределах образовавшегося дефекта, так и за его пределами [35].

Для разделения рассекающего остеохондрита по группам указанной выше классификации используются критерии, полученные в результате лучевой, магнитно-резонансной, ультразвуковой диагностики, а также интраоперационной картины сустава.

КЛИНИКА

В начальных стадиях заболевание протекает латентно и часто обнаруживается как случайная рентгенологическая находка во время обследования в связи с иной патологией. Основные клинические признаки неспецифичны: боль, дискомфорт в суставе и отек после физических нагрузок [1].

Характерными являются жалобы на боли при осевой нагрузке на конечность в положении легкого сгибания в коленном суставе, усиливающиеся при совершении ротационных движений голени с фиксированной стопой. Возможны и другие общие клинические проявления: хромота, сглаженность контуров сустава, блокады. Активные и пассивные движения в суставе при отсутствии свободных внутрисуставных тел не ограничены. Возможно появление болевого синдрома в положении крайнего сгибания, что обусловлено давлением в проекции суставной поверхности пораженного мыщелка [2].

Рассекающий остеохондрит у взрослых и детей значительно различается по течению и прогнозу. Учитывая это обстоятельство, можно предположить, что речь идет о двух разных заболеваниях [7]. На первой стадии возникает субхондральный некроз губчатой кости и костного мозга, однако суставной гиалиновый хрящ еще сохраняет жизнеспособность. В исходе этой стадии появляется слабое ограниченное уплотнение костного вещества в зоне некроза [38]. Вторая стадия наступает спустя несколько месяцев (обычно 3–4 мес.) от начала заболевания. Происходит деформация костных балок на границе со здоровой костью, трабекулярная структура кости нарушается, структура эпифиза уплотняется и уменьшается по высоте. Суставная поверхность деформируется. Длительность данной стадии составляет 3–5 мес. Третья стадия характеризуется медленной резорбцией некротизированной кости на фоне начавшейся реваскуляризации. Пролиферация фиброзно-хрящевой ткани в виде выступов приводит к фрагментации некротизированного участка кости. Продолжительность этой

стадии составляет 1–3 года. Для четвертой стадии характерно замещение костных фрагментов, а также соединительнотканых и хрящевых тяжей новообразованным губчатым костным веществом с грубой структурой (иногда с развитием кист). Длительность стадии варьирует от 6 мес. до 2 лет [40].

Клиническая картина рассекающего остеохондрита характеризуется отсутствием достоверных патогномоничных проявлений, что в определенной степени затрудняет своевременную постановку правильного диагноза [2]. Наиболее часто болезнь Кенига встречается у детей, занимающихся активными видами спорта, но может встречаться и у пациентов, ведущих спокойный образ жизни.

Поздняя диагностика заболевания, когда имеется развитие артралгических осложнений (синовиты, болевые синдромы, контрактуры), приводит к пролонгированию патологического процесса до юношеского и более старшего возраста. Это в свою очередь обуславливает развитие гонартроза с последующим выраженным снижением функции сустава и ограничением трудоспособности пациента [2].

Увеличение числа детей с болезнью Кенига в запущенных стадиях требует от врачей большего внимания к длительно текущим болевым синдромам, рецидивирующим синовитам, блокам и болевым контрактурам коленного сустава. Необходимо проводить тщательную дифференциальную диагностику болезни Кенига с патологией менисков, ревматоидным артритом и целым рядом других специфических патологических процессов [3].

ЛЕЧЕНИЕ

Тактика лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава зависит от стадии заболевания и выраженности клинической картины. Выделяют хирургическое и консервативное лечение. В недалеком прошлом основным методом лечения являлась артротомия с удалением свободных внутрисуставных тел. Чаще всего артротомию выполняли на заключительных стадиях заболевания, когда имелся костный дефект в области мыщелка бедренной кости. Лечение напрямую зависит как от возраста пациента, так и от стадии патологического процесса [38].

Чаще всего при лечении ювенильного рассекающего остеохондрита у молодых пациентов с незакрывшимися зонами роста и открытыми эпифизами предпочитают консервативное лечение [5, 6]. Консервативное лечение эффективно на ранней стадии заболевания, когда отсутствуют выраженные рентгенологические изменения кости, а на магнитно-резонансной томографии определяется лишь отек костного вещества. На стадии сниженного магнитно-резонансного сигнала от пораженного участка кости также возможно проведение консервативного лечения, но риск развития необратимых изменений микроциркуляции выше, а следовательно, увеличивается вероятность неблагоприятных исходов [13, 14].

Большинство детей, страдающих ювенильным остеохондритом, могут успешно лечиться консервативно [6, 19]. Ребенку не рекомендуются активные физические нагрузки. Выполняют иммобилизацию конечности посредством разгрузочного ортезирования сроком на 6–12 нед. Назначается курс физиотерапевтического лечения. Если у пациента регрессирует болевой синдром, отмечается положительная рентгенологическая динамика, то через 12 нед. разрешается приступать к щадящим нагрузкам на больную конечность, исключая активные занятия спортом и форсированные физические нагрузки. [7].

В настоящее время популярными средствами являются хондропротекторы и протезы синовиальной жидкости [14].

Консервативное лечение при 1–2-й стадии болезни Кенига направлено на оптимизацию процессов регенерации, для чего до недавнего времени использовали электромагнитную стимуляцию в сочетании с разгрузкой сустава [11]. Длительность консервативной терапии при этом составляет от 10 до 18 мес. В течение этого периода полностью исключаются занятия спортом и рекомендуют строгий охранительный режим. Сроком до 2 мес. назначается разгрузка сустава, больному необходимо ходить на костылях, не наступая на больную ногу. При уменьшении болевого синдрома в комплекс консервативной терапии включают курс лечебной физкультуры, включающий несиловые изометрические упражнения [21].

Целесообразно проведение повторных курсов лечения. В недавно опубликованном ретроспективном исследовании 42 больных ювенильным рассекающим остеохондритом коленного сустава у 66 % пациентов со стабильными повреждениями удалось добиться восстановления после консервативного лечения и стойкой ремиссии [13, 14].

На характер течения заболевания и результативность консервативного лечения оказывают влияние такие факторы, как размер патологического очага, возраст и пол. Локализация процесса на мышечке остается дискуссионным [5, 6].

В современной специальной литературе, посвященной консервативному лечению, сформулированы основные принципы достижения положительного результата: ортопедический режим со снижением спортивных нагрузок и созданием покоя пораженному сегменту, комплексное медикаментозное лечение, направленное на активизацию восстановления, в том числе локальная инъекционная терапия, ресурсы регенеративной медицины, физиотерапевтические процедуры для снижения болевого синдрома, улучшение трофики и активация репарации [12, 14].

Хирургическое лечение показано в случаях, когда неэффективны консервативные мероприятия, а также при нестабильных поражениях, в особенности у взрослых [14]. Ряд авторов рекомендуют хирургическое лечение у детей при рассекающем остеохондрите только лишь при прогрессировании заболевания, ограничиваясь удалением свободных тел [36, 37, 40]. Результаты хирургического лечения

болезни Кенига, по данным большинства авторов, лучше у молодых пациентов в возрастной группе от 6 до 12 лет, что обусловлено большим репаративным потенциалом. Неудовлетворительные анатомо-функциональные исходы коррелируют при этом с нетипичными местами поражения хряща и наличием сопутствующих заболеваний [37].

Варианты хирургического вмешательства включают в себя простое удаление фрагмента или свободного внутрисуставного тела, репаративную остеоперфорацию субхондральной кости, рефиксацию фрагмента, микрофрактурирование с пластикой остеохондральными аутоотрансплантатами и различные клеточные технологии [11, 16, 17].

С каждым годом возрастают технические возможности малоинвазивной артроскопической хирургии [10–12].

Целью хирургического лечения является максимально качественное восстановление суставной поверхности коленного сустава в минимальные сроки, целесообразно прибегнуть к остеоиндуктивным методам, в случаях витализированных поражений, при явлениях остеонекроза или же реконструктивным с удалением фрагментов или свободных тел [24–26].

В случаях выявления признаков нестабильности коленного сустава, показано хирургическое лечение независимо от возраста пациента. Участки суставного хряща принято считать витализированными, при сохранности субхондрального слоя и полной конгруэнтности суставных поверхностей [25]. К нежизнеспособным повреждениям хряща относят те, которые не могут быть сохранены и стабилизированы, так как они присутствуют в виде свободных внутрисуставных тел или фрагментированы, нарушают конгруэнтность суставных поверхностей, а также определяется патология субхондральной кости [17].

В последнее время наиболее распространенным хирургическим способом лечения пациентов с данной патологией является артроскопический, при котором определяется размер дефекта гиалинового хряща и при необходимости выполняется рефиксация отделившегося фрагмента. Фиксация рекомендуется в случаях свежих травм (до 3 нед.) и наличии крупного, пригодного для этих целей, остеохондрального фрагмента. В остальных ситуациях целесообразно удаление фрагмента, абразивная хондропластика кюреткой с формированием стабильных краев хрящевого дефекта, по возможности, микрофрактурирование зоны дефекта, рассчитанной на индукцию образования фиброзного хряща [1].

Часто используемой методикой сегодня является артроскопическая рефиксация отделившегося костно-хрящевого блока. J. Bruns и соавт. указывают на ряд технических сложностей и рекомендовали осуществлять фиксацию только больших отделившихся фрагментов [29].

W. Robertson и соавт. установили, что дефект в области мышечки заполнялся тканью, названной ими фиброхрящом. Повторная травматизация этой

зоны или незначительная нагрузка приводили к дегенерации хрящевой поверхности [27].

D. Crawford и M.R. Safran применяли в качестве фиксирующего материала спицу Киршнера [40]. J.A. Hughes и соавт. [35] при этом считают, что открытая артротомия и внутренняя фиксация свободных костно-хрящевых блоков значительных размеров с помощью спиц Киршнера намного эффективнее, чем удаление фрагментов и кюретаж дна ниши. Тем не менее ряд авторов все же не рекомендовали использовать эту методику из-за частой миграции спиц и свободного фрагмента, отмечая весьма низкий процент приживаемости [27, 38].

F.A. Krappel и соавт. [36] опубликовали данные о методике пластики дефектов у пациентов с рассекающим остеохондритом с помощью аллогенных и аутогенных остеохондральных трансплантатов. Метод заключается в закрытии трансплантатами ниши из других участков суставных поверхностей.

A. Nakamae и соавт. [38] предложили выполнять фиксацию трансплантатов или отделившегося фрагмента с помощью винтов AO/ASIF. Остеосинтез винтами обеспечивает межфрагментарную компрессию и механическую прочность, что создает благоприятные условия для течения биологических процессов регенерации. Удаление металлоконструкции рекомендуют не ранее 8 нед. [36].

Биодеградируемые имплантаты перспективны, поскольку отсутствует необходимость в повторной операции по удалению конструкции. Некоторые авторы высказывают сомнения в необходимости межфрагментарной компрессии при помощи таких винтов, учитывая их скорую ферментативную деградацию [30], реактивный синовит, сопровождающий имплантированные конструкции, что усложняет процесс восстановления пациентов [32]. Результаты реконструктивных операций с использованием биодеградируемых имплантатов, канюлированных винтов и винтов с частичной резьбой не показывают статистических различий [29].

По мнению ряда авторов, фрагментированные участки хряща вне зависимости от размеров подлежат одномоментному удалению, так как считаются нестабильными, поскольку состоят из грубоволокнистой соединительной ткани, лишены васкуляризации и способны вызывать нестабильность коленного сустава [31–34].

Простой в исполнении и популярной методикой лечения сегодня является микрофрактурирование, как способ стимуляции регенеративных процессов костного мозга [38, 40]. Техника заключается в создании микропереломов после кюретажа в месте пораженного участка субхондральной кости. Микрофрактурирование выполняют специальным артроскопическим долотом, нанося насечки на глубину 2–4 мм с расстоянием между ними около 4 мм [5]. В результате этого в зоне повреждения формируется так называемый суперсгусток, являющийся оптимальной средой для мигрирующих из костного мозга стволовых клеток, обеспечивающих формирование и замещение дефек-

та суставной поверхности фиброзным хрящом [11]. Микрофрактурирование показано в случаях очагов остеонекроза размерами менее 4 см². Согласно методике, искусственно созданные микропереломы позволили получить удовлетворительные результаты с периодом наблюдения 11 лет [32]. Однако систематический анализ 28 исследований с участием 3122 пациентов показал неубедительные результаты наблюдений уже через 2 года [28].

К одному из малоинвазивных способов хирургического лечения рассекающего остеохондрита относится ревасуляризирующая остеоперфорация. Этот метод, вызывающий остеоиндукцию, показал удовлетворительные результаты в 72 % наблюдений, особенно при поражениях менее 2 см² [39]. Реваскуляризирующая остеоперфорация чаще всего выполняется под артроскопическим контролем, реже путем миниартротомии. Открытая фиксация выполняется в случаях нестабильных поражений с достаточным по размерам субхондральным компонентом [2, 36]. Для выполнения методики используется спица Киршнера или тонкое шило. Перфорационные каналы направлены перпендикулярно к суставной поверхности и проникают вглубь до 2–4 см в толще мыщелка, 5–6 мм неповрежденной кости считается оптимальным расстоянием между перфорированными отверстиями [5, 9]. Однако результаты данной методики показали, что на поздних стадиях при наличии флотации костно-хрящевого фрагмента, ее эффективность не превышает 50 %, а в случаях секвестирования эффективность реваскуляризирующей остеоперфорации остается крайне сомнительной [7, 12, 13].

Обнадеживающие и перспективные экспериментальные и клинические результаты показала комбинированная методика лечения, включающая в себя микрофрактурирование — заполнение дефекта измельченным аутохрящом и покрытием его коллагеновой мембраной, взвешенной в аутоплазме, богатой тромбоцитами [2]. Мозаичная аутоостеохондропластика применяется при крупных очагах поражения с нарушением целостности субхондральной кости, для которых выполнение микрофрактурирования недостаточно [10, 11].

В литературе имеется большое количество статей по применению этой методики [23, 24, 27]. Она включает в себя забор остеохондральных трансплантатов в виде цилиндров из ненагружаемых зон и их имплантация в область очага поражения с помощью специальных инструментов. Количество пересаженных остеохондральных участков зависит от площади зоны поражения. Хорошие результаты применения этого метода получены в 79–94 % и с рентгенографически подтвержденной интеграцией трансплантата с периодом наблюдения 18 мес. [24, 26]. Однако по мнению других авторов, важным недостатком метода является некупируемый болевой синдром в области донорского ложа [16, 17].

Аутоотрансплантация хондроцитов показана для единичных остеохондральных поражений разме-

ром более 10 см² [9, 11]. Методика проводится в два этапа. В начале артрокопически выполняется санация очага хондромалиции и забор биоматериала. Хондриты культивируют *in vitro* в течение 3–4 нед., в особых условиях. Затем путем повторной артротомии полученную массу культивированных хондроцитов имплантируют в очаг после подготовки ложа. Операция завершается герметизацией дефекта, заполненного новыми хондроцитами, с помощью мембраны, которая в том числе является дополнительным средством фиксации [24].

Клинические результаты наблюдения от 2 до 10 лет показали удовлетворительные результаты в 71–91 % случаев [34], особенно у детей и подростков с очагами остеонекроза размером менее 6 см². При более крупных очагах имплантации хондритов может сочетаться с элементами костной аутопластики после остеоперфорации или внутриочаговой резекции [38].

В результате микрофрактурирования, аутохондропластики и аутоимплантации хондритов реституция хрящевого покрова была различная. Многие авторы признали, что микрофрактурирование приводит к образованию гиалинового хряща (коллаген типа II), который произрастает в пространствах между остеохондральными цилиндрами мозаичной пластики [33]. Известен метод комбинированной пересадки ауто- и аллогенных костно-хрящевых трансплантатов [1, 7, 15].

В 1990 г. появилось сообщение о попытке пересадки реберного аутохряща. Дефекты хряща 3–4-й степени закрывали перихондральным трансплантатом, который фиксировали с помощью фибринового клея [7, 32]. Через 1 год при артроскопическом исследовании обнаружено, что дефект хряща был заполнен на 90 %, но через 8 лет было выявлено, что в 20 % случаев наблюдали энхондральную оссификацию пересаженного хряща [16].

P.S. Skagen и соавт. [31] проанализировали результаты биопсии пациентов, перенесших аутоимплантацию хондроцитов, где наблюдали появление фиброзного хряща без признаков интеграции с окружающими тканями, и посчитали, что термин «гиалиноподобный» некорректен.

M.S. Kocher и соавт. [23] при дефектах гиалинового хряща коленного сустава различного генеза применяли перихондральную трансплантацию.

Еще раньше дефекты заполняли надкостницей, которую укладывали своим камбиальным слоем на поверхность костного дефекта после его дебримента. При повторном исследовании у большинства таких больных при артроскопии не отмечали признаков хондрорегенерации в месте пластики [6, 32].

Результаты лечения были в целом удовлетворительными, принимая во внимание среднесрочную продолжительность наблюдений [27, 29, 30].

Во всем мире активно развиваются технологии клеточных культур. В 1994 г. ученые из Швеции опубликовали результаты применения аутоимплантации культивированных хондроцитов (autological

chondrocyte implantation — ACI) при лечении дефектов гиалинового хряща коленного сустава [32]. Методика включает две этапные операции: 1) забор 200–300 мг хряща из ненагружаемой поверхности сустава, культивирование хондроцитов в течение 4–6 нед.; 2) введение хондроцитов под закрытый надкостничным лоскутом дефект [12, 33]. К недостаткам относят высокий риск развития периостальной гипертрофии и артрофиброза сустава, требующие ревизионных и мобилизирующих сустав вмешательств [33].

В последующем для закрытия пересаженных хондроцитов стали использовать разнообразные, инертные коллагеновые мембраны [3, 34]. В 2012 г. предложено третье поколение методик ACI, базирующихся на использовании биологических матриц [12].

Другой разновидностью развития клеточных технологий является индуцированный матрицей аутогенный хондрогенез, который выполняется с использованием матрицы, состоящей из свиного коллагена I и III типов. Фиксация матрицы может осуществляться как швами, так и фибриновым клеем. К преимуществам данной методики относятся одноэтапность операции без предварительного забора хряща и экономическая целесообразность, ввиду отсутствия необходимости в культивировании хондроцитов [39].

По некоторым данным, мезенхимальные стволовые клетки являются хорошей альтернативой ACI и AMIC, показывая хорошие отдаленные результаты [39, 41].

Изучив мнение многих авторов, считаем, что ключ к успешному замещению дефекта хряща — выработка коллагена с помощью культуры собственных хондроцитов. При заборе ткани из донорского участка хондроциты вырабатывают коллаген II типа. Во время их культивирования изменяются их свойства. Если хондроциты образуют монослойную культуру, то они начинают вырабатывать коллаген I типа. После помещения этой культуры в дефект на суставной поверхности вновь вырабатывается коллаген II типа [19]. После имплантации хондроциты располагаются на границе со здоровым слоем хряща и в дальнейшем полностью интегрируются с ним.

По нашему мнению, задачами хирургического лечения являются восстановление конгруэнтности суставных поверхностей путем улучшения васкуляризации зоны поражения, жесткой фиксации нестабильного фрагмента и защита опорной части нагружаемого отдела мышечка в послеоперационном периоде. Ввиду редкости такой патологии и отсутствия исследований с высоким уровнем доказательств, необходима дальнейшая разработка методов лечения.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Айрапетов Г.А., Воротников А.А., Коновалов Е.А. Методы хирургического лечения локальных дефектов гиалинового хряща крупных суставов (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2017;23(4):485–91. [Airapetov GA, Vorotnikov AA, Konovalov EA. Surgical methods of focal

- hyaline cartilage defect management in large joints (literature review). *Genii ortopedii*. 2017;23(4):485-91. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2017-23-4-485-491>.
2. Антипов А.В. *Артроскопическое замещение дефектов суставной поверхности костно-хрящевыми трансплантатами при рассекающем остеохондрите коленного сустава*: Дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2003. [Antipov AV. *Artroskopicheskoe zameshchenie defektov sustavnoi poverkhnosti kostno-khryashchevymi transplantatami pri rasseyayushchem osteokhondrite kolennogo sustava*. [dissertation] Moscow; 2003. (In Russ.)]
3. Баиндурашвили А.Г., Сергеев С.В., Петров А.Г., Николаев С.А. Клинико-инструментальные проявления рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей. *Вестник Чувашского университета*. 2013;(3):370-5. [Baindurashvili AG, Sergeyev SV, Petrov AG, Nikolayev SA. Clinical presentation tool osteochondritis dissecans knee in children. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. 2013;(3):370-5. (In Russ.)]
4. Башкиров В.Ф. *Комплексная реабилитация спортсменов после травм опорно-двигательного аппарата*. — М.: Физкультура и спорт; 1984. 240 с. [Bashkirov VF. *Kompleksnaya reabilitatsiya sportsmenov posle travm oporno-dvigatel'nogo apparata*. Moscow: Fizkul'tura i sport; 1984. 240 p. (In Russ.)]
5. Выборнов Д.Ю. *Остеохондропатии области коленного сустава у детей*: Дисс. ... канд. мед. наук. — М.; 1993. [Vybornov DYU. *Osteokhondropatii oblasti kolennogo sustava u detei*. [dissertation] Moscow; 1993. (In Russ.)]
6. Герасименко М.А., Белецкий А.В., Чернявский К.С., Жук Е.В. Болезнь Кенига коленного сустава у детей: клиника, диагностика, лечение. *Медицинский журнал*. 2007;(2):28-30. [Gerasimenko MA, Beletskii AV, Chernyavskii KS, Zhuk EV. Konig's disease of the knee joint in children: clinical picture, diagnosis, treatment. *Meditsinskii zhurnal*. 2007;(2):28-30. (In Russ.)]
7. Егизарян К.А., Лазишвили Г.Д., Храменкова И.В., и др. Алгоритм хирургического лечения больных с рассекающим остеохондритом коленного сустава. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2018;(2):77-83. [Egizaryan KA, Lazishvili GD, Khramenkova IV, et al. Knee osteochondritis dissecans: surgery algorithm. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2018;(2):77-83. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2018.020>.
8. Ермак Е.М. Ультразвуковые критерии оценки структуры суставного хряща и субхондральной кости. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2005;(5):102-114. [Ermak EM. Ultrasound criteria for assessing the structure of articular cartilage and subchondral bone. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2005;(5):102-14. (In Russ.)]
9. Маланин Д.А., Михайлов Р.А., Черезов Л.Л., и др. Накостничная пластика дефектов покровного хряща в эксперименте. В кн.: *Материалы 58-й итоговой научной конференции студентов и молодых ученых Волгоградской Медицинской Академии*. — Волгоград; 2000. С. 15. [Malanin DA, Mikhailov RA, Cherezov LL, et al. Nasal repair of integumentary cartilage defects in experiment. In: *Materialy 58-i itogovoi nauchnoi konferentsii studentov i molodykh uchennykh Volgogradskoi Meditsinskoi Akademii*. Volgograd; 2000. P. 15. (In Russ.)]
10. Маланин Д.А., Писарев В.Б., Михайлов Р.А., и др. «Мозаичная пластика» больших дефектов покровного хряща мыщелков бедренной кости в коленном суставе. В кн.: *Сборник материалов IV Конгресса РАО*. — М.; 2001. С. 51. [Malanin DA, Pisarev VB, Mikhailov RA, et al. «Mosaic plastic surgery» of large defects of the integumentary cartilage of the femoral condyles in the knee joint. In: *Sbornik materialov IV Kongressa RAO*. Moscow; 2001. P. 51. (In Russ.)]
11. Маланин Д.А., Писарев В.Б., Михайлов Р.А., и др. Влияние способов мезенхимальной стимуляции на заживление хронических полнослойных дефектов суставного гиалинового хряща. В кн.: *Сборник материалов IV Конгресса РАО*. — М.; 2001. С. 12-13. [Malanin DA, Pisarev VB, Mikhailov RA, et al. Influence of mesenchymal stimulation methods on the healing of chronic full-thickness articular hyaline cartilage defects. In: *Sbornik materialov IV Kongressa RAO*. Moscow; 2001. P. 12-13. (In Russ.)]
12. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Мининков Д.С., Авакян А.П. Лечение рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей и подростков. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2008;(4S):136. [Merkulov VN, El'tsin AG, Mininkov DS, Avakyan AP. Treatment of osteochondritis dissecans of the femoral condyles in children and adolescents. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2008;(4S):136. (In Russ.)]
13. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Авакян А.П., и др. Современная тактика лечения болезни Кенига у детей и подростков. В кн.: *Сборник тезисов 9-го съезда травматологии и ортопедии*. — Саратов; 2010: т. 3. С. 931-932. [Merkulov VN, El'tsin AG, Avakyan AP, et al. Modern tactics of treatment of Koenig's disease in children and adolescents. In: *Sbornik tezisev 9-go s'ezda travmatologii i ortopedii*. Saratov; 2010: Vol. 3. P. 931-932. (In Russ.)]
14. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Мининков Д.С., Авакян А.П. Тактика лечения болезни Кенига у детей и подростков в различных стадиях. В кн.: *Актуальные проблемы педиатрии: Материалы XV Конгресса педиатров России с международным участием*. — М.; 2011. С. 563. [Merkulov VN, El'tsin AG, Mininkov DS, Avakyan AP. Tactics for the treatment of Koenig's disease in children and adolescents in various stages. In: *Aktual'nye problemy pediatrii: Materialy XV Kongressa pediatrov Rossii s mezhdunarodnym uchastiem*. Moscow; 2011. P. 563. (In Russ.)]
15. Меркулов В.Н., Авакян А.П. Хирургическое лечение рассекающего остеохондрита бедренной кости у детей и подростков. В кн.: *Реабилитация в детской травматологии и ортопедии: Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием*. — Екатеринбург; 2011. С. 162. [Merkulov VN, Avakyan AP. Surgical treatment of osteochondritis dissecans of the femur in children and adolescents. In: *Reabilitatsiya v detskoj travmatologii i ortopedii: Tezisy dokladov Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Ekaterinburg; 2011. P. 162. (In Russ.)]
16. Миронов С.П. *Ортопедия. Национальное руководство*. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. [Mironov SP. *Ortopediya. Natsional'noe rukovodstvo*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (In Russ.)]
17. Орleckий А.К. Артроскопические методы при внутрисуставной патологии коленного сустава. В кн.: *Травматология. Национальное руководство*. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. С. 142-64. [Orleksi AK. Arthroscopic methods for intra-articular pathology of the knee joint. In: *Travmatologiya. Natsional'noe rukovodstvo*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. P. 142-164. (In Russ.)]
18. Петров А.Г., Сергеев С.В., Ластухин И.В., Соколов А.О. Анализ результатов артроскопического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей на разных стадиях заболевания. *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2015;(6-4):69-74. [Petrov AG, Sergeyev SV, Lastukhin IV, Sokolov AO. Analysis of the results of arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans of the knee joint in children at different stages of the disease. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii*. 2015;(6-4):69-74. (In Russ.)]
19. Черезов Л.Л. Пластика полнослойных дефектов покровного хряща коленного сустава цилиндрическими костно-хрящевыми ауто- и аллотрансплантатами малого размера. (Экспериментальное исследование). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2000;(2):216-229. [Cherezov LL. Plastic surgery of full-thickness defects of the integumentary cartilage of the knee joint with cylindrical bone-cartilaginous auto- and allografts

- of small size. (Experimental study). *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2000;(2):216-229. (In Russ.)]
20. Черезов Л.Л. Применение артроскопической артропластики при лечении больных с дегенеративными заболеваниями коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1999;158(4):39-45. [Cherezov LL. The use of arthroscopic arthroplasty in the treatment of patients with degenerative diseases of the knee joint. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 1999;158(4):39-45. (In Russ.)]
 21. König F. Ueber freie Körper in den Gelenken. *Dtsch Z Chir*. 1888;27(1-2):90-109. (In German). <https://doi.org/10.1007/bf02792135>.
 22. Chambers HG, Shea KG, Carey JL. AAOS Clinical Practice Guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(5):307-9. <https://doi.org/10.5435/00124635-201105000-00008>.
 23. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. *Am J Sports Med*. 2006;34:1181-91. <https://doi.org/10.1177/0363546506290127>.
 24. Kessler J, Nikizad H, Shea KG, et al. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents. *Am J Sports Med*. 2014;42(2):320-6. <https://doi.org/10.1177/0363546513510390>.
 25. Linden B. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59(6):769-76.
 26. Hefti F, Beguiristain J, Krauspe R, et al. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society. *J Pediatr Orthop*. 1999;8(4):231-45.
 27. Robertson W, Kelly BT, Green DW. Osteochondritis dissecans of the knee in children. *Curr Opin Pediatr*. 2003;15(1):38-44. <https://doi.org/10.1097/00008480-200302000-00007>.
 28. Tóth F, Nissi MJ, Zhang J, et al. Histological confirmation and biological significance of cartilage canals demonstrated using high field MRI in swine at predilection sites of osteochondrosis. *J Orthop Res*. 2013;31(12):2006-12. <https://doi.org/10.1002/jor.22449>.
 29. Bruns J, Werner M, Habermann C. Osteochondritis dissecans: etiology, pathology, and imaging with a special focus on the knee joint. *Cartilage*. 2018;9(4):346-62. <https://doi.org/10.1177/1947603517715736>.
 30. Martel G, Kiss S, Gilbert G, et al. Differences in the vascular tree of the femoral trochlear growth cartilage at osteochondrosis-susceptible sites in foals revealed by SWI 3T MRI. *J Orthop Res*. 2016;34(9):1539-46. <https://doi.org/10.1002/jor.23149>.
 31. Skagen PS, Horn T, Kruse HA, et al. Osteochondritis dissecans (OCD), an endoplasmic reticulum storage disease? A morphological and molecular study of OCD fragments. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):e17-33. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01128.x>.
 32. Richie LB, Sytsma MJ. Matching osteochondritis dissecans lesions in identical twin brothers. *Orthopedics*. 2013;36(9):e1213-6. <https://doi.org/10.3928/01477447-20130821-27>.
 33. Bruns J. *Osteochondrosis dissecans*. Stuttgart, Germany: Enke; 1996.
 34. Kusumi T, Ishibashi Y, Tsuda E, et al. Osteochondritis dissecans of the elbow: histopathological assessment of the articular cartilage and subchondral bone with emphasis on their damage and repair. *Pathology Int*. 2006;56(10):604-12. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1827.2006.02015.x>.
 35. Hughes JA, Cook JV, Churchill MA, Warren ME. Juvenile osteochondritis dissecans: a 5-year review of the natural history using clinical and MRI evaluation. *Pediatr Radiol*. 2003;33(6):410-7. <https://doi.org/10.1007/s00247-003-0876-y>.
 36. Krappel FA, Bauer E, Harland U. Are bone bruises a possible cause of osteochondritis dissecans of the capitellum? A case report and review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(8):545-9. <https://doi.org/10.1007/s00402-005-0018-0>.
 37. Nishimura G, Yamato M, Togawa M. Trabecular trauma of the talus and medial malleolus concurrent with lateral collateral ligamentous injuries of the ankle: evaluation with MR imaging. *Skeletal Radiol*. 1996;25(1):49-54. <https://doi.org/10.1007/s002560050031>.
 38. Nakamae A, Engebretsen L, Bahr R, et al. Natural history of bone bruises after acute knee injury: clinical outcome and histopathological findings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(12):1252-8. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0087-9>.
 39. Shea K, Jacobs JC, Grimm NL, Pfeiffer RP. Osteochondritis dissecans development after bone contusion of the knee in the skeletally immature: a case series. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(2):403-7. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1983-9>.
 40. Crawford D, Safran MR. Osteochondritis dissecans of the knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(2):90-100. <https://doi.org/10.5435/00124635-200602000-00004>.
 41. Uozumi H, Sugita T, Aizawa T, et al. Histologic findings and possible causes of osteochondritis dissecans of the knee. *Am J Sports Med*. 2009;37(10):2003-8. <https://doi.org/10.1177/0363546509346542>.

Информация об авторах:

Александр Анатольевич Воротников — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: vorotnikov@mai.ru

Георгий Александрович Айрапетов — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: airapetovga@yandex.ru

Вячеслав Анатольевич Васюков — ассистент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: argus-1971@mail.ru

Владимир Геннадьевич Ягубов — ассистент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: Wvova26@yandex.ru

Information about authors:

Alexander A. Vorotnikov — MD, PhD, Professor, Head of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: vorotnikov@mai.ru

George A. Airapetov — MD, PhD, associate Professor of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: airapetovga@yandex.ru

Vacheslav A. Vasyukov — assistant of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: argus-1971@mail.ru

Vladimir G. Yagubov — assistant of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: Wvova26@yandex.ru

НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ НУРЛАНА ДЖУМАГУЛОВИЧА БАТПЕНОВА



15 июля 2020 г., на 71-м году жизни, скончался Нурлан Джумагулович Батпенов, основатель и первый директор Научно-исследовательского института травматологии и ортопедии

Минздрава Республики Казахстан, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН Республики Казахстан, лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники, заслуженный деятель, главный внештатный травматолог-ортопед Министерства здравоохранения, президент Казахской ассоциации травматологов-ортопедов, врач—травматолог-ортопед высшей категории.

Закончил аспирантуру в Центральном институте травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук на тему: «Лечение больных с диафизарными и метафизарными переломами плеча и предплечья при множественной и сочетанной травме», под руководством заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора медицинских наук, профессора А.В. Каплана.

В 1996 г. получил учёную степень доктора медицинских наук, тема диссертации: «Разработка системы лечения и создание условий стойкой ремиссии у больных деформирующим артрозом крупных суставов».

Коллектив ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» (ЦИТО) глубоко скорбит о невосполнимой потере, связанной с кончиной Нурлана Джумагуловича, и выражает искренние соболезнования родным и близким. Он был верным другом и прекрасным врачом, ярким представителем советской школы ортопедов-травматологов, достойным продолжателем дела своих учителей, многие годы публиковал результаты своих исследований в нашем журнале. Нурлан Джумагулович навсегда останется в нашей памяти как добрый, отзывчивый и целеустремленный руководитель, радеющий за свое дело, внесший огромный вклад в травматолого-ортопедическую службу Республики Казахстан.

*Коллектив ФГБУ «НМИЦ ТО
им. Н.Н. Приорова» Минздрава России,
Ассоциация травматологов-ортопедов России,
редакционная коллегия журнала
«Вестник травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова»*

Ошибки | Erratum

Ошибки: Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии распластанности (Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>)

М.В. Паршиков, П.С. Бардюгов, Н.В. Ярыгин, А.В. Попов, В.Г. Лысов

Ошибка в статье «Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии распластанности» авторского коллектива в составе М.В. Паршиков, П.С. Бардюгов, Н.В. Ярыгин, А.В. Попов, В.Г. Лысов, опубликованной в журнале Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>).

Статья вышла с неполным указанием авторского коллектива и информации об авторах. Редакция сожалеет о допущенной ошибке. Исходная версия статьи была заменена.

Erratum: Conservative correction of the transverse arch of the foot in patients with flat foot (N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>)

MV Parshikov, PS Bardyugov, NV Yarygin, AV Popov, VG Lysov

An erratum on “Conservative correction of the transverse arch of the foot in patients with flat foot” by Mikhail V. Parshikov, Petr S. Bardyugov, Nikolay V. Yarygin, Alexander V. Popov, Viktor G. Lysov was published with an incomplete author list and information about the authors. The editorial board apologizes for this error and state that this does not change the scientific conclusions of the article in any way. The original article has been updated.

Информация об авторах [Authors info]

Михаил Викторович Паршиков — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, Москва; [Mikhail V. Parshikov, MD, PhD, Professor]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4201-4577>.

Петр Сергеевич Бардюгов — врач — травматолог-ортопед, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва; Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Видновская районная клиническая больница, Видное; [Petr S. Bardyugov, traumatologist - orthopedist] ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5771-0973>.

Николай Владимирович Ярыгин — д-р. мед. наук, профессор, член. корр. РАН, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и медицины катастроф Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, Москва; [Nikolay V. Yarygin, MD, PhD, Professor, member. cor. RAS]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4322-6985>.

Александр Владимирович Попов — канд. мед. наук, врач — травматолог-ортопед высшей квалификационной категории; Городская клиническая больница им. С.С. Юдина, Москва; [Alexander V. Popov, MD]

Виктор Геннадьевич Лысов — врач — травматолог-ортопед высшей квалификационной категории, заведующий хирургическим отделением ЦРБ, г. Трубчевск, Брянская область; [Viktor G. Lysov, traumatologist - orthopedist of the highest qualification category]

Как цитировать [To cite this article]

Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Ярыгин Н.В., Попов А.В., Лысов В.Г. Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии распластанности. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>

Parshikov MV, Bardyugov PS, Yarygin NV, Popov AV, Lysov VG. Conservative correction of the transverse arch of the foot in patients with flat foot. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*.2020;27(2):50-59. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027250-59>