

ISSN 0869-8678 (print)
ISSN 2658-6738 (online)

ВЕСТНИК травматологии и ортопедии ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ

3-4
июль-декабрь
2018



В Е С Т Н И К Травматологии и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА

Ежеквартальный научно-практический журнал

3—4
июль—декабрь
2018

N.N. PRIOROV

J O U R N A L of Traumatology and Orthopedics

Quarterly Scientific-Practical Journal

3—4
July—December
2018



Учредитель:

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

Печатный орган:

Общероссийская Общественная Организация «Ассоциация травматологов — ортопедов России» (ООО АТОР)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Еськин Николай Александрович — 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

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

ЗАВЕДУЮЩАЯ РЕДАКЦИЕЙ

Челоканова Марина Владимировна — рук. редакционно-издательской группы ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» 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., ФГАОВ 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, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова Минздрава России, Курган, 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., ФГАОВ ВО «Российский университет дружбы народов», 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., ФГАОВ 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

Кожеников 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., ФГАОВ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

Очуренко А.А. — д-р мед. наук, проф., ГБОУ 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

Светков 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

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

Цискашвили 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., ФГАОВ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), 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 № 0110767 от 04.06.1993

Префикс DOI: 10.32414

Периодичность: ежеквартально

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.

© Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

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

Тел.: +7 (495) 450-24-24

E-mail: vto-priorov@mail.ru

Сайт: www.cito-vestnik.ru

Изготовлено ИП Правоторова Е.А.

Заказ: 5098

Тираж: 500 экз.

**Official publication:**

The official publication of the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation

Print organ:

The print organ of the Association of traumatologists – orthopedists of Russia

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey P. Mironov — Dr. Med. Sci., Prof., Director, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Nikolay A. Es'kin — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

RESPONSIBLE SECRETARY

Mikhail B. Tsykunov — Dr. Med. Sci., Prof., Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

EDITORIAL MANAGER

Marina V. Chelyukanova — N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

EDITORIAL BOARD

Aleksey G. Baidurashvili — Dr. Med. Sci., Prof., The Turner Scientific Research Institute For Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russia

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

Viktor P. Voloshin — Dr. Med. Sci., Prof., M.F. Vladimirovskiy Moscow Regional Clinical and Research Institute, Moscow, Russia

Aleksander V. Gubin — Ilizarov Russian Scientific Center for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Igor' O. Golubev — Dr. Med. Sci., Prof., RUDN University, Moscow, Russia

Nikolay G. Goncharov — Dr. Med. Sci., Kurchatov Institute, Moscow, Russia

Vadim E. Dubrov — Dr. Med. Sci., Prof., Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Nikolay V. Zagorodniy — Dr. Med. Sci., Prof., RUDN University, Moscow, Russia

Pavel A. Ivanov — Dr. Med. Sci., Prof., N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia

Andrey A. Kardanov — Dr. Med. Sci., Prof., RUDN University, Moscow, Russia

Vyacheslav V. Klyuchevskiy — Dr. Med. Sci., Prof., Yaroslavl State Medical Academy, Yaroslavl, Russia

Oleg V. Kozhevnikov — Dr. Med. Sci., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Gennadiy P. Kotelnikov — Dr. Med. Sci., Prof., Samara State Medical University, Samara, Russia

Alexander I. Krupatkin — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Vladimir N. Merkulov — Dr. Med. Sci., Prof., Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow

Lyudmila K. Mikhailova — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Alexander K. Morozov — Dr. Med. Sci., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Valery Yu. Murylev — Dr. Med. Sci., Prof., I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Alexander A. Ochurenko — Dr. Med. Sci., Prof., Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Svetlana S. Rodionova — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Andrey I. Snetkov — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Eduard I. Solod — Dr. Med. Sci., Prof., Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Rashid M. Tikhilov — Dr. Med. Sci., Prof., Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

Archil V. Tsyskarashvili — Cand. Med. Sci., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Nikolay A. Shesternya — Dr. Med. Sci., Prof., I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Kon E. — MD, Prof., Department of Biomedical Sciences, Humanitas University, Milan, Italy

Roussouly P. — MD, Prof., Department of Orthopedics Centre Medico-Chirurgical des Massues, Lyon, France

Winkler H. — MD, Prof., Osteitis Centre, Wien, Austria

Quarterly Peer-reviewed Science and Practical Journal

Founded in 1994

Media registration certificate № 0110767 dated 04.06.1993

DOI Prefix: 10.17116

Frequency: quarterly

Editorial office: 10 Priorov street, Moscow, Russia, 127299

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

E-mail: vto-priorov@mail.ru

Website: www.cito-vestnik.ru

Printed

Circulation: 500 copies

Subscription index: 73064 — individual subscribers, 72153 — organizations

The journal is included in the list of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission, in which the main scientific results of theses for the degree of candidate and doctor of Sciences should be published. The journal is indexed in Russian Science Citation Index (RSCI), in international open publications databases Directory of Open Access Journals and Google Scholar.

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

© N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics

СОДЕРЖАНИЕ

- ✓ Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Петровский Р.А., Овчаренко А.В., Абдулхабилов М.А., Алсмади Я.М. Возможности малоинвазивной фиксации переднего отдела тазового кольца спицей с нарезкой 6
- ✓ Заяц В.В., Загородний Н.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Анатомическая антеградная пластика передней крестообразной связки коленного сустава с латеральным экстраартикулярным тенодезом трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы 12
- ✓ Кулешов А.А., Ветрилз М.С., Шкарубо А.Н., Доценко В.В., Еськин Н.А., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Аддитивные технологии в хирургии деформаций позвоночника 19
- Хело М.Д., Ахтиямов И.Ф., Саид Ф.М., Гильмутдинов И.Ш., Юсеф А.И., Абдуллах А.М., Кузнецова Р.Г. Ближайшие функциональные результаты тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с алиментарным ожирением 30
- Абелевич А.И., Абелевич О.М., Марочков А.В. Оценка кровопотери при эндопротезировании коленного сустава в зависимости от типа конструкции эндопротеза 36
- Агеенко А.М., Байтов В.С., Первухин С.А. Эффективность инфильтрационной анестезии левобупивакаином и ропивакаином после эндопротезирования коленного сустава 42
- Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Галстян Г.Р., Ярыгин Н.В., Головчак В.М., Бакунов М.Ю. Хирургическая коррекция деформаций стоп как метод профилактики и лечения синдрома диабетической стопы 47
- ✓ Саутенко А.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С., Стужина В.Т., Меркулов В.Н. Нестабильность надколенника у детей: результаты оперативного лечения 58
- Поздеев А.П., Захарьян Е.А., Виленский В.А. Превентивная костная пластика при лечении латентной формы врожденного ложного сустава костей голени у детей 65
- ✓ Цискарашвили А.В., Жадин А.В., Кузьменков К.А., Бухтин К.М., Меликова Р.Э. Биомеханически обоснованный чрескостный остеосинтез у пациентов с ложными суставами бедренной кости, осложненными хроническим остеомиелитом 71
- ✓ Баламетов С.Г., Батраков С.Ю., Гаврюшенко Н.С. Результаты применения углеродного наноструктурного имплантата при опухолевых, опухолеподобных и воспалительных заболеваниях скелета в практике детской костной патологии 79
- Артемьев А.А., Силин А.Ю., Ивашкин А.Н., Максимов Б.И., Шипулин А.А., Соловьев Ю.С. Возможности получения длинномерных изображений скелета на современном рентгеновском оборудовании 89

Случаи из практики

- ✓ Королев П.А., Кожевников О.В. Хирургическая коррекция деформации грудной клетки при синдроме Currarino–Silverman 95
- Яковлев А.Е. Стимуляция спинного мозга в лечении центрального болевого синдрома 99

CONTENTS

- Solod E.I., Lazarev A.F., Petrovskiy R.A., Ovcharenko A.V., Abdulkhabirov M.A., Alsmadi Ya.M. Potentialities of low invasive fixation of the anterior pelvic ring with threaded pin 6
- Zayats V.V., Zagorodniy N.V., Dulaev A.K., Dydykin A.V. Anatomical anterograde plasty of the anterior cruciate ligament with lateral extraarticular tenodesis from semitendinosus tendon 12
- Kuleshov A.A., Vetrile M.S., Shkarubo A.N., Docenko V.V., Es'kin N.A., Lisyanskiy I.N., Makarov S.N. Additive technologies in surgical treatment of spinal deformities 19
- Helo M.D., Akhtiamov I.F., Said F.M., Gilmutdinov I.Sh., Yousef A.I., Abdullah A.M., Kuznetsova R.G. Early functional results of total knee arthroplasty in patients with alimentary obesity 30
- Abelevich A.I., Abelevich O.M., Marochkov A.V. Assessment of blood loss in total knee arthroplasty depending on the type of the endoprosthesis 36
- Ageenko A.M., Baitov V.S., Pervukhin S.A. Efficiency of infiltration anesthesia with levobupivacaine and ropivacaine after the knee arthroplasty 42
- Parshikov M.V., Bardyugov P.S., Galstyan G.R., Yarygin N.V., Golovchak V.M., Bakunov M.Yu. Surgical correction of foot deformities as a method for prevention and treatment of diabetic foot syndrome 47
- Sautenko A.A., El'tsin A.G., Mininkov D.S., Stuzhina V.T., Merkulov V.N. Patella instability in children: surgical treatment results 58
- Pozdeev A.P., Zakharyan E.A., Vilensky V.A. Patella instability in children: surgical treatment results 65
- Tsiskarashvili A.V., Zhadin A.V., Kuzmenkov K.A., Bukhtin K.M., Melikova R.E. National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation 71
- Balametov S.G., Batrakov S.Yu., Gavryushenko N.S. The results of the application of the carbon nanostructured implant for tumorous, tumor like and inflammatory spinal diseases in pediatric bone pathology 79
- Artemiev A.A., Silin A.Yu., Ivashkin A.N., Maximov B.I., Shipulin A.A., Solovyov Yu.S. Possibilities for obtaining the length-measured images of skeleton using modern X-rays equipment 89

Case Study

- Korolev P.A., Kozhevnikov O.V. Surgical correction of thorax deformity in Currarino–Silverman syndrome 95
- Yakovlev A.E. Treatment of central pain syndrome with spinal cord stimulation 99

Обзоры литературы

- ✓ Прохоренко В.М., Симонова Е.Н., Александров Т.И. Эндопротезирование пястно-фаланговых суставов пальцев кисти..... 104
- ✓ Торгашин А.Н., Родионова С.С. Постартроскопический остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей..... 113
- Гареев И.Ф., Бейлерли О.А., Вахитов А.К. Гетеротопическая оссификация после травм центральной нервной системы: понимание патогенеза 119
- ✓ Михайлова Л.К., Полякова О.А. Клинические проявления мукополисахаридоза I типа (ортопедические аспекты) 125

Юбилей

- Моргошия Т.Ш. Вклад профессора Г.И. Турнера в отечественную травматологию и ортопедию (к 160-летию со дня рождения)..... 134
- Ахтямов И.Ф., Панков И.О. Юбилей Казанской школы травматологов-ортопедов 139

Некрологи

- Некролог Н.П. Омеляненко 144

Literature Reviews

- Prokhorenko V.M., Simonova E.N., Aleksandrov T.I. Endoprosthesis of metacarpophalangeal joints of the hand
- Torgashin A.N., Rodionova S.S. Postarthroscopic osteonecrosis of femoral and tibial condyles
- Gareev I.F., Beylerli O.A., Vakhitov A.K. Heterotopic ossification after central nervous system injuries: understanding of pathogenesis
- Mikhailova L.K., Polyakova O.A. Clinical manifestations of mucopolysaccharidosis type I (Orthopaedic aspects)

Anniversaries

- Morgoshiia T.Sh. Contribution of Professor G.I. Turner to domestic traumatology and orthopaedics (to the 160th anniversary of birth)
- Akhtiamov I.F., Pankov I.O. Anniversary of the Kazan school of traumatology and orthopaedics

Obituaries

- Obituary N.P. Omelyanenko

ВОЗМОЖНОСТИ МАЛОИНВАЗИВНОЙ ФИКСАЦИИ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА ТАЗОВОГО КОЛЬЦА СПИЦЕЙ С НАРЕЗКОЙ

Э.И. Солод¹⁻³, А.Ф. Лазарев³, Р.А. Петровский¹, А.В. Овчаренко⁴, М.А. Абдулхабилов^{1, 2},
Я.М. Алсмади^{1*}

¹ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, РФ; ²Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева, Москва, РФ; ³ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, РФ; ⁴ГБУЗ КО «Калужская областная клиническая больница скорой медицинской помощи им. К.Н. Шевченко», Калуга, Россия

Цель исследования: представить первый опыт использования способа фиксации переломов лонных костей с помощью спиц с нарезкой и возможности его применения в практике.

Пациенты и методы. За период с 2016 по 2018 г. были прооперированы 20 пациентов (средний возраст $33,48 \pm 10,85$ года) с повреждениями тазового кольца, у которых остеосинтез лонных костей проведен с использованием спиц с нарезкой. Переломы по классификации Tile (1980) в 15 (75%) случаях соответствовали типу B1, в 5 (25%) — типу C1. У 14 (70%) пациентов переломы лонных костей соответствовали Nakatani II, у 6 (30%) — Nakatani I. Качество репозиции оценивали по критериям Tornetta—Matta, функциональные результаты — по шкале Majeed. Срок наблюдения варьировал от 6 до 24 мес (в среднем $14,2 \pm 5,6$ мес).

Результаты. Средняя продолжительность фиксации лонной кости составила $10,4 \pm 4,2$ мин, средний объем кровопотери при фиксации одной лонной кости — $6,3 \pm 1,4$ мл. Во всех случаях была достигнута отличная и хорошая репозиция. Ни в одном случае не было зафиксировано миграции фиксатора. У 19 отслеженных пациентов через 12 мес после операции функциональные результаты по шкале Majeed были оценены на отлично (15 баллов) и хорошо (4).

Заключение. Предложенный способ фиксации переломов лонных костей с помощью спиц с нарезкой может быть рекомендован к использованию у пациентов со свежими переломами Nakatani I, II в отсутствие интерпозиции мягких тканей. Прочная фиксация отломков с минимальным риском миграции фиксатора обеспечивает условия для ранней реабилитации пациентов и позволяет получать отличные и хорошие функциональные результаты.

Ключевые слова: перелом таза, перелом лобковой кости, спица с нарезкой, остеосинтез

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Петровский Р.А., Овчаренко А.В., Абдулхабилов М.А., Алсмади Я.М. Возможности малоинвазивной фиксации переднего отдела тазового кольца спицей с нарезкой. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:6-11. <https://doi.org/10.17116/vto201803-0416>

POTENTIALITIES OF LOW INVASIVE FIXATION OF THE ANTERIOR PELVIC RING WITH THREADED PIN

E.I. Solod¹⁻³, A.F. Lazarev³, R.A. Petrovskiy¹, A.V. Ovcharenko⁴, M.A. Abdulkhabirov^{1, 2},
Ya.M. Alsmadi^{1*}

¹RUDN University, Moscow, Russia; ²A.K. Eramishantsev City Clinical Hospital, Moscow, Russia; ³N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia; ⁴K.N. Shevchenko Kaluga Regional Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kaluga, Russia

Purpose of study: to present the first experience of using the proposed method of pubic bones fixation and to determine the potentialities of its practical application.

Patients and methods. During the period from 2016 to 2018 twenty patients (mean age 33.48 ± 10.85 years) with pelvic ring injuries were operated on. In all cases the pubic bones osteosynthesis with threaded pins was performed. In 15 (75%) cases the fractures (1980) were of type B1, in 5 (25%) — type C1 by Tile classification. In 14 (70%) patients the fractures of the pubic bones corresponded to Nakatani II, in 6 (30%) — Nakatani I. The quality of the reposition was assessed by Tornetta—Matta criteria and functional results were evaluated by Majeed score. The follow-up period varied from 6 to 24 months (14.2 ± 5.6 months).

Results. The average duration of fixation procedure of the pubic bone made up 10.4 ± 4.2 min; the average volume of intraoperative blood loss in one pubic bone fixation was 6.3 ± 1.4 ml. In all cases excellent and good reposition was achieved. In no one case the fixator migration was observed. Twelve months after surgery the functional results by Majeed score were assessed as excellent (15) and good (4) in 19 followed up patients.

Conclusion. The use of the proposed method of the pubic bones fracture fixation with threaded pins can be recommended for patients with Nakatani I, II fresh fractures in the absence of soft tissue interposition. Rigid fixation of fragments with minimal risk of fixator migration provides conditions for early rehabilitation of patients and enables to achieve excellent and good functional results.

Key words: pelvic fracture, pubic bone fracture, threaded pin, osteosynthesis

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Solod EI, Lazarev AF, Petrovskiy RA, Ovcharenko AV, Abdulkhabirov MA, Alsmadi YaM. Potentialities of low invasive fixation of the anterior pelvic ring with threaded pin. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:6-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-0416>

Введение. Повреждения костей таза составляют 3% от всех переломов, при этом до 60% случаев сочетается с повреждениями в других анатомических областях и системах органов [1, 2]. Механическая нестабильность и большой объем кровопотери обуславливают развитие геморрагического шока и полиорганной недостаточности, что является причиной высокой смертности, достигающей 32% [3]. Ключевым моментом в этом патологическом круге является надежная механическая стабилизация тазового кольца. В острый период травмы с этой целью используют аппараты внешней фиксации (АВФ) как эффективный метод временной стабилизации.

Последние 50 лет отмечены ростом оперативной активности и эволюцией способов окончательной фиксации тазового кольца. Целью хирургического лечения является достижение анатомичной репозиции и стабильной фиксации повреждений, что обеспечивает возможность ранней активизации пациентов, лучшие функциональные результаты и возвращение к прежнему уровню физической активности. Попытки использования АВФ для окончательной фиксации тазового кольца выявили ряд таких недостатков метода, как раневая инфекция, потеря фиксации, интерпозиция кожного покрова [4, 5]. Также была продемонстрирована необходимость внутренней фиксации повреждений заднего отдела тазового кольца [6], в то время как вопрос о фиксации переднего отдела тазового кольца остается дискуссионным.

В настоящее время завоевывают популярность различные способы малоинвазивной фиксации повреждений тазового кольца. Так, например, в одном из исследований [7] у пациентов с повреждением задних отделов тазового кольца в 79% случаев вмешательства были выполнены чрескожно. При изучении передней фиксации с помощью пластины и тазовых винтов было установлено, что передняя стабилизация не менее важна, чем задняя, так как при этом достигается максимальная стабильность всего таза и равномерно распределяется нагрузка на переломы при ранней реабилитации [8, 9]. В. Wardle и соавт. [10] на основании выполненного обзора литературы сделали вывод, что внутренняя фиксация переднего отдела тазового кольца обеспечивает лучшие функциональные и рентгенологические результаты по сравнению с АВФ. Возможна установка транспедикулярной системы как для подкожной внутренней фиксации переднего тазового кольца, так и для триангулярного остеосинтеза при повреждениях заднего отдела. Комбинацией этих способов можно зафиксировать не только ротационно нестабильные, но и вертикально нестабильные повреждения тазового кольца [11]. Для фиксации переднего отде-

ла тазового кольца предложены чрескожная фиксация лонных костей канюлированными винтами, а также перекрестная фиксация винтами при разрыве лонного сочленения, конкурирующая по стабильности с остеосинтезом двумя ортогональными пластинами [12, 13]. Р. Cole и соавт. [14] был предложен метод мостовидного остеосинтеза переднего отдела тазового кольца пластиной. G. Huang и соавт. [15] выполнили дополнительную к мостовидному остеосинтезу фиксацию спицей Киршнера, что обеспечило лучшее качество репозиции и дополнительную стабильность. Вышеописанные способы обладают рядом недостатков, таких как риск повреждения латерального кожного нерва бедра и структур сосудистой лакуны, миграция фиксаторов, сложность хирургической техники и, что немаловажно, высокая цена.

Сегодня в клиническую практику активно внедряется штифт с блокированием для остеосинтеза лонных костей Pu-Lock, разработанный отечественными исследователями в НИИ Н.В. Склифосовского, который исключает, по мнению авторов, перечисленные выше недостатки [16].

Проблема фиксации переднего отдела тазового кольца и уменьшения хирургической агрессии при ее выполнении сохраняет свою актуальность и требует дальнейшего изучения.

Цель настоящего исследования — представить и проанализировать первый опыт использования спиц с нарезкой при фиксации переднего отдела тазового кольца, определить возможности использования метода в практике.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 20 пациентов (средний возраст $33,48 \pm 10,85$ (18–66) года), проходивших лечение в период с 2016 по 2018 г. на базе ГКБ им. А.К. Ерамишанцева, с повреждением заднего и переднего отделов тазового кольца, которым был выполнен погружной остеосинтез. Из них у 13 (65%) пациентов наблюдалась сочетанная травма. Состояние пациентов, оцененное по шкале ISS, в среднем было равно $25,4 \pm 5,2$ (17–42) балла. Переломы по классификации Tile (1980) в 15 (75%) случаях относились к типу B1, в 5 (25%) — к типу C1. У 14 (70%) больных переломы лонных костей соответствовали Nakatani II, у 6 (30%) — Nakatani I. У 2 (10%) пациентов перелом лонной кости сопровождался разрывом лонного сочленения.

У 12 (60%) пациентов травма была получена в результате ДТП, у 5 (25%) причиной повреждений стала кататравма, у 3 (15%) — низкоэнергетическое воздействие.

При поступлении всем пациентам с витальными нарушениями проводили противошоковую терапию и устранение жизнеугрожающих состояний по про-

токолу ATLS, рентгенографию грудной клетки, черепа, костей таза в переднезадней проекции с целью выявления грубых деформаций, УЗИ по расширенному протоколу EFAST. Пациентам в стабильном состоянии выполняли пан-КТ без рентгенографии костей таза.

Кроме того, пациентам осуществляли также фиксацию таза в АВФ рамой Ганца по показаниям. Погружной остеосинтез проводили в сроки от 3 до 14 дней после травмы. Для остеосинтеза задних отделов таза у 18 (90%) больных применяли канюлированные винты, в том числе у 10 — с неполной нарезкой, у 8 — с полной; у 2 (10%) пациентов использовали пластины. Фиксацию передних отделов во всех случаях осуществляли способом с применением спиц с нарезкой, использование которого было одобрено локальным этическим комитетом.

Хирургическая техника. Выполняли разрез кожи до 1 см в проекции бугорка лонной кости. Под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) в проекциях inlet и outlet через медиальную поверхность лонного бугорка проводили спицу через лонную кость в переднюю колонну вертлужной впадины. Резьбовая часть спицы обязательно проходила через плоскость перелома, что было важным моментом обеспечения стабильности фиксации. После прохождения спицей области перелома, выполняли ЭОП-контроль в запирающей и подвздошной проекциях для выявления возможного конфликта фиксатора с полостью тазобедренного сустава. После этого дистальный конец спицы обкусывали по соответствующей длине, конец изгибали круглогубцами в виде крючка для предотвращения миграции. Операция сопровождалась минимальной кровопотерей до 50 мл за счет перкутанного введения спиц.

Закрытую репозицию и фиксацию переднего отдела тазового кольца спицей с нарезкой выполняли при переломах лонных костей Nakatani I, II при наличии контакта кортикальных слоев отломков. При выраженном смещении отломков более чем на ширину ветвей лонных костей и интерпозиции мягких тканей в 2 случаях была проведена открытая репозиция с последующей фиксацией спицей. У 3 пациентов при разрыве лонного сочленения и оскольчатом характере переломов ветвей лонных костей осуществляли фиксацию пластиной и дополнительную стабилизацию спицей.

Послеоперационный рентгенологический контроль выполняли в проекциях inlet для оценки переднезаднего и ротационного смещений, outlet — для оценки вертикального смещения и стандартной переднезадней проекции. Качество репозиции оценивали по критериям Tornetta–Matta [17]: остаточное смещение 0–4 мм — отличное, 5–10 мм — хорошее, 10–20 мм — удовлетворительное, более 20 мм — плохое.

Активизацию пациентов осуществляли по мере купирования болевого синдрома: в 9 случаях на 2-е сутки после операции, в 6 — на 5-е сутки и в 5 —

на 8-е сутки. Функциональные результаты по шкале Majeed [18] оценивали в сроки от 6 до 24 мес, средний срок наблюдения составил $14,2 \pm 5,6$ мес.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты были отслежены у 19 прооперированных — 1 пациент отказался от участия в исследовании. Средняя продолжительность фиксации лонной кости составила $10,4 \pm 4,2$ мин, средний объем кровопотери при фиксации одной лонной кости — $6,3 \pm 1,4$ мл.

Ни одного случая миграции фиксаторов выявлено не было. В 1 случае возникло поверхностное инфекционное осложнение послеоперационной раны, купированное консервативными мероприятиями.

Во всех случаях было достигнуто отличное (17 пациентов) и хорошее (3) качество репозиции по критериям Tornetta–Matta. Через 6 мес у 11 пациентов функциональный результат по шкале Majeed оценили как отличный, у 8 — как хороший, через 12 мес — у 15 и 4 пациентов соответственно. На момент написания статьи у всех пациентов были констатированы рентгенологические признаки сращения.

Приводим клинические наблюдения

Пациентка К., 30 лет, была госпитализирована с переломом лонной и седалищной костей слева со смещением, переломом боковых масс крестца слева (рис. 1).

На следующий день после госпитализации для обеспечения ранней активизации пациентке провели минимально инвазивную фиксацию лонной кости спицей с нарезкой и перкутанную фиксацию боковых масс крестца слева канюлированным винтом (рис. 2).

В 1-е сутки после операции пациентка могла сидеть и ходить с помощью костылей. Была выписана на 5-е сутки после операции с возможностью самостоятельного обслуживания и передвижения.

Пациентка Н., 27 лет, получила травму в результате ДТП. Доставлена в отделение через 30 мин.

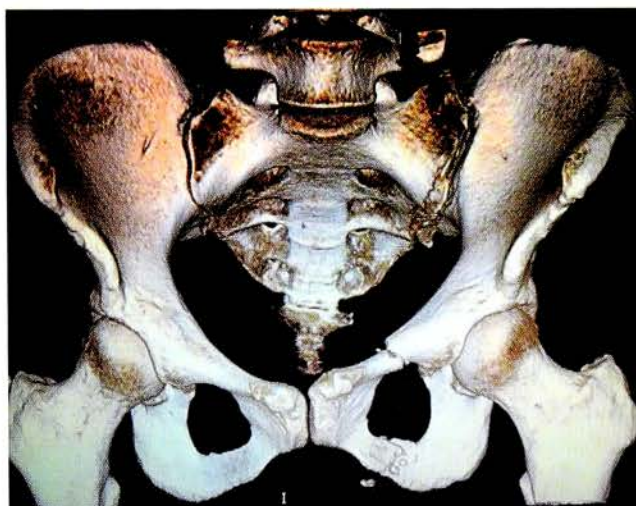


Рис. 1. Данные КТ пациентки К., 30 лет, при поступлении.

Fig. 1. Patient K., 30 years old. CT at admission.

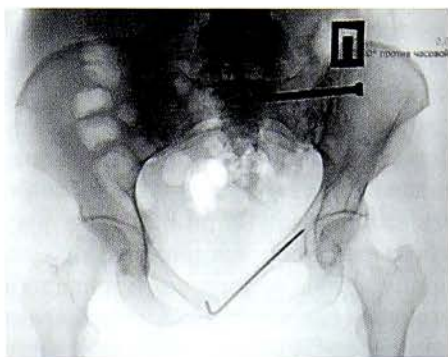


Рис. 2. Та же пациентка. Обзорная рентгенограмма после остеосинтеза.

Fig. 2. The same patient. Plain roentgenogram after osteosynthesis.

При поступлении: состояние средней тяжести, стабильное, АД 100/60 мм рт.ст., пульс 95 уд/мин, частота дыхательных движений 18 в 1 мин. Был наложен тазовый бандаж, выполнены рентгенография черепа, органов грудной клетки и таза. Выявили

двусторонний перелом лонных костей Nakatani II, трансфораминальный перелом крестца справа. Пациентка консультирована хирургом, нейрохирургом; выполнено УЗИ по протоколу EFAST, свободной жидкости не выявлено. В экстренном порядке в операционной наложен АВФ на передний отдел тазового кольца (**рис. 3, а**).

Учитывая стабильное состояние пациентки, провели КТ, при которой был выявлен разрыв лонного сочленения. На 5-е сутки после травмы осуществили оперативное вмешательство: фиксацию крестца справа канюлированным винтом с полной нарезкой 6,5 мм, открытую репозицию, фиксацию лонного сочленения пластиной, фиксацию лонных костей спицами с нарезкой. По данным интраоперационного рентгенологического контроля, качество репозиции по критериям Matta оценено как отличное (**см. рис. 3, б**).

Послеоперационный период протекал без осложнений. На 2-е сутки после операции пациентка была активизирована в пределах кровати, на 5-е сутки —

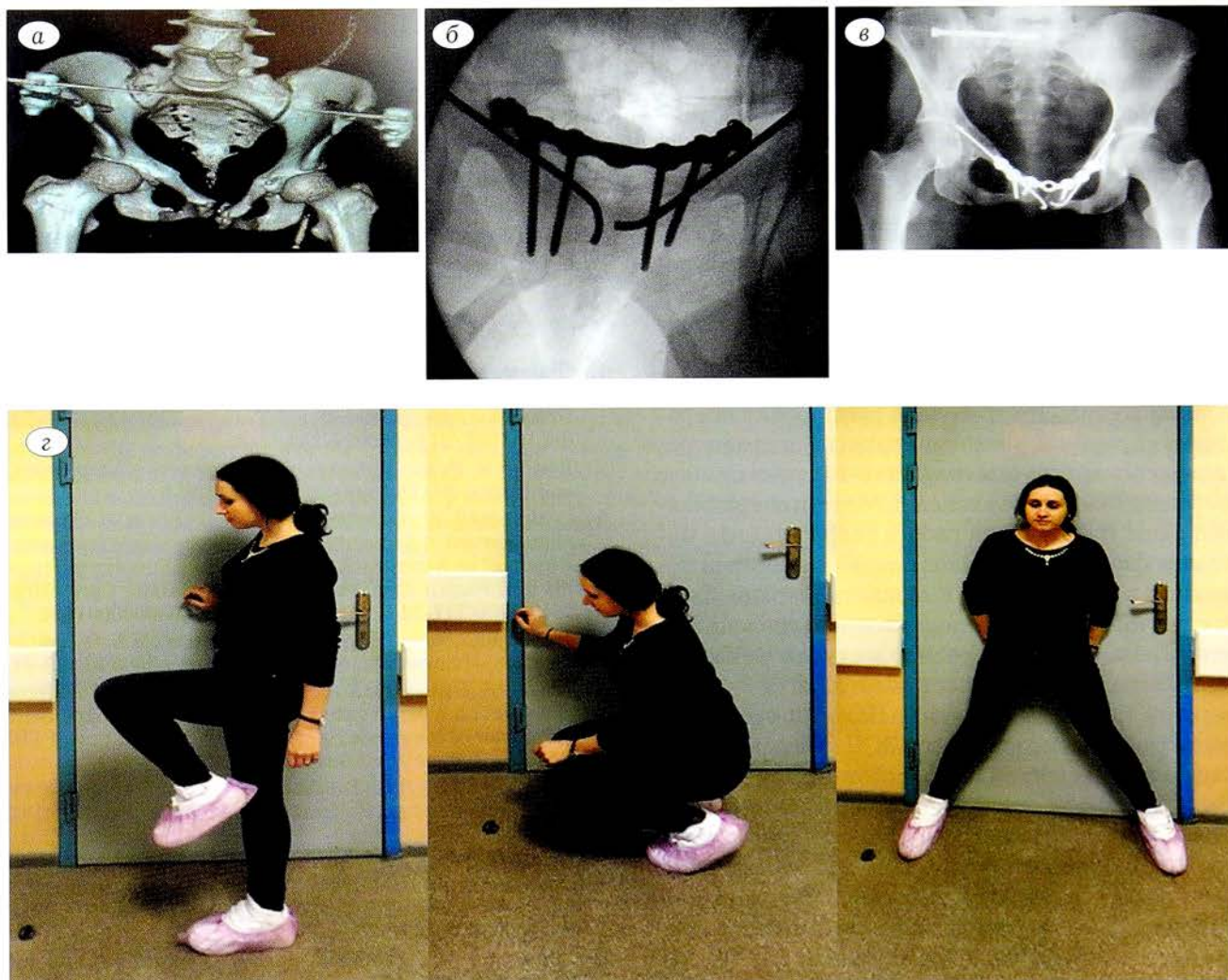


Рис. 3. Пациентка Н., 27 лет, с двусторонним переломом лонных костей Nakatani II, трансфораминальным переломом крестца справа.

а — данные КТ после наложения АВФ при поступлении; **б** — интраоперационная рентгенограмма; **в** — рентгенограмма через 6 мес после операции; **г** — функциональный результат через 12 мес после операции.

Fig. 3. Patient N., 27 years old with Nakatani II bilateral fracture of the pubic bones, transforaminal sacral fracture on the right. **а** — CT after application of external fixation apparatus on admission; **б** — intraoperative radiograph; **в** — radiograph 6 months after surgery; **г** — functional result 12 months after surgery.

на костылях с полной нагрузкой на левую нижнюю конечность и дозированной нагрузкой на правую нижнюю конечность. На 10-е сутки после операции швы были сняты, пациентку выписали на амбулаторное долечивание. Женщина вернулась на прежнюю работу через 4 мес. На этапном контрольном обследовании через 6 мес констатировали сращение переломов (см. рис. 3, в).

Функциональные результаты по шкале Majeed через 6 мес соответствовали 81 баллу, через 12 мес — 96 баллам (см. рис. 3, г).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ литературы подтвердил тенденцию использования чрескожной фиксации как ведущего метода для стабилизации повреждений тазового кольца. Необходимо отметить, что не во всех случаях возможна малоинвазивная фиксация повреждений. Условиями для такой фиксации являются ранние сроки, до 1 нед с момента травмы, отсутствие интерпозиции мягких тканей между отломками с сохранением межотломкового контакта, что позволяет проводить закрытую репозицию отломков. Кроме того, устранение грубых деформаций на этапе наложения АВФ значительно облегчает выполнение малоинвазивной фиксации после стабилизации состояния пациента.

Использование комбинации малоинвазивной фиксации заднего тазового полукольца и открытой репозиции переднего отдела не теряет актуальности. У ряда прооперированных пациентов переломы лонных костей сопровождались разрывом симфиза. В таких случаях ранее проводили металлодез переднего полукольца таза пластиной с 10–12 отверстиями с выделением области переломов лонных костей. Это требовало расширения операционного доступа, увеличивало риски интраоперационного повреждения сосудисто-нервных стволов и воспалительных осложнений области операционной раны. В настоящей работе разработанная методика фиксации отломков спицей с нарезкой позволила в таких случаях выполнять операционный доступ только для фиксации лонного сочленения, что в 2 раза уменьшало размер доступа и необходимость использования пластины только на 7–8 отверстий. Из того же доступа по Пфаненштилю в области симфиза под контролем ЭОП проводили фиксацию лонных костей по разработанной методике. Была отслежена прямая корреляция между качеством репозиции и функциональными результатами. Выполнение закрытой репозиции в сроки более 1 нед после травмы затруднительно. Фиксация переднего отдела тазового кольца методами погружного остеосинтеза обеспечивает необходимую степень стабильности для ранней активизации пациентов и предотвращает развитие посттравматических деформаций, обуславливающих появление анталгической походки, ограничение функциональной активности, диспареунию, эректильную дисфункцию и бесплодие [21]. Результатами использования способов малоинвазивной фиксации являются

минимальная кровопотеря, уменьшение длительности оперативного вмешательства, щадящее воздействие на мягкие ткани, снижение частоты развития осложнений, быстрый регресс болевого синдрома. Использование малоинвазивных перкутаных методов остеосинтеза позволяет значительно улучшить клинико-функциональные результаты лечения больных с повреждениями тазового кольца, уменьшить риск осложнений в послеоперационном периоде и сократить сроки пребывания больных в стационаре [22]. Предложенный в настоящей статье способ с доступными имплантатами и использованием относительно простой хирургической техники позволяет быстро и эффективно обеспечивать фиксацию при переломах лонных костей в зонах Nakatani I и II.

Ограничениями настоящего исследования являются малый объем выборки, небольшие сроки наблюдения. Необходимы дальнейшие исследования и накопление клинического опыта с целью выявления ограничений использования методики, возможных осложнений.

Заключение. Предложенный способ фиксации переломов лонных костей с помощью спиц с нарезкой может быть рекомендован к использованию у пациентов со свежими переломами Nakatani I, II в отсутствие интерпозиции мягких тканей. Прочная фиксация отломков с минимальным риском миграции фиксатора обеспечивает условия для ранней реабилитации пациентов и позволяет получать отличные и хорошие функциональные результаты.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Giannoudis P.V., Grotz M.R., Tzioupis C. et al. Prevalence of pelvic fractures, associated injuries, and mortality: the United Kingdom perspective. *J. Trauma*. 2007;63(4):875–83. doi:10.1097/01.ta.00000242259.67486.15.
2. Bircher M. Pelvic and acetabular fractures past, present, and future. *AO Dialogue*. 2007;01/07:36–9.
3. Costantini T.W., Coimbra R., Holcomb J.B. et al. Current management of hemorrhage from severe pelvic fractures: Results of an American Association for the Surgery of Trauma multi-institutional trial. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2016;80(5):717–23. doi: 10.1097/TA.0000000000001034.
4. Tucker M.C., Nork S.E., Simonian P.T., Roult M.L. Jr. Simple anterior pelvic external fixation. *J. Trauma*. 2000;49:989–94.
5. Lindahl J., Hirvensalo E., Bostman O., Santavirta S. Failure of reduction with an external fixator in the management of injuries of the pelvic ring. Long-term evaluation of 110 patients. *J. Bone Joint Surg. Br*. 1999;81:955–62.
6. Durkin A., Sagi H.C., Durham R., Flint L. Contemporary management of pelvic fractures. *Am. J. Surg*. 2006;192(2):211–23.
7. Gire J.D., Jiang S.Y., Gardner M.J., Bishop J.A. Percutaneous versus open treatment of posterior pelvic ring injuries. *J. Orthop. Trauma*. 2018;32(9):457–60. doi:10.1097/bot.0000000000001236.
8. Донченко С.В., Дубров В.Э., Голубятников А.В. и др. Способы окончательной фиксации тазового кольца, основанные на расчетах конечно-элементной модели. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014;(1):38–44. [Donchenko S.V., Dubrov V.E., Golubyatnikov A.V. et al. Techniques for final pelvic ring fixation based on the method of finite element modeling. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2014;(1):38–44. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2014-1-38-44>.

9. Bodzay T., Sztrinkai G., Pajor S. et al. Does surgically fixation of pubic fracture increase the stability of the operated posterior pelvis? *Ekleml. Hastalik. Cerrahisi*. 2014;25(2):91-5. doi: 10.5606/ehc.2014.20.
10. Wardle B., Eslick G.D., Sunner P. Internal versus external fixation of the anterior component in unstable fractures of the pelvic ring: pooled results from a systematic review. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 2015;42(5):635-43. doi:10.1007/s00068-015-0554-4.
11. Hua X., Yan S.G., Cui Y. et al. Minimally invasive internal fixator for unstable pelvic ring injuries with a pedicle screw-rod system: a retrospective study of 23 patients after 13.5 months. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2018;doi:10.1007/s00402-018-3094-7.
12. Lázaro González Á.L., Martínez Reina J.M., Cano Luis P. et al. Is cannulated-screw fixation an alternative to plate osteosynthesis in open book fractures? A biomechanical analysis. *Injury*. 2016;47 Suppl 3:S72-S77. doi:10.1016/s0020-1383(16)30610-6.
13. Yao F., He Y., Qian H. et al. Comparison of biomechanical characteristics and pelvic ring stability using different fixation methods to treat pubic symphysis diastasis. *Medicine*. 2015;94 (49):e2207. doi:10.1097/md.0000000000002207.
14. Cole P.A., Gauger E.M., Anavian J. et al. Anterior pelvic external fixator versus subcutaneous internal fixator in the treatment of anterior ring pelvic fractures. *J. Orthop. Trauma*. 2012;26(5):269-77. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182410577.
15. Huang G., Cai L., Jia X. et al. A novel hybrid fixation (percutaneous anterior pelvic bridge with K-wire) for the treatment of traumatic pelvic ring injury: A prospective study. *Int. J. Surg.* 2019;61:11-6. doi:10.1016/j.ijsu.2018.11.025.
16. Иванов П.А., Заднепровский Н.Н., Неведров А.В., Каленский В.О. Внутрикостная фиксация переломов лонной кости штифтом с блокированием: первый клинический опыт. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):111-20. [Ivanov P.A., Zadneprovsky N.N., Nevedrov A.V., Kalensky V.O. Pubic rami fractures fixation by interlocking intramedullary nail: first clinical experience. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(4):111-20. (in Russ.)]. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-111-120.
17. Tornetta P. 3rd, Matta J.M. Outcome of operatively treated unstable posterior pelvic ring disruptions. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1996;329:186-93.
18. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1989;71(2):304-6.
19. Vaccaro A.R., Kim D.H., Brodke D.S. et al. Diagnosis and management of sacral spine fractures. *Instr. Course Lect.* 2004;53:375-85.
20. Herman A., Keener E., Dubose C., Lowe J.A. Zone 2 sacral fractures managed with partially-threaded screws result in low risk of neurologic injury. *Injury*. 2016;47(7):1569-73. doi:10.1016/j.injury.2016.04.004.
21. Scheyerer M.J., Osterhoff G., Wehrle S. et al. Detection of posterior pelvic injuries in fractures of the pubic rami. *Injury*. 2012;43(8):1326-9. doi: 10.1016/j.injury.2012.05.016.
22. Li S., Meng X., Li W. et al. Effects of minimally invasive plate-screw internal fixation in the treatment of posterior pelvic ring fracture. *Exp. Ther. Med.* 2018;16(5):4150-4. doi:10.3892/etm.2018.6670.

Сведения об авторах: Солод Эдуард Иванович* — доктор мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии РУДН, врач травматолог-ортопед 1-го отделения НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, внештатный консультант 2-го травматологического отделения ГКБ им. А.К. Ерамишанцева; Лазарев Анатолий Федорович — доктор мед. наук, профессор, зав. 1-м отделением НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Петровский Роман Александрович — аспирант кафедры травматологии и ортопедии РУДН; Овчаренко Антон Васильевич — начальник центра травматологии БСМП им. К.Н. Шевченко; Абдулхабилов Магомед Абдулхабинович — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии РУДН, внештатный консультант 2-го травматологического отделения ГКБ им. А.К. Ерамишанцева; Алсмади Ясин Мохаммад — аспирант кафедры травматологии и ортопедии РУДН.

Для контактов: Алсмади Я.М. — e-mail: yaseenalsmadi@gmail.com

Information about the authors: Solod E.I.* — Dr. of Sci. (Med.), professor, chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University; trauma and orthopaedic surgeon, 1st department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; freelance consultant, 2nd traumatologic department, A.K. Eramishantsev City Clinical Hospital; Lazarev A.F. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the 1st department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Petrovskiy R.A. — postgraduate, chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University; Ovcharenko A.V. — head, center of traumatology, Hospital of Emergency Medical Care; Abdulkhabirov M.A. — Cand. of Sci. (Med.), assistant professor, chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University; freelance consultant, 2nd traumatologic department, A.K. Eramishantsev City Clinical Hospital; Alsmadi Ya.M. — postgraduate, chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University.

Contact: Alsmadi Ya.M. — e-mail: yaseenalsmadi@gmail.com

АНАТОМИЧЕСКАЯ АНТЕГРАДНАЯ ПЛАСТИКА ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА С ЛАТЕРАЛЬНЫМ ЭКСТРААРТИКУЛЯРНЫМ ТЕНОДЕЗОМ ТРАНСПЛАНТАТОМ ИЗ СУХОЖИЛИЯ ПОЛУСУХОЖИЛЬНОЙ МЫШЦЫ

V.V. Zayats^{1*}, N.V. Zagorodniy², A.K. Dulaev¹, A.V. Dydykin¹

¹ФГБОУ «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия; ²ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Цель исследования: формулировка научно обоснованных рекомендаций по клиническому применению латерального экстраартикулярного тенodesа (ЛЭАТ) трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы (СПСМ) как дополнительного элемента стабильности коленного сустава при анатомической антеградной пластике передней крестообразной связки (ПКС).

Пациенты и методы. Изучены результаты лечения 162 пациентов (средний возраст $27,2 \pm 2,8$ года) с выраженной ротационной нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+) после артроскопической реконструкции ПКС. В 44 (27,2%) наблюдениях пластика ПКС была дополнена ЛЭАТ из СПСМ (1-я группа), в 118 (72,8%) случаях проведена изолированная анатомическая антеградная пластика ПКС (2-я группа). Для оценки использовали шкалы Lysholm Knee Scoring Scale, KOOS, 2000 IKDC. **Результаты.** Длительность наблюдения составила не менее 2 лет. Статистически значимые различия между группами были зарегистрированы по прошествии 21 мес и более после операции. У 43 (97,7%) пациентов 1-й группы и 111 (94,1%) — 2-й группы получены отличные и хорошие результаты (А и В по 2000 IKDC), у 1 (2,3%) и 7 (5,9%) соответственно — удовлетворительные (С по 2000 IKDC). Статистически значимых различий между группами по распределению результатов в соответствии со шкалой 2000 IKDC, как и по Lysholm Knee Scoring Scale, не выявлено ($p > 0,05$). Средние балльные оценки по шкале KOOS, свидетельствующие о наличии патологических симптомов повреждения коленного сустава, а также характеризующие спортивную активность, оказались статистически значимо ($p < 0,05$) выше у пациентов 1-й группы.

Заключение. ЛЭАТ из СПСМ является клинически эффективным дополнением анатомической антеградной реконструкции ПКС у пациентов с выраженной ротационной нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+), позволяющим не только повысить общую стабильность коленного сустава, но и снизить частоту неблагоприятных симптомов при сроках наблюдения более 21 мес с момента операции.

Ключевые слова: передняя крестообразная связка, латеральный экстраартикулярный тенodes, ротационная нестабильность коленного сустава, сухожилие полусухожильной мышцы

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Заяц В.В., Загородний Н.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Анатомическая антеградная пластика передней крестообразной связки коленного сустава с латеральным экстраартикулярным тенodesом трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:12-18. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04112>

ANATOMICAL ANTEROGRADE PLASTY OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT WITH LATERAL EXTRAARTICULAR TENODESIS FROM SEMITENDINOSUS TENDON

V.V. Zayats^{1*}, N.V. Zagorodniy², A.K. Dulaev¹, A.V. Dydykin¹

¹Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, L'va Tolstogo str., 6–8, Saint Petersburg, 197022, Russia;

²RUDN University, Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russia

Purpose of the study: to provide a scientific basis for the recommendations on clinical use of lateral extraarticular tenodesis (LEAT) from semitendinosus tendon (ST) graft as an additional element for knee stability in anterior cruciate ligament (ACL) anatomical antero-grade reconstruction.

Patients and methods. Treatment results were evaluated for 162 patients (mean age 27.2 ± 2.8) with marked rotational joint instability (Pivot shift test 3+) after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R). In 44 (27.2%) observations ACL-R was supplemented by LEAT from ST (group 1), in 118 (72.8%) the isolated anatomical antero-grade plasty of ACL was performed (group 2). Lysholm Knee Scoring Scale, KOOS and 2000 IKDC were used for the assessment of the results.

Results. Follow up period made up at least 2 years. Statistically significant differences between the groups were recorded in 21 months after intervention and later. In 43 (97.7%) patients from the 1st group and 111 (94.1%) patients from the 2nd group excellent and good results (A and B by 2000 IKDC) were achieved. In 1 (2.3%) and 7 (5.9%) patients the results were assessed as satisfactory (C by 2000 IKDC), respectively. No statistically significant differences between the groups were recorded by Lysholm Knee Scoring Scale and 2000 IKDC ($p > 0.05$). The average scores by KOOS that indicated the presence of pathological processes in the knee joint and characterized patient's sport activity were statistically ($p < 0.05$) better in patients from the 1st group.

Conclusion. LEAT from ST is a clinically effective supplement to the anatomical antero-grade ACL-R in patients with marked rotational joint instability (Pivot shift test 3+) that enables not only to improve the overall knee stability but also to reduce the rate of unfavorable symptoms at follow up terms over 21 months after operation.

Key words: anterior cruciate ligament (ACL), lateral extraarticular tenodesis (LEAT), rotational instability of the knee joint, semitendinosus tendon (ST)

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Zayats VV, Zagorodniy NV, Dulaev AK, Dydykin AV. Anatomical anterograde plasty of the anterior cruciate ligament with lateral extraarticular tenodesis from semitendinosus tendon. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:12-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04112>

Во всем мире растет число людей, которые ведут активный образ жизни, занимаясь спортом и физкультурой. Негативной стороной этого является увеличение распространенности спортивных травм, в том числе повреждений передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава. Частота разрывов ПКС в 2016 г. достигла 68,6 случая на 100 тыс. населения [1]. При таких повреждениях возникают патологические переднезадние и переднезадние ротационные смещения голени, особенно в момент ускоряющих, скручивающих или вальгусных нагрузок на коленный сустав [2]. Эти смещения приводят к вторичному разрушению внутрисуставных структур, являясь причиной развития артроза [3, 4]. Реконструкция ПКС стала повседневной процедурой при лечении передней нестабильности коленного сустава [5].

Однако даже корректно выполненная пластика ПКС не всегда обеспечивает должное восстановление внутренней ротационной стабильности коленного сустава [6–8]. В некоторых случаях это связано с тем, что разрывы ПКС часто сопровождаются дополнительными повреждениями латеральных внесуставных капсульно-связочных структур коленного сустава [9, 10]. Эти структуры обеспечивают внутреннюю ротационную стабильность большеберцовой кости, а вместе с ПКС предотвращают и переднезаднее смещение коленного сустава [11–13]. Изучение роли латеральных капсульно-связочных структур, а также возможностей их хирургического восстановления становится актуальным направлением современной спортивной хирургии коленного сустава [14–16].

Цель исследования: формулировка научно-обоснованных рекомендаций по клиническому применению латерального экстраартикулярного тенodesа (ЛЭАТ) трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы (СПСМ) как дополнительного элемента восстановления стабильности коленного сустава при анатомической антеградной пластике ПКС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты хирургического лечения 162 пациентов, которым в период с 2012 по 2017 г. была выполнена артроскопическая реконструкция ПКС. Возраст прооперированных варьировал от 18 до 40 лет, составив в среднем $27,2 \pm 2,8$ года. Во всех наблюдениях имел место полный разрыв ПКС с явлениями выраженной внутренней ротационной нестабильности коленного сустава, которая при оценке с помощью теста pivot-shift состав-

ляла 3+ условных балла, при этом у данных пациентов не было повреждений задней крестообразной или коллатеральных связок коленного сустава, сухожилия подколенной мышцы, клинически значимых разрывов менисков или дефектов внутрисуставного хряща.

Жалобы пациентов, функцию коленного сустава оценивали по шкалам Lysholm Knee Scoring Scale, KOOS, 2000 IKDS, проводили стандартное клиническое обследование и лучевую диагностику (рентгенографию коленного сустава в стандартных переднезадней, боковой и аксиальной проекциях, компьютерную томографию — КТ и магнитно-резонансную томографию — МРТ).

Все пациенты были прооперированы в сроки от 1 до 12 мес после травмы.

В 44 (27,2%) наблюдениях реконструкцию ПКС дополняли ЛЭАТ трансплантатом из СПСМ (1-я группа). У 118 (72,8%) человек проводили изолированную анатомическую антеградную пластику ПКС (2-я группа).

По возрасту и полу пациентов, срокам с момента травмы и ее механизмам группы были сопоставимы (табл. 1).

Реконструкцию ПКС выполняли костно-сухожильно-костным аутоотрансплантатом из связки надколенника (ВТВ), который проводили антеградно с учетом анатомического позиционирования костных каналов.

ВТВ-трансплантат готовили по стандартной методике из средней порции связки надколенника, выпиливая прямоугольные блоки, причем одному из них придавали форму трапеции для заклинивания в бедренном костном канале.

Бедренный костный канал формировали в проекции наружного мыщелка бедренной кости через отдельный разрез мягких тканей, проксимальнее наружной боковой связки, длиной 4,5–6 и 1–1,5 см

Табл. 1. Сравнительная характеристика групп исследования
Table 1. Comparative characteristics of the study groups

Характеристика	1-я группа	2-я группа	p
Возраст, годы	$26,4 \pm 2,7$	$25,4 \pm 4,9$	0,763
Мужчины	28	77	0,522
Женщины	16	41	0,511
Индекс массы тела, кг/м ²	$22,9 \pm 3,6$	$23,2 \pm 2,9$	0,840
Срок с момента травмы, мес	$14,4 \pm 2,1$	$12,3 \pm 4,1$	0,697
Спортивная травма	26	83	0,321
Другая травма	18	35	0,218

для пациентов 1-й группы и длиной 1–1,5 см для пациентов 2-й группы. При этом выходное отверстие канала на внутренней поверхности наружного мыщелка бедренной кости размещали в центре прикрепления нативной ПКС — у латерального бифуркационного гребня, ниже латерального межмыщелкового гребня.

Внутрисуставное отверстие большеберцового канала с учетом анатомического прикрепления ПКС формировали напротив задней крестообразной связки и латеральнее основания медиального возвышения большеберцовой кости.

ВТВ-трансплантат проводили антеградно через бедренный канал с импакцией в нем проксимального костного блока. После проведения дистального костного блока в большеберцовый канал натянутый трансплантат фиксировали в нем одним интерферентным винтом.

У пациентов 1-й группы ВТВ-трансплантат дополняли свободным аутооттрансплантатом из СПСМ, протянутым через специально сформированное отверстие в трапециевидном костном блоке и предназначенным для ЛЭАТ (рис. 1). У них же в наружном мыщелке большеберцовой кости в области бугорка Gerdy формировали дополнительный костный канал диаметром 4 мм, располагая его входное и выходное отверстия на расстоянии не менее 1 см друг от друга.

Первым устанавливали и фиксировали ВТВ-трансплантат. После заклинивания трапециевидного костного блока ВТВ-трансплантата в бедренном канале одновременно фиксировали и трансплантат из СПСМ, свободные концы которого проводили под наружной боковой связкой, а затем через отверстия костного канала наружного мыщелка большеберцовой кости навстречу друг другу. Концы трансплантата натягивали при нейтральной ротации голени и сгибании в коленном суставе около 30° и в этом положении подшивали каждый к противоположной порции в виде дубликатуры так, чтобы получалась замкнутая петля (рис. 2).

Послеоперационный период, реабилитационные мероприятия в обеих группах пациентов проводили по одинаковой методике, используемой после операций на ПКС.

Оценку результатов проводили в течение не менее 2 лет после хирургического вмешательства через каждые 2,5–3,5 мес.

Кроме анализа состояния коленного сустава, изучали продолжительность операции, длительность стационарного лечения, нетрудоспособности, режима возвращения к спортивной активности.

Статистическая обработка полученных данных выполнена в программе Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), версия 22 (SPSS Inc., США). Для общей характеристики исследуемых параметров использован метод описательной статистики. Проверку параметров в каждой выборке на нормальность распределения осуществляли по критерию Колмогорова–Смирнова. Для оценки статистической значимости различий средних значений ана-

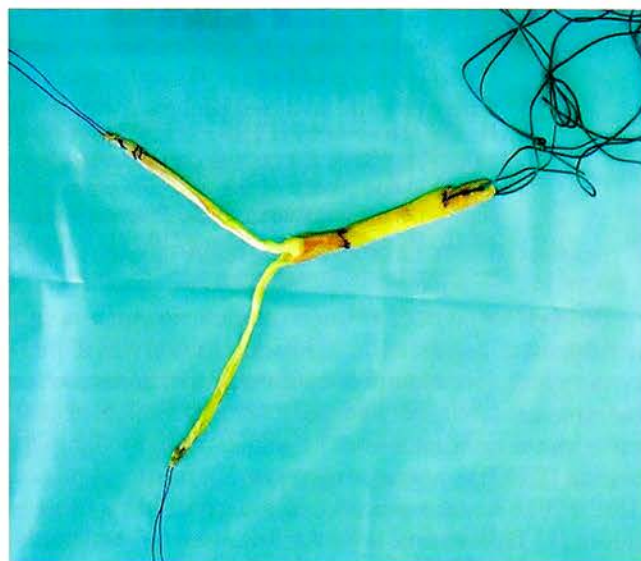


Рис. 1. Внешний вид трансплантата для пластики ПКС и ЛЭАТ у пациентов 1-й группы.

Fig. 1. View of the graft for ACL reconstruction and LEAT in patients from the 1st group.

лизируемых параметров у пациентов исследуемых групп использован *t*-критерий для независимых выборок (в связи с нормальным распределением исследуемых параметров). Различия признавали статистически значимыми при двустороннем $p < 0,05$. Результаты представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее значение, m — стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Инфекционных осложнений в группах не наблюдали, а по данным лучевых методов исследования констатировали стандартные рентгенологические изменения, которые соответствовали клинической картине.

Статистически значимые различия между группами были зарегистрированы по прошествии 21 мес и более после операции. Оценка итоговых результатов хирургического лечения показала, что у 43 (97,7%) пациентов 1-й группы и 111 (94,1%) — 2-й группы функция коленного сустава практически соответствовала нормальной: А (нормальная) и В (почти нормальная) по шкале 2000 IKDC. В остальных случаях были выявлены некоторые патологические изменения: С (функция нарушена) по шкале 2000 IKDC. Грубых нарушений функции коленного сустава (D по шкале 2000 IKDC) ни в одном случае не отмечено. Статистически значимых различий между группами по распределению результатов в соответствии со шкалой 2000 IKDC, как и по оценке Lysholm Knee Scoring Scale, не выявлено (табл. 2).

Изучение функционального состояния коленного сустава по интегральной шкале KOSS показало, что средняя балльная оценка, свидетельствующая о наличии патологических симптомов повреждения коленного сустава, а также средняя балльная оценка, характеризующая спортивную активность, оказались выше у пациентов 1-й группы (см. табл. 2).

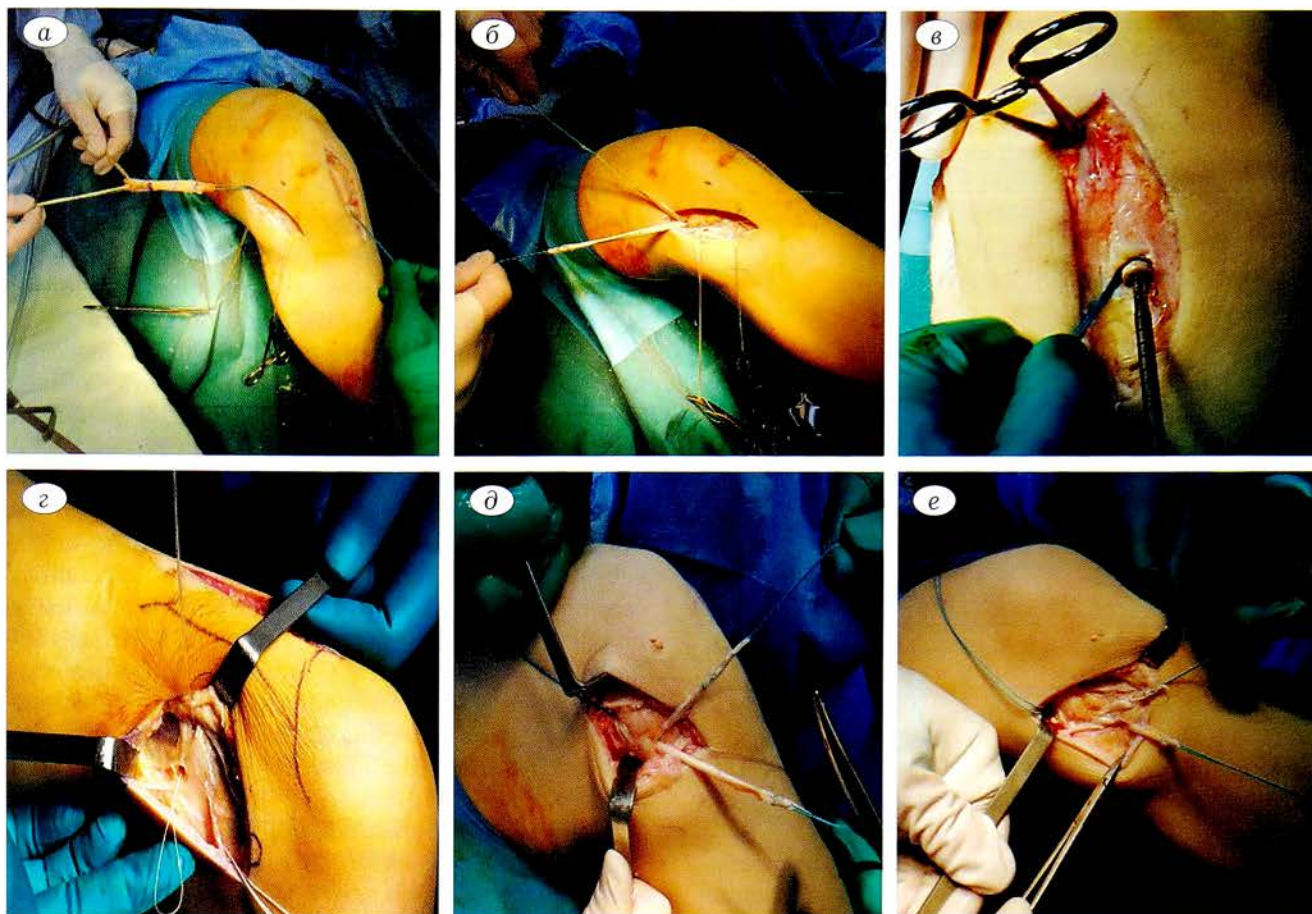


Рис. 2. Этапы операции у пациентов 1-й группы.

a — антеградное проведение комбинированного трансплантата; *б* — заклинивание проксимального костного блока с СПСМ в бедренном канале; *в* — фиксация ВТВ-трансплантата в большеберцовом канале; *г* — формирование костного канала в наружном мыщелке большеберцовой кости; *д* — проведение свободных концов трансплантата СПСМ под наружной боковой связкой; *е* — проведение свободных концов трансплантата СПСМ в костном канале наружного мыщелка большеберцовой кости и их натягивание.

Fig. 2. Steps of surgical intervention in group 1 patients.

a — anterograde insertion of the combined graft; *б* — wedging of the proximal bone block with ST in the femoral canal; *в* — fixation of BTB graft in the tibial canal; *г* — formation of the bone canal in the lateral tibial condyle; *д* — insertion of the ST graft free ends under the lateral collateral ligament; *е* — insertion of the ST graft free ends in the bone canal of the lateral tibial condyle and their stretching.

При оценке клинических результатов положительный тест Лахмана, соответствующий условному баллу 1+, в 1-й группе наблюдали только

у 3 (6,8%) пациентов против 24 (20,3%) пациентов — во 2-й ($p < 0,05$), а оценка теста pivot-shift соответствовала условному баллу 1+ у 2 (4,5%) и 24 (20,3%;

Табл. 2. Результаты оценки функционального состояния коленного сустава в отдаленном послеоперационном периоде (от 21 мес)

Table 2. Evaluation results for the knee joint functional condition in the late postoperative period (over 21 months)

Шкала	1-я группа	2-я группа	p
2000 IKDC			
A	31 (70,5%)	76 (64,4%)	0,424
B	12 (27,3%)	35 (29,7%)	0,492
C	1 (2,3%)	7 (5,9%)	0,325
KOSS, баллы			
Боль	78,2±2,4	81,7±1,1	0,108
Симптомы	85,6±1,1	79,3±1,3	<0,05
Ежедневная активность	89,3±1,3	87,9±0,5	0,128
Спортивная активность	67,2±1,1	60,7±1,4	<0,05
Качество жизни	71,1±1,4	66,3±0,5	0,381
Lysholm Knee Scoring Scale, баллы	95,1±1,8	91,4±2,1	0,248

Табл. 3. Результаты оценки клинической стабильности коленного сустава в группах в послеоперационном периоде (от 21 мес)**Table 3.** Evaluation results for the knee joint clinical stability by groups in the postoperative period (over 21 months)

Тест	1-я группа	2-я группа	p
Передний выдвижной ящик			
–	40 (90,9%)	101 (85,6%)	0,457
1+	3 (6,8%)	11 (9,3%)	0,457
2+	1 (2,3%)	6 (5,1%)	0,401
Тест Лахмана			
–	41 (93,2%)	90 (76,3%)	0,257
1+	3 (6,8%)	24 (20,3%)	<0,05
2+	0	4 (3,4%)	0,287
Pivot-shift			
–	42 (95,5%)	85 (72,0%)	0,168
1+	2 (4,5%)	24 (20,3%)	<0,05
2+	0	9 (7,6%)	<0,05

$p < 0,05$), 2+ — у 0 и 9 (7,6%; $p < 0,05$) соответственно (табл. 3).

Продолжительность хирургического вмешательства у пациентов 1-й группы оказалась на $26,1 \pm 4$ мин больше, чем у пациентов 2-й группы.

Длительность пребывания в стационаре, реабилитации, сроки нетрудоспособности и возвращения к спорту в группах не различались.

ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из основных причин неудовлетворенности пациентов результатами реконструкции ПКС является сохраняющаяся ротационная нестабильность коленного сустава [17]. Эта проблема может быть связана как с вертикальным положением трансплантата, так и с сохраняющейся посттравматической недостаточностью [18–20].

Иногда повреждения переднелатеральных структур коленного сустава сопровождаются отрывным переломом кортикальной пластинки от переднелатеральной поверхности проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, который впервые был описан Р. Segond в 1879 г. и, таким образом, визуализируется на рентгенограммах [12].

ЛЭАТ активно использовали в 70–80-х годах XX века для хирургического лечения передней нестабильности коленного сустава, однако высокая частота неудовлетворительных результатов (49–58%) заставила специалистов искать новые пути решения этой проблемы [21, 22]. Вскоре появились технологии внутрисуставной реконструкции ПКС, которые позволили в значительной степени увеличить переднюю стабильность и снизить частоту развития остеоартроза наружного отдела коленного сустава [23, 24]. Вместе с тем ни транстибиальная пластика ПКС, которая активно применялась хирургами до 2000-х годов, ни предложенные позднее технологии «анатомического» позиционирования трансплантата (в том числе двухпучковая реконструкция ПКС) не позволяют у отдельных пациентов достиг-

нуть достаточной передневноутренней ротационной стабильности коленного сустава [19, 25, 26]. ЛЭАТ стали применять вновь уже как дополнительный способ повышения эффективности внутрисуставной пластики ПКС [16, 22, 27].

В настоящем исследовании изучали пациентов с такими разрывами ПКС, которые сопровождались значительной, беспокоящей их внутренней ротационной нестабильностью коленного сустава, соответствующей условным 3+ баллам теста pivot-shift. Проведенный анализ показал в целом высокий клинический и функциональный результат в обеих группах, однако в отдаленном периоде, через 21 мес после операции, во 2-й группе статистически значимо ($p < 0,05$) чаще выявляли слабopоложительную гипермобильность коленного сустава по тесту Лахмана, а также внутреннюю ротационную нестабильность в пределах от 1+ до 2+ условных баллов теста pivot-shift. Сходные результаты были получены и в других исследованиях. Авторы также констатировали статистически значимые различия по результатам лечения пациентов с выполнением и без выполнения ЛЭАТ при анатомических реконструкциях ПКС, но в сроки от 12 или 15 мес после операции [16].

Снижение ротационной стабильности у пациентов 2-й группы, вероятно, возникавшее на фоне возвращения к обычным нагрузкам при полной амплитуде движений в коленном суставе, было связано с недостаточностью трансплантата ПКС для противодействия скручиванию, даже несмотря на его анатомическое, по мнению большинства авторов, более устойчивое к ротации, расположение. Установленный в центре сустава короткий трансплантат при несостоятельности переднелатерального капсульно-связочного комплекса не может препятствовать избыточному внутреннему вращению наружного мыщелка большеберцовой кости. Более эффективным в этом плане будет дополнительный трансплантат, расположенный вне сустава, непосредственно на наружных мыщелках бедренной и большеберцовой костей. Удерживая таким образом большеберцовую кость, препятствуя ее внутреннему вращению, ЛЭАТ выполняет вспомогательную протективную функцию по отношению к ВТВ-трансплантату, что предотвращает его повреждение при повторных травмах и избыточных нагрузках на коленный сустав [14, 16, 28]. L. Engebretsen и соавт. [29] установили, что ЛЭАТ значительно (до 43%) уменьшает ротационную нагрузку на трансплантат ПКС.

Таким образом, снижение частоты и выраженности патологических симптомов в коленном суставе, дискомфорта, синовита, утомляемости конечности, боли в коленном суставе и др. по шкале KOOS у пациентов 1-й группы могли быть обусловлены достигнутой в результате выполнения ЛЭАТ более выраженной ротационной стабильностью. Кроме того, пациенты 1-й группы чаще и более эффективно возвращались к занятиям футболом, баскетболом, волейболом, дзю-до, самбо и другими вида-

ми спорта, ассоциированными с высокоэнергетическими нагрузками на коленный сустав ($p < 0,05$).

Увеличение длительности хирургического вмешательства у пациентов 1-й группы было связано с дополнительными этапами по подготовке и установке трансплантата для ЛЭАТ (выделение и обшивание концов СПСМ, проведение его через костный блок ВТВ-трансплантата, проведение трансплантата для ЛЭАТ под наружной боковой связкой, затем в костный канал наружного мыщелка большеберцовой кости, его натяжение и фиксация).

Вместе с тем использованная у пациентов 1-й группы технология ЛЭАТ не увеличивает затрат на имплантаты и имеет перспективы по сокращению общего времени операции за счет оптимизации рабочих процессов, например если подготовку трансплантатов ассистентом проводить одновременно с артроскопической обработкой коленного сустава и формированием костных каналов для ЛЭАТ и установки ВТВ-трансплантата.

Исходя из результатов нашего исследования, можно говорить о двух основных причинах дополнять «анатомическую» пластику ПКС ЛЭАТ: наличие выраженной внутренней ротационной нестабильности и необходимость «защиты» ВТВ- или ST-трансплантата от повреждений в будущем.

Таким образом, рекомендовать проведение ЛЭАТ можно пациентам:

- с выраженной ротационной нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+);
- занимающимся агрессивными видами спорта;
- моложе 20–21 года в силу вероятности значительных функциональных нагрузок в будущем;
- с разрывами ранее установленного трансплантата ПКС.

Условия успешного выполнения ЛЭАТ:

- достаточная длина трансплантата;
- состоятельность заднелатерального капсульно-связочного комплекса коленного сустава пациента;
- отсутствие признаков артроза латерального отдела коленного сустава или предрасполагающих к этому факторов (в том числе повреждение наружного мениска, «вальгусное колено» и т.д.).

Несоблюдение этих правил может стать причиной быстрого прогрессирования дегенеративных изменений в суставе, обусловить появление болевого синдрома и формирование разгибательной контрактуры коленного сустава [27].

ВЫВОДЫ

1. Латеральный экстраартикулярный тенодез трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы является эффективным дополнением анатомической антеградной реконструкции передней крестообразной связки у пациентов с нестабильностью коленного сустава (тест pivot-shift 3+), позволяющим не только повысить общую стабильность коленного сустава ($p < 0,05$), но и снизить частоту неблагоприятных симптомов ($p < 0,05$) при сроках наблюдения более 21 мес с момента операции.

2. Объединение трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы и ВТВ-трансплантата позволяет использовать бедренный канал в качестве общей точки фиксации при антеградной анатомической реконструкции передней крестообразной связки, а трансоссальное проведение сухожилия полусухожильной мышцы в наружном мыщелке большеберцовой кости дает возможность эффективно выполнить латеральный экстраартикулярный тенодез без использования дополнительных имплантатов.

3. Дополнение «анатомической» пластики передней крестообразной связки латеральным экстраартикулярным тенодезом с использованием сухожилия полусухожильной мышцы целесообразно у пациентов, имеющих выраженную внутреннюю ротационную нестабильность, и/или при необходимости снизить риск повреждения установленного ВТВ-трансплантата в будущем.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Sanders T.L., Maradit Kremers H., Bryan A.J. et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502–1507. <https://doi.org/10.1177/0363546516629944>.
2. Waite J.C., Beard D.J., Dodd C.A.F. et al. In vivo kinematics of the ACL deficient limb during running and cutting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:377–384. <https://doi.org/10.1007/s00167-004-0569-6>.
3. Louboutin H., Debarge R., Richou J. et al. Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: a review of risk factors. *Knee.* 2009;16:239–244. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.11.004>.
4. Neuman P., Englund M., Kostogiannis I. et al. Prevalence of tibiofemoral osteoarthritis 15 years after nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2008;36:1717–1725. <https://doi.org/10.1177/0363546508316770>.
5. Coppens E., Gard S., Ziltener J.L. et al. Return to sport and to competition after anterior cruciate ligament reconstruction. *Rev Med Suisse.* 2018;14(613): 340–345.
6. Заяц В.В. Технологии анатомической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава: возможности и преимущества. Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова. 2018;25(1):28–34. [Zayats V.V. Technology of anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee joint: opportunities and benefits. The Scientific Notes of the I.P. Pavlov St. Petersburg State Medical University. 2018;25(1):28–34. (in Russ.)]. <https://7.doi.org/10.24884/1607-4181-2018-25-1-28-34>.
7. Ristanis S., Stergiou N., Patras K. et al. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(11):1323–1329. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.08.032>.
8. Georgoulis A.D., Ristanis S., Chouliaras V. et al. Tibial rotation is not restored after ACL reconstruction with a hamstring graft. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;454:89–94. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e31802b4a0a>.
9. Vincent J.-P., Magnussen R.A., Gezmez F. et al. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:147–152. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1580-3>.
10. Kennedy M.I., Claes S., Fuso F.A. et al. The anterolateral ligament: an anatomic, radiographic, and biomechanical analysis. *Am J Sports Med.* 2015;43:1606–1615. <https://doi.org/10.1177/0363546515578253>.

11. Caterine S., Litchfield R., Johnson M. et al. A cadaveric study of the anterolateral ligament: re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3186–3195. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3117-z>.
12. Ségon P. Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. *Prog Méd.* 1879;16:295–422.
13. Dodds A.L., Halewood C., Gupta C.M. et al. The anterolateral ligament: anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone Joint J.* 2014;96-B:325–331. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B3.33033>.
14. Duthon V.B., Magnussen R.A., Servien E. et al. ACL reconstruction and extra-articular tenodesis. *Clin Sports Med.* 2013;32(1):141–153. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.08.013>.
15. Wascher D.C., Lording T.D., Neyret P. Extra-articular procedures for the ACL-deficient knee: a state of the art review. *JISAKOS.* 2016; 1: 174–82.
16. Devitt B.M., Bell S.W., Ardern C.L. et al. The role of lateral extra-articular tenodesis in primary anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis and best-evidence synthesis webster. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(10):2325967117731767. <https://doi.org/10.1177/2325967117731767>.
17. Kocher M.S., Steadman J.R., Briggs K. et al. Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg.* 2002;84(9):1560–1572.
18. Заяц В.В., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. и др. Анализ эффективности технологий артроскопической пластики передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2017;176(2):77–82. [Zayats V.V., Dulaev A.K., Dydykin A.V. et al. Analysis of efficacy of arthroscopic plasty technologies of anterior cruciform ligament of knee joint based on anatomical position of autograft. *Vestnik Khirurgii imeni I.I. Grekova.* 2017;176(2):77–82. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-2-77-82>.
19. Loh J.C., Fukuda Y., Tsuda E. et al. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy.* 2003;19:297–204. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50084>.
20. Claes S., Vereecke E., Maes M. et al. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013;223(4):321–328. <https://doi.org/10.1111/joa.12087>.
21. Neyret P., Palomo J.R., Donell S.T., Dejour H. Extra-articular tenodesis for anterior cruciate ligament rupture in amateur skiers. *Br J Sports Med.* 1994;28:31–34.
22. Dodds A.L., Gupta C.M., Neyret P. et al. Extra-articular techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(11):1440–1448. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.27632>.
23. Jarvela A., Nyssönen M., Kannus P. et al. Bone-patellar tendon-bone reconstruction of the anterior cruciate ligament. A long-term comparison of early and late repair. *Int Orthop.* 1999;23:2272–31.
24. Lebel B., Hulet C., Galaud B. et al. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament using bone-patellar tendon-bone autograft: a minimum 10-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2008;36:1275–1282.
25. Заяц В.В., Дулаев А.К., Загородний Н.В. и др. Антеградное проведение костно-сухожильно-костного аутоотрансплантата при анатомической пластике передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2017;176(6):49–54. [Zayats V.V., Dulaev A.K., Zagorodniy N.V. et al. Antegrade bone-tendon-bone autotransplant performance in anatomical plasty of anterior cruciate ligament of the knee joint. *Vestnik Khirurgii imeni I.I. Grekova.* 2017;176(6):49–54. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-6-49-54>.
26. Lee M.C., Seong S.C., Lee S. et al. Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2007;23:771–778. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2007.04.016>.
27. Magnussen R.A., Jacobi M., Demey G. et al. Lateral extra-articular augmentation of ACL reconstruction. *Tech Knee Surg.* 2011;10:224–230.
28. Rezende F.C., de Moraes V.Y., Martimbiano A.L. et al. Does combined intra- and extraarticular ACL reconstruction improve function and stability? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:2609–2618. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4285-y>.
29. Engebretsen L., Lew W.D., Lewis J.L., Hunter R.E. The effect of an iliotibial tenodesis on intraarticular graft forces and knee joint motion. *Am J Sports Med.* 1990;18:169–176. <https://doi.org/10.1177/036354659001800210>.

Сведения об авторах: Заяц Виталий Викторович* — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, рук. травматолого-ортопедического отделения НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, e-mail: zaiatc.vitalii@gmail.com; Загородний Николай Васильевич — доктор мед. наук, проф., зав. кафедрой травматологии и ортопедии РУДН; Дулаев Александр Кайсинович — доктор мед. наук, проф., зав. кафедрой травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, рук. отдела травматологии и ортопедии НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, рук. городского центра неотложной хирургии позвоночника, руководитель отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института им. И.И. Джанелидзе; Дыдыкин Андрей Валерьевич — доктор мед. наук, проф. кафедры травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.

Для контактов: Загородний Н.В. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

Information about the authors: Zayats V.V. * — Cand. Of Sci. (Med.), assistant professor, chair of traumatology and orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University; head, trauma and orthopaedic department, Research Institute for Surgery and Emergency Medicine, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, e-mail: zaiatc.vitalii@gmail.com; Zagorodniy N.V. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University; Dulaev A.K. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the chair of traumatology and orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, head of the section of traumatology and orthopaedics, Research Institute for Surgery and Emergency Medicine, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, head of the city center for emergent spine surgery, head of the department of traumatology, orthopaedics and vertebrology, Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute; Dydykin A.V. — Dr. of Sci. (Med.), professor, chair of traumatology and orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University.

Contact: Zagorodniy N.V. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ХИРУРГИИ ДЕФОРМАЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

А.А. Кулешов¹, М.С. Ветрилэ^{1*}, А.Н. Шкарубо², В.В. Доценко¹, Н.А. Еськин¹, И.Н. Лисянский¹,
С.Н. Макаров¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; ²ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия

Цель исследования: обобщение собственного опыта применения метода трехмерного биомоделирования и изготовления индивидуальных металлоконструкций при оперативном лечении деформаций позвоночника различной локализации и этиологии, оценка его преимуществ, возможностей и эффективности.

Пациенты и методы. В период с 2011 по 2018 г. трехмерные модели позвоночника были изготовлены для 52 пациентов с различными деформациями позвоночника: с врожденной многоплоскостной деформацией позвоночника (n=20), с деформацией верхнешейного отдела позвоночника (n=12), со спондилолистезом III–IV степени (n=10), с нейрогенным сколиозом (n=8), с нейрофиброматозом (n=2). Трехмерные модели изготавливали в масштабе 1:1 методом стереолитографии на основании компьютерной модели, выполненной по данным спиральной компьютерной томографии. Во всех случаях трехмерные модели использовали для предоперационного планирования, включая предполагаемую коррекцию деформации, декомпрессию и фиксацию позвоночника. На основании выполненных трехмерных моделей позвоночника в 26 случаях были изготовлены индивидуальные металлоконструкции для коррекции деформации и фиксации соответствующего отдела позвоночника: пластины для передней фиксации верхнешейного отдела позвоночника, шейно-грудного перехода, пластины и кейджи для фиксации пояснично-крестцового отдела позвоночника и имплантаты для выполнения позвоночно-тазовой фиксации.

Результаты. Во всех случаях применение биомodelей позвоночника позволило получить существенную дополнительную информацию как при предоперационном планировании, так и во время операции. Отдаленный период наблюдения за пациентами составил 3 года. У всех пациентов операции по декомпрессии невралических структур и коррекции деформаций дали хорошие клинические и рентгенологические результаты. Применение индивидуальных имплантатов позволило достичь стабильной фиксации позвоночника во всех случаях, за исключением 3, в которых пришлось удалить имплантаты из-за инфекционных осложнений (n=1) и проблем с заживлением послеоперационной раны (n=2). **Заключение.** Полноразмерные объемные модели позвоночника при деформациях различной этиологии позволяют более полно оценить характер деформации, выполнять предоперационное планирование. Трехмерные объемные модели и компьютерное моделирование делают возможным изготовление индивидуальных металлоконструкций для фиксации позвоночника, что особенно актуально при тяжелых деформациях позвоночника.

Ключевые слова: аддитивные технологии, стереолитография, деформация позвоночника, 3D-печать, индивидуальные имплантаты

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без грантовой поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Шкарубо А.Н., Доценко В.В., Еськин Н.А., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Аддитивные технологии в хирургии деформаций позвоночника. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:19-29. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04119>

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN SURGICAL TREATMENT OF SPINAL DEFORMITIES

A.A. Kuleshov¹, M.S. Vetrile^{1*}, A.N. Shkarubo², V.V. Docenko¹, N.A. Es'kin¹, I.N. Lisyanskiy¹,
S.N. Makarov¹

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

²N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russia

Purpose of study: to summarize the experience in three-dimensional biomodeling and custom made metal constructions for surgical treatment of spinal deformities of different localization and etiology, evaluate its advantages, potentialities and efficacy.

Patients and methods. During the period from 2011 to 2018 three-dimensional (3D) custom-made spinal models were used in 52 patients with different spinal deformities: congenital multilevel spinal deformity (n=20), upper cervical spine deformities (n=12), III–IV degree of spondylolisthesis (n=10), neurogenic scoliosis (n=8), neurofibromatosis (n=2). 3D models were created in scale 1:1 by stereolithographic technique on the basis of computer model designed by spiral CT results. In all cases 3D models were used for preoperative planning including the intended deformity correction, decompression and spine fixation. In 26 cases 3D spinal models were used to manufacture the custom made metal constructions for the deformity correction and spine fixation: plates for the upper cervical spine anterior fixation, cervicothoracic junction, plates and cages for lumbosacral fixation, and implants for spinopelvic fixation.

Results. In all cases the use of spine bio models enabled to achieve important additional information at preoperative planning and intraoperatively. Long-term follow up made up 3 years. After neural structures decompression and deformity correction good clinical and roentgenologic results were observed in all patients.

Use of custom made implants ensured stable spine fixation in all cases with the exception of 3 patients in whom the implants were removed due to infectious complication (n=1) and poor postoperative wound healing.

Conclusion. *In deformities of different etiology the full-scale spine models provide better assessment of the deformity pattern and preoperative planning. 3D models and computer modeling make possible the manufacture of individual metal constructions for spine fixation that is especially topical in severe deformities.*

Key words: additive technologies, stereolithography, spine deformity, 3D-printing, custom made implants

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Kuleshov AA, Vetrile MS, Shkarubo AN, Docenko VV, Es'kin NA, Lisyanskiy IN, Makarov SN. Additive technologies in surgical treatment of spinal deformities. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:19-29. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04119>

Аддитивные технологии (additive manufacturing) относятся к одному из быстрорастущих сегментов современной промышленности, который все чаще находит применение в медицине. К аддитивным технологиям относится биомоделирование — создание высокоточной виртуальной или реальной модели интересующей области человеческого организма на основе данных лучевой диагностики, как правило, компьютерной томографии (КТ). Применение трехмерных моделей показало высокую эффективность в различных областях медицины — в челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии, ортопедии [1–4]. Применение биомоделирования в травматологии и ортопедии, и в частности в вертебрологии, позволяет более четко визуализировать характер деформаций скелета, осуществлять предоперационное планирование, подбор имплантатов [4–7]. В зарубежной литературе имеются сообщения о трехмерной печати как индивидуальных анатомических моделей, так и индивидуальных имплантатов, протезов и др. В отечественной литературе есть лишь единичные сообщения о применении аддитивных технологий в изготовлении индивидуальных имплантатов в хирургии позвоночника [8–11].

Цель исследования: обобщение собственного опыта применения метода трехмерного биомоделирования и изготовления индивидуальных металлоконструкций при оперативном лечении деформаций позвоночника различной локализации и этиологии, оценка его преимуществ, возможностей и эффективности.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Компьютерное моделирование и лазерная стереолитография у пациентов, нуждающихся в операциях на позвоночнике, применяются нами с 2011 г. С 2011 по 2018 г. выполнено 52 модели позвоночника для пациентов с различной патологией: с врожденной многоплоскостной деформацией позвоночника ($n=20$), деформацией верхнешейного отдела позвоночника ($n=12$), спондилолистезом III–IV степени ($n=10$), нейрогенным сколиозом ($n=8$); для 2 пациентов с нейрофиброматозом и вторичной деформацией пояснично-крестцового отдела позвоночника изготовлены модели пояснично-крестцового отдела и части подвздошных костей.

Трехмерные модели изготавливали в масштабе 1:1 методом стереолитографии на основании выполненной по данным спиральной КТ компьютерной модели. КТ-сканирование проводили с толщиной среза не более 1 мм. Результаты КТ, сохраненные в файлах медицинского изображения DICOM, пересылали на предприятие ООО «Конмет» (Россия), где осуществлялись подготовка компьютерной трехмерной модели и техническое изготовление непосредственно самих объемных моделей.

Во всех случаях трехмерные модели использовали для предоперационного планирования, включая предполагаемую коррекцию деформации, декомпрессию невралгических структур и фиксацию позвоночника. В ряде случаев при тяжелых врожденных деформациях позвоночника трехмерные модели стерилизовали и применяли непосредственно во время операции, чтобы лучше ориентироваться в аномальной анатомии позвоночника.

В 1 случае у пациента с краниовертебральной дисплазией и ротационным подвывихом позвонка C_1 на основании трехмерной модели были выполнены направляющие для проведения винтов в позвонки C_1 и C_{II} (рис. 1).

Индивидуальные металлоконструкции на основании данных трехмерного моделирования. На основании полученных трехмерных моделей позвоночника в 26 случаях были выполнены индивидуальные металлоконструкции для коррекции деформации и фиксации соответствующего отдела позвоночника. Все имплантаты были изготовлены на предприятии «Конмет», материалом во всех случаях служил титан Ti-6Al-4V ELI.

Для 7 пациентов с патологией верхнешейного отдела позвоночника различной этиологии были изготовлены индивидуальные пластины для передней фиксации позвонков: C_1-C_{II} ($n=4$, рис. 2, а, б), C_1-C_{III} ($n=2$, рис. 2, в–д) и C_1-C_{IV} ($n=1$; рис. 2, е). На все изготовленные пластины получены патенты Российской Федерации на изобретение [12–15].

Для 4 пациентов изготовлены индивидуальные имплантаты для передней фиксации области шейно-грудного перехода. Во всех случаях имелась грубая кифотическая деформация шейно-грудного перехода, в 2 случаях — в сочетании со стенозом позвоночного канала и неврологической симптоматикой (рис. 3). Нозология у данных пациентов была

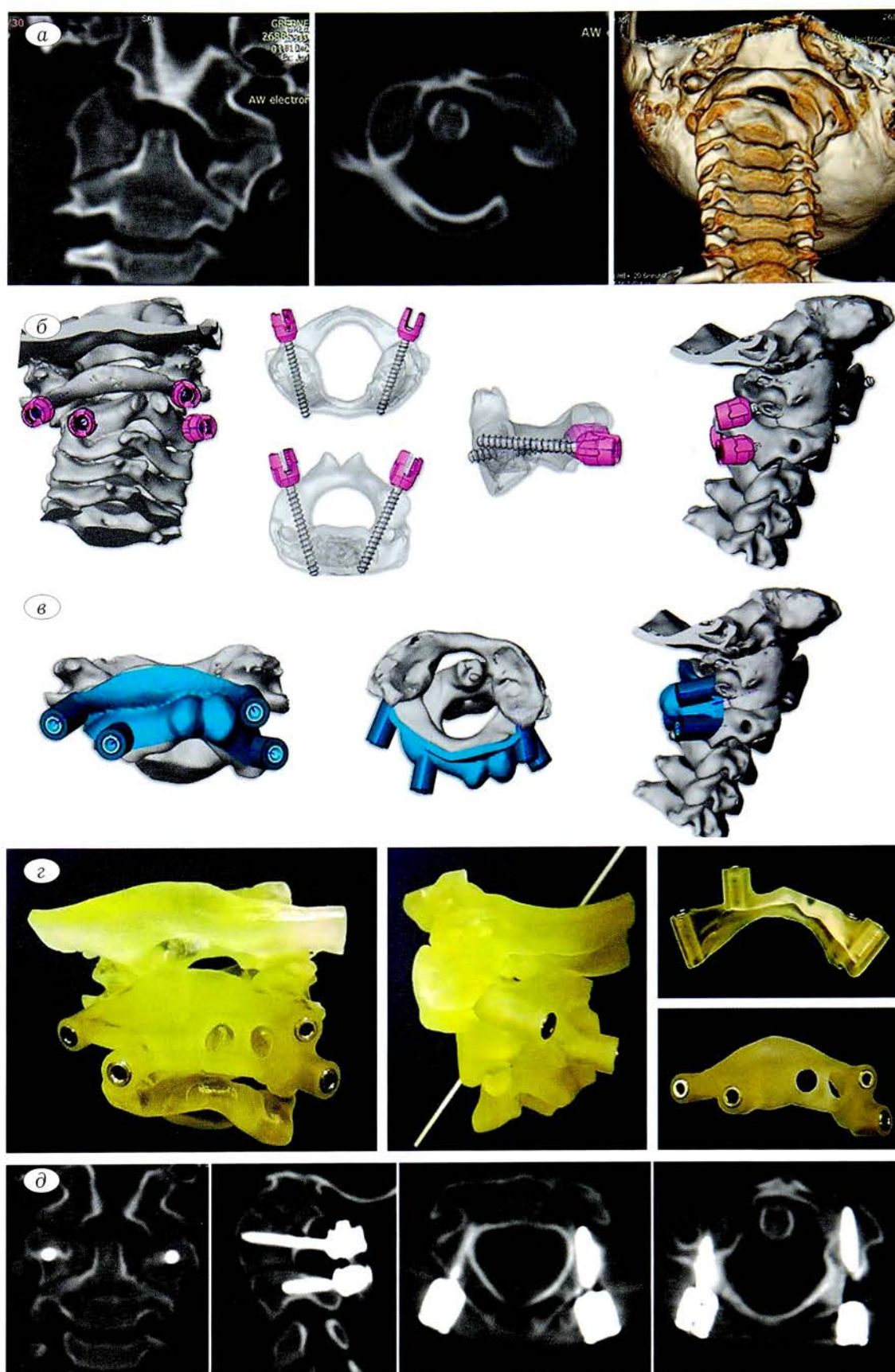


Рис. 1. Дисплазия шейного отдела позвоночника, ротационный подвывих позвонка C_1 у пациента Г., 8 лет.
 а — данные КТ до операции, дислокация позвонка C_1 ; б — компьютерное моделирование положения винтов; в — компьютерное моделирование шаблонов для введения винтов; г — стереолитографическая модель с шаблонами; д — данные КТ после операции, правильное положение винтов в позвонках C_1 и C_2 , устранение смещения позвонка C_1 .

Fig. 1. Cervical spine dysplasia, C1 rotatory subluxation in patient G., 8 years old.
 а — preoperative CT, C1 dislocation; б — computer modeling of screw position; в — computer modeling of templates for screw insertion; г — stereolithographic model with templates; д — postoperative CT, proper position of screws within C1 and C2, elimination of C1 dislocation.



Рис. 2. Различные виды пластин для передней атлантоаксиальной и атлантосубаксиальной фиксации позвоночника. Объяснения в тексте.

Fig. 2. Different types of plates for anterior atlantoaxial and atlantodental spine fixation. Explanations in the text.

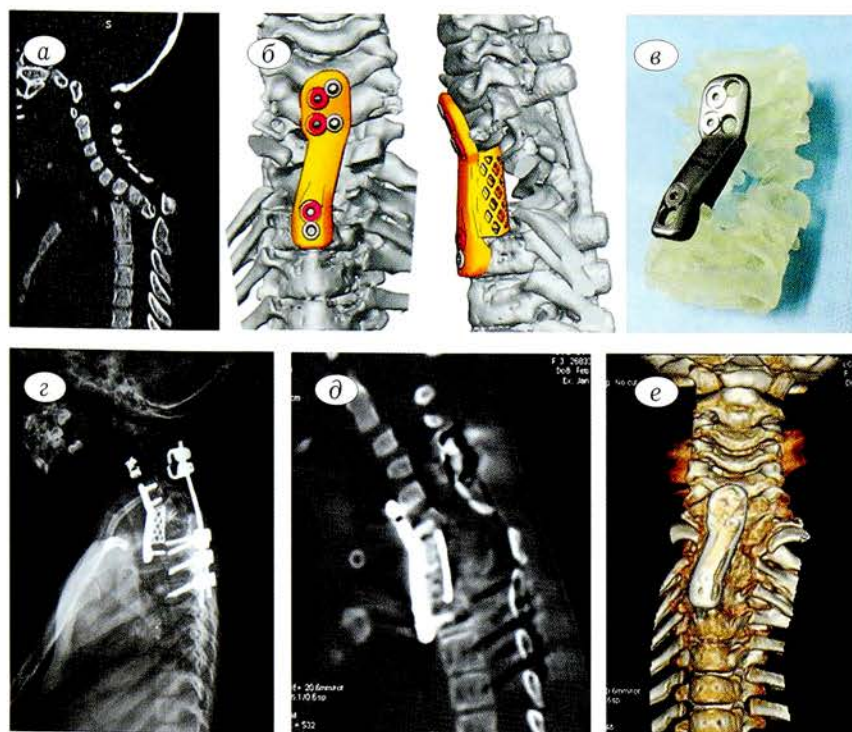


Рис. 3. Аномалия развития шейного и грудного отделов позвоночника, синдром Клиппель-Фейля, врожденный вывих позвонка Th₁, шейно-грудная инклинация со стенозом позвоночного канала, миелопатия у пациентки Л., 3 лет. а — данные КТ до операции; б — компьютерное моделирование пластины с телозамещающим имплантатом; в — стереолитографическая модель и пластина с телозамещающим имплантатом; г-е — рентгенограмма и данные КТ после хирургического лечения.

Fig. 3. Abnormality of cervical and thoracic spine development, Klippel-Feil syndrome, congenital Th₁ dislocation, thoracic cervical inclination with spinal canal stenosis, myelopathy in patient L., 3 years old. а — preoperative CT; б — computer modeling of the plate with body replacement implant; в — stereolithographic model and plate with body replacement implant; г-е — postoperative roentgenogram and CT.

различной: врожденная аномалия развития позвоночника, спондилоэпифизарная дисплазия и постламинэктомическая деформация.

У 1 пациента с нейрофиброматозом имелись нейрофибромы в области крестца, обусловившие истончение костной ткани крестца и тазовых костей, что привело к нарушению опорной функции крестца. По стереолитографическим моделям были спроектированы и изготовлены индивидуальные имплантаты для позвоночно-тазовой фиксации. Данные имплантаты имеют форму протяженных пластин, изготовленных таким образом, что внутренние контактные поверхности плотно прилегают к гребню подвздошной кости и части наружной и внутренней поверхности подвздошной кости. Точное анатомиче-

ское соответствие имплантатов и подвздошной кости позволяет осуществить стабильную опорную фиксацию позвоночника посредством соединения стандартно установленной на нем металлоконструкции с опорными тазовыми пластинами (рис. 4) [16, 17].

Аналогичные металлоконструкции были изготовлены на основании трехмерных моделей у 4 пациентов с нейромышечным сколиозом, сопровождающимся декомпенсацией баланса туловища и перекосом таза. В 10 случаях у пациентов со спондилолистезом III–IV степени, которым первым этапом выполнялась дорсальная декомпрессия невральных структур с частичным вправлением смещенного позвонка, были спроектированы и выполнены на основании трехмерных моделей

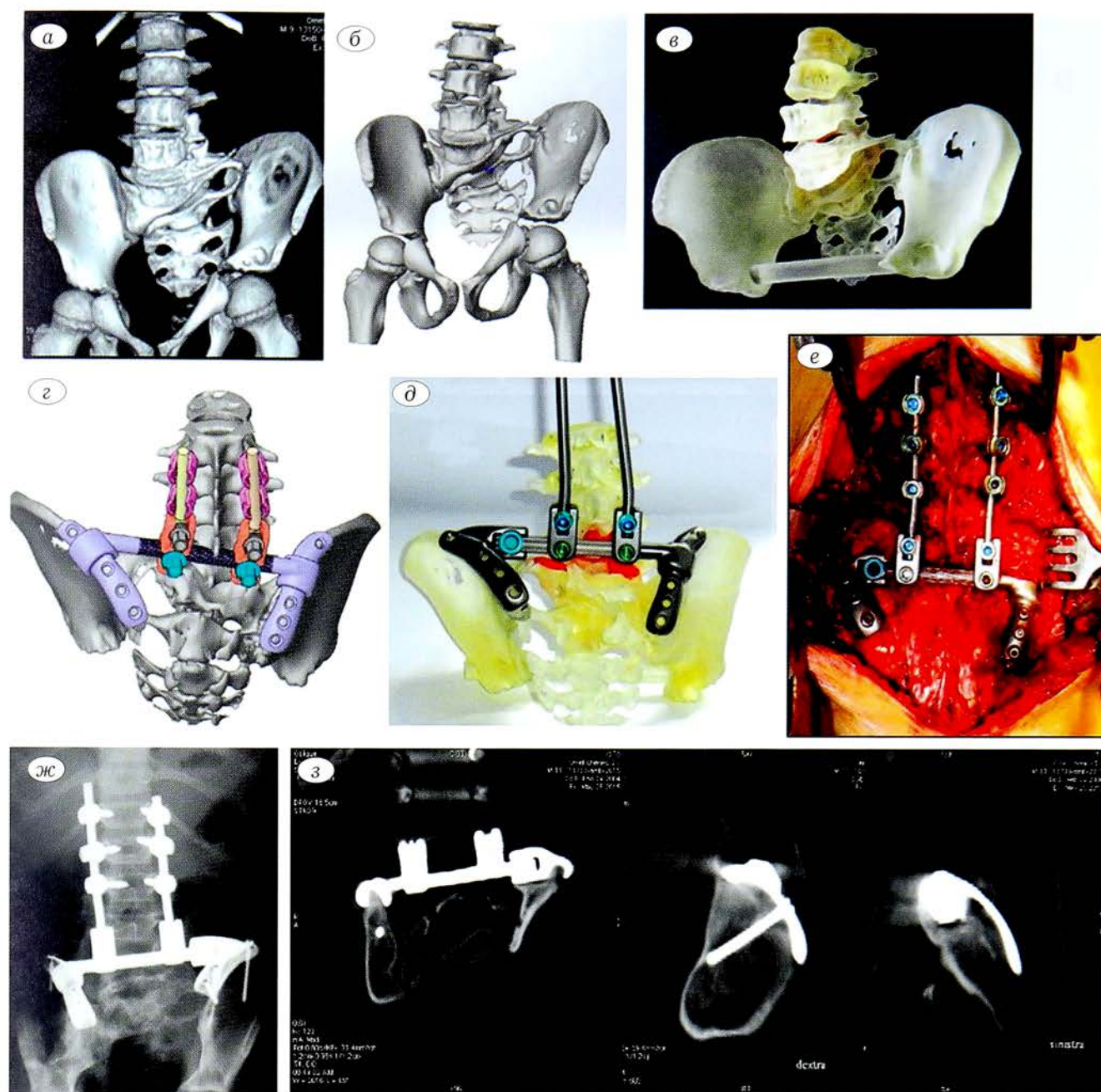


Рис. 4. Нейрофиброматоз, деформация пояснично-крестцового отдела позвоночника, атрофия от давления позвонка L_5 , крестца и костей таза у пациента О., 9 лет.

а — КТ-реконструкция пояснично-крестцового отдела позвоночника и таза; б — компьютерная модель; в — стереолитографическая модель; г — компьютерное моделирование индивидуального имплантата для выполнения позвоночно-тазовой фиксации; д — симуляционная операция: установка индивидуального имплантата на объемную модель; е — установка имплантата во время операции; рентгенограмма (ж) и данные КТ (з) после выполнения позвоночно-тазовой фиксации индивидуальным имплантатом.

Fig. 4. Neurofibromatosis, lumbosacral spine deformity atrophy due to L_5 , sacrum and pelvic bones compression in patient O., 9 years old. а — CT-reconstruction of lumbosacral spine and pelvis; б — computer model; в — stereolithographic model; г — computer modeling of custom made implant for spinopelvic fixation; д — simulation operation: placement of the custom made implant on the 3D model; е — intraoperative insertion of the implant; roentgenogram (ж) and CT (з) after spinopelvic fixation with custom made implant.

индивидуальные пластины ($n=2$) и цилиндрические кейджи ($n=8$), при помощи которых вторым этапом выполнена передняя фиксация позвонков L_5-S_1 (рис. 5).

Кроме перечисленных, все изготовленные объемные биомодели позвоночника использовались в качестве обучающего материала для ординаторов и аспирантов. Биомодели шейного отдела позвоночника служили также материалом для эксперимен-

тальной работы по изучению различных методов инструментальной фиксации позвонков C_1-C_{II} [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех случаях применение биомodelей позвоночника позволило получить существенную дополнительную информацию как при предоперационном планировании, так и во время операции. Планирование объема декомпрессии и остеотомии на трех-

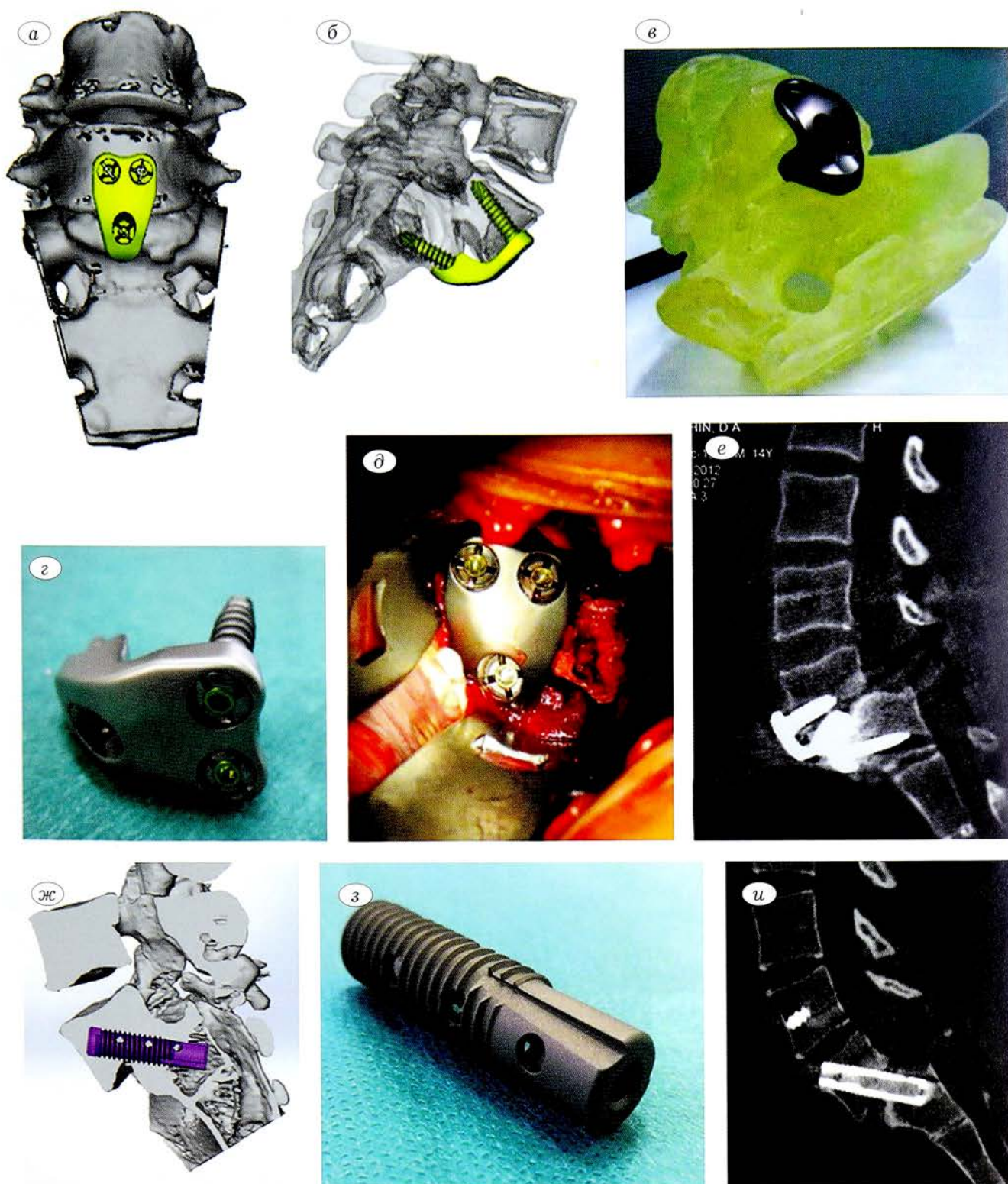


Рис. 5. Индивидуальные имплантаты, применяемые при лечении спондилолистеза.

а — компьютерное моделирование индивидуальной передней пластины L_5-S_1 ; б — стереолитографическая модель с установленной пластиной; в — интраоперационный вид после установки пластины; г, з — данные КТ после установки пластины L_5-S_1 ; д — компьютерное моделирование индивидуального кейджа L_5-S_1 ; внешний вид кейджа (е, и) и данные КТ после его установки (ж).

Fig. 5. Custom made implants for spondylolisthesis.

а — computer modeling of the custom made L_5-S_1 anterior plate; б — stereolithographic model with the mounted plate; в — intraoperative plate placement; г — CT after L_5-S_1 plate placement; д — computer modeling of the custom made L_5-S_1 cage; view of the cage (е) and CT after its placement (ж).

мерных моделях было, на наш взгляд, полезным при выполнении операций, особенно в случае тяжелых деформаций позвоночника и сложных анатомических взаимоотношений.

Изготовленные для пациента с дисплазией краниовертебральной области и ротационным подвывихом специальные направляющие для установки винтов позволили выполнить успешную

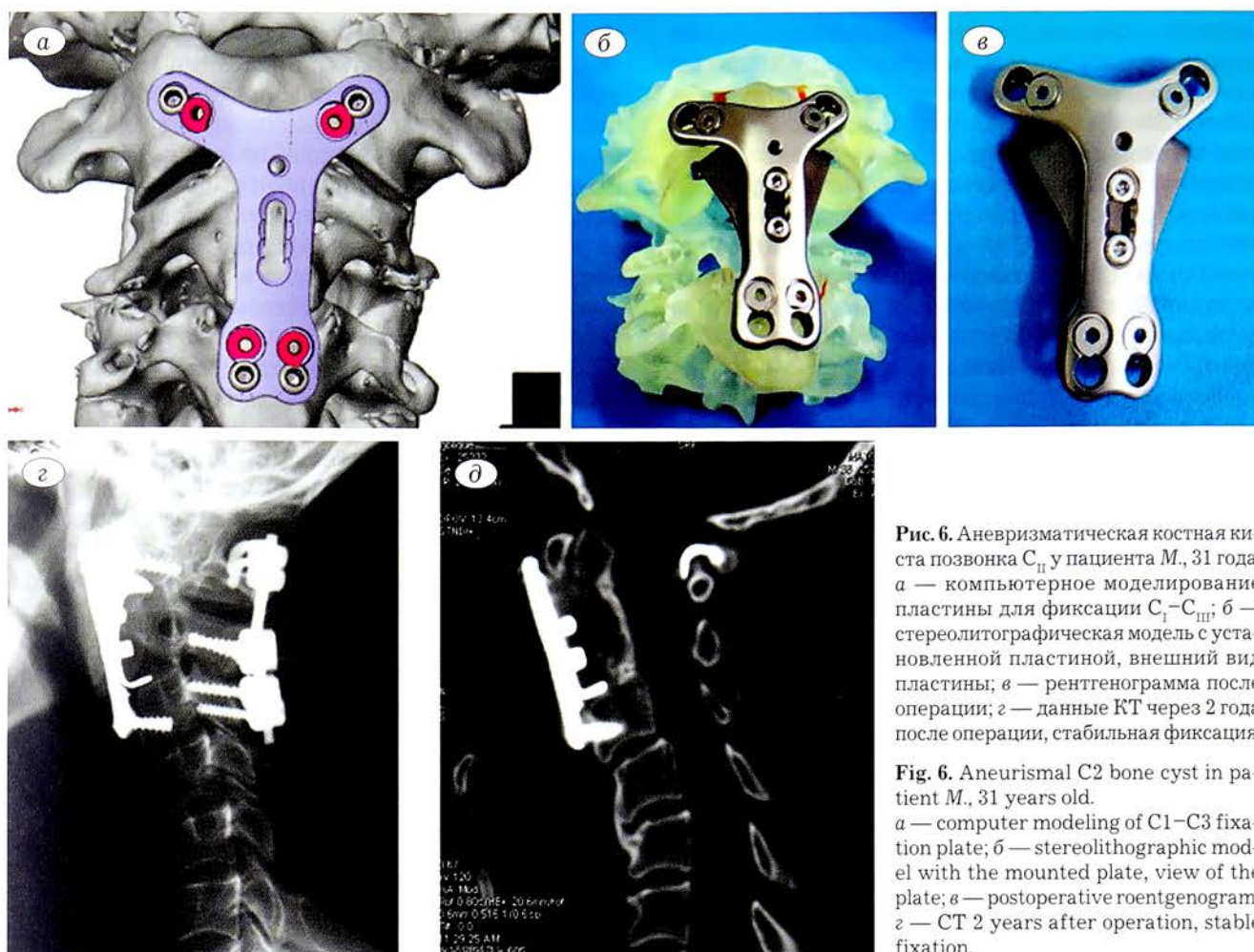


Рис. 6. Аневризматическая костная киста позвонка C_{II} у пациента М., 31 года. а — компьютерное моделирование пластины для фиксации C_1 – C_{III} ; б — стереолитографическая модель с установленной пластиной, внешний вид пластины; в — рентгенограмма после операции; г — данные КТ через 2 года после операции, стабильная фиксация.

Fig. 6. Aneurysmal C2 bone cyst in patient M., 31 years old. а — computer modeling of C1–C3 fixation plate; б — stereolithographic model with the mounted plate, view of the plate; в — postoperative roentgenogram; г — CT 2 years after operation, stable fixation.

фиксацию позвонков C_1 – C_{II} и устранить вывих (см. рис. 1).

Ввиду разнородности клинического материала и используемых технологий, а также выраженных индивидуальных особенностей в каждом клиническом случае анализ результатов не носит обобщающий характер.

Применение индивидуально изготовленных имплантатов. На основании моделей позвоночника для 26 пациентов изготовлены индивидуальные металлоконструкции и проведена симуляция операции и установки металлоконструкции *in vitro*. Это позволило оптимизировать ход операции и установку фиксирующих имплантатов.

Отдаленный период наблюдения за пациентами составил 3 года (от 3 мес до 5 лет).

У 7 пациентов с патологией верхнешейного отдела позвоночника, которым после проведения декомпрессии осуществлялась передняя фиксация индивидуально изготовленными пластинами, достигнута полная декомпрессия спинного мозга со стабильной фиксацией краниовертебрального отдела позвоночника. В 2 случаях передние пластины пришлось удалить: в одном случае в ближайшем послеоперационном периоде из-за проблем с заживлением задней стенки глотки; во втором случае через 7 лет после операции в связи с развитием нестабильности фиксации и воспалительным процессом. В остальных случаях наблюда-

ется стабильная фиксация верхнешейного отдела позвоночника (рис. 6).

У пациентов с кифотической деформацией шейно-грудного перехода достигнута стабильная передняя фиксация позвоночника, которая наряду с полноценной декомпрессией и задней фиксацией позволила получить хороший клинический результат на сроке наблюдения 2 года (см. рис. 3).

У всех прооперированных пациентов со спондилолистезом позвонка L_v с применением передних индивидуальных пластин и кейджей достигнута стабильная фиксация пояснично-крестцового отдела позвоночника с отличным клиническим и функциональным результатом (см. рис. 5).

Во всех случаях, за исключением одного, применение индивидуальных опорных пластин позволило получить стабильную позвоночно-тазовую фиксацию, срок наблюдения за пациентами составил 4 года (см. рис. 4). В 1 случае у пациентки с нейромышечным сколиозом после неоднократных операций по поводу менингомиелоцеле пояснично-крестцовой области имплантаты пришлось удалить из-за проблем с заживлением послеоперационной области в ближайшем послеоперационном периоде и присоединением воспалительного процесса.

ОБСУЖДЕНИЕ

Технология «трехмерной печати» появилась в конце 80-х годов прошлого века. Первые лазерные

машины — сначала стереолитографические, затем порошковые, были дорогими, а выбор модельных материалов весьма ограничен. В связи с этим до середины 90-х годов технология применялась главным образом в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности. Однако широкое распространение цифровых технологий в области проектирования (CAD — Computer Aided Design) стимулировало взрывной характер развития технологий 3D-печати. Это способствовало внедрению технологии трехмерной печати во многие области производства, в том числе в медицину.

Первой публикацией, посвященной применению трехмерной модели в медицинской практике, считается работа Н. Tonner в 1979 г. [19]. Автор, используя срезы КТ, изготовил модель таза у пациента с фибросаркомой. Так как метод трехмерной печати в то время еще не был разработан, модель была изготовлена путем послойной склейки вырезанных из полиэстеровой пены частей на основании КТ-срезов. Выполненную таким образом модель таза в масштабе 1:1 автор успешно использовал для создания индивидуального замещающего имплантата.

Первым аддитивным методом изготовления трехмерных моделей стала стереолитография. Это технология, при которой происходит послойное затвердевание жидкой фотополимерной смолы под воздействием луча лазера. Первое сообщение о применении данного метода для создания биомодели анатомических структур человека принадлежит N. Mankovich и соавт. [20].

Челюстно-лицевая хирургия стала первой областью медицины, в которой начали использовать аддитивные технологии [21, 22].

В России метод прототипирования трехмерных объектов на основе CAD-технологий был разработан в Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН (Шатура, Московская обл.) под руководством академика РАН В.Я. Панченко [23].

Как и у зарубежных коллег, первые публикации в России о практическом использовании стереолитографического биомоделирования связаны с пластикой посттравматических дефектов костей черепа [1, 2]. Уже опубликовано большое количество статей отечественных авторов, посвященных применению метода биомоделирования и изготовлению индивидуальных имплантатов в нейрохирургии и челюстно-лицевой хирургии [2, 24]. Однако работы по использованию аддитивных технологий в хирургии позвоночника в отечественной литературе носят единичный характер [8–11].

Впервые опыт применения 3D-моделей в хирургии позвоночника представила группа авторов из Австралии [25]. Своим опытом биомоделирования позвоночника поделились и исследователи из Голландии [26]. Модели изготавливали на основании данных КТ из блоков полиуретановой пены на фрезерных станках с числовым программным управлением. Основываясь на 6 клинических наблюдениях, авторы вывели ряд основных требований к биомоделям, среди которых следующие:

3D-модели должны выполняться только в сложных клинических ситуациях, когда такие методы, как КТ и магнитно-резонансная томография, не дают достаточно информации для принятия решения; изготовление моделей не должно затягивать предоперационный период и тем самым увеличивать риск ухудшения состояния пациента; трехмерные модели должны позволять точное предоперационное планирование и изготовление индивидуальных имплантатов. Акцентирование последнего пункта связано с особенностью применяемых ими биомоделей из полиуретановой пены — данный материал, безусловно, более мягкий, что позволяет проще выполнять симуляционную остеотомию и установку имплантатов, особенно по сравнению со стереолитографическими моделями. Можно согласиться в этом с авторами, так как, действительно, модели, выполненные методом стереолитографии, намного тверже и гораздо менее эластичны. Однако метод фрезеровки, или еще так называемый субтрактивный метод изготовления трехмерных моделей, обладает и недостатками по сравнению с аддитивными методами, прежде всего это невозможность изготовления целиком сложных моделей позвоночника с воспроизведением внутренней структуры позвоночного канала. Кроме того, использование высокоскоростной дрели делает возможным выполнение симуляционных остеотомий и формирование каналов для установки винтов и на стереолитографических моделях. Это подтверждают и наш опыт, и данные литературы. Так, P. D'Urso и соавт. [27] впервые опубликовали данные об изготовлении стереолитографических моделей у 20 пациентов с различной патологией позвоночника с последующим просверливанием каналов для винтов [27]. Прозрачность стереолитографических моделей позволяла точно проследить траекторию винта. С развитием технологии 3D-печати стало возможным применять и другие виды пластиковых материалов с более подходящими свойствами. Авторы отметили, что в 2 случаях было невозможно безопасно установить винт на модели, в связи с чем план оперативного лечения и установки металлоконструкции был изменен. Аналогичные случаи мы наблюдали в нашей практике, когда по данным биомоделирования становилось очевидно, что установка фиксирующих имплантатов с выполнением коррекции деформации из запланированного доступа невозможна, что соответственно вносило коррективы в план операции [9].

Одной из крайне интересных возможностей использования аддитивных технологий видится возможность изготовления шаблонов-направителей для последующей установки винтов в позвонки. P. D'Urso и соавт. [27] одними из первых описали вариант изготовления таких шаблонов. Авторы на первом этапе формировали сверлом канал в позвонке в месте предполагаемого винта, затем устанавливали в сформированный канал спицу-пин и делали шаблон из метакрилата, после соответствующего удаления пина можно было использовать

шаблон в качестве направляющей для формирования каналов для винтов в позвонках пациента. Авторы, в частности, описывают опыт трансартикулярной установки винтов C_1-C_{II} с использованием направителей. Развитие технологий компьютерного 3D-моделирования позволяет определять и симулировать оптимальную траекторию винта на виртуальной модели, с последующим изготовлением физической биомодели и направляющих шаблонов. Мы также использовали эти возможности при операциях на шейном отделе позвоночника и находим их удобными и полезными. J. Yang и соавт. [28] сообщают об успешном применении трехмерных моделей и направителей для установки винтов и проведения корригирующих операций у 20 пациентов с тяжелыми деформациями грудного отдела позвоночника. Авторы отмечают, что высокая точность биомodelей позволила добиться оптимальных результатов при выполнении операций, точность проведения винтов подтвердилась данными послеоперационных КТ-исследований, продолжительность операций существенно сократилась.

Выполнение симуляционной операции на трехмерной модели дает возможность заранее подготовить имплантаты необходимого размера, а также придать стержням необходимую длину и форму как для улучшения степени коррекции деформаций, так и для уменьшения продолжительности операции. K. Toyoda и соавт. [29] описали результат лечения пациента с атлантаксиальной нестабильностью, для которого предварительно на модели были определены направление винтов и отмоделированы стержни, которые и использовались во время операции.

Одним из самых интересных и перспективных направлений развития аддитивных технологий в вертебрологии нам видится возможность изготовления индивидуальных имплантатов, позволяющих разрешить крайне тяжелые ситуации у пациентов с деформациями позвоночника, прежде всего на фоне врожденных аномалий, опухолей позвоночника и посттравматических дефектов. В опубликованном в 2017 г. систематическом обзоре литературы, посвященном методам 3D-печати в вертебрологии [30], выявлено 6 работ, посвященных изготовлению индивидуальных имплантатов методом 3D-печати, причем все статьи были опубликованы в 2016–2017 гг. Все имплантаты были изготовлены из титана. В трех работах индивидуальные имплантаты изготавливали для пациентов с краниовертебральной патологией. K. Phan и соавт. [31] индивидуально изготовленный фиксирующий имплантат устанавливали из заднего доступа пациенту с артропатией C_1-C_{II} [31]. Две другие работы посвящены изготовлению передних стабилизирующих имплантатов методом 3D-печати: в одном случае у пациента с саркомой Юинга позвонка C_{II} имплантат был установлен из переднего ретрофарингеального доступа [32], в другом случае у пациента с хордой позвонка C_{II} — из трансорального доступа [33]. Во всех случаях получены хорошие отдаленные результаты со стабильной фиксацией. Мы в своей ра-

боте применяли для передней трансоральной стабилизации краниовертебральной зоны индивидуально изготовленные имплантаты на основании компьютерных и объемных моделей у 7 пациентов [34–37]. Наш опыт и данные зарубежных коллег подтверждают, что выполнение реконструктивных операций на краниовертебральном сегменте при грубых нарушениях анатомии вряд ли возможно без применения индивидуальных имплантатов. Опубликованы данные об изготовлении и успешном применении телозамещающего имплантата у подростка с опухолью позвонка Th_{IX} [38] и индивидуального кейджа при врожденной аномалии поясничного отдела позвоночника [33] с хорошими отдаленными результатами лечения. Наш опыт изготовления и применения индивидуальных кейджей и пластин при патологии пояснично-крестцового отдела также показал высокую эффективность аддитивных технологий.

Резекция части или целого крестца при опухолевых процессах является серьезным вызовом для хирургов — высокие нагрузки в данной анатомической области требуют проведения максимально стабильной реконструкции. Предлагались различные методы реконструктивных операций с применением большого количества фиксирующих элементов — винтов, стержней и т.п. и проведением костной пластики. Современные возможности аддитивных технологий открывают новые возможности в решении этой проблемы. В частности, описано применение изготовленных методом 3D-печати протезов части крестца, с помощью которых удалось полностью заместить образовавшиеся после удаления опухолей дефекты [39, 40]. Наш опыт применения разработанных и изготовленных собственных индивидуальных имплантатов для выполнения позвоночно-тазовой фиксации в целом положителен и позволяет предположить потенциальную возможность использования данной технологии при реконструктивных операциях после удаления опухолей крестца.

Кроме того, в литературе отмечается уникальная возможность с помощью 3D-печати воспроизводить внутренние структуры объектов, т.е. создавать имплантаты с заданной пористой структурой, сопоставимой с губчатой костной тканью, и, таким образом, улучшать фиксацию на уровне кость–имплантат [41]. Необходимо отметить, что выполненные таким образом имплантаты при необходимости могут носить как индивидуальный характер, так и серийный, что расширит их применение. Изготовленный нами первоначально как индивидуальный кейдж для выполнения передней стабилизации при спондилолистезе в настоящее время выпускается уже небольшими партиями. Целый ряд фирм-изготовителей производит кейджи по методу трехмерной печати.

В перспективе представляется возможным изготовление имплантатов не только из титана, но и из других материалов с целью достижения лучшей биосовместимости, лучшей остеоинтеграции, возможности биорезорбции и др.

Заключение. Полноразмерные объемные модели позвоночника позволяют более полно оценить

характер деформации, получить дополнительную пространственную информацию. С помощью трехмерных моделей появляется возможность проводить предоперационное планирование, симуляцию этапов операции, подбор и подготовку имплантатов; выполнять приспособления для установки в позвонки винтов для минимизации риска развития осложнений при грубых анатомических изменениях позвоночника и в его шейном отделе. Трехмерные модели можно применять в качестве обучающего материала и для проведения экспериментальных работ. Трехмерные объемные модели и компьютерное моделирование делают возможным выполнение индивидуальных металлоконструкций для фиксации позвоночника, что особенно актуально при тяжелых деформациях позвоночника, когда применение стандартных имплантатов для спондилосинтеза не представляется возможным.

Необходимы дальнейшая работа по изучению отечественного и зарубежного опыта применения аддитивных технологий, анализ отдаленных результатов и повышение доступности данных технологий.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. *Рогинский В.В., Евсеев А.В., Коцуба Е.В.* Лазерная стереолитография — новый метод биомоделирования в черепно-лицевой хирургии. *Детская стоматология*. 2000;1-2/(3-4):92-95 [Roginskiy V.V., Evseev A.V., Kotsyuba E.V. Laser stereolithography — new method of biomodeling in cranio-maxillo-fascial surgery. *Detskaya stomatologiya*. 2000;1-2/(3-4):92-95. (in Russ.)].
2. *Иванов А.Л., Сатанин Л.А., Агапов П.И. и др.* Компьютерное планирование и биомоделирование в лечении пациента со сложными посттравматическим дефектом и деформацией краниофациальной области (клиническое наблюдение). *Нейрохирургия и неврология детского возраста*. 2012;2(32-33):144-151 [Ivanov A.L., Satenin L.A., Agapov P.I. et al. Computer aided design and biomodeling in severe posttraumatic craniofacial deformity (clinical case). *Pediatric Neurosurgery and Neurology Research Journal*. 2012;2(32-33):144-151 (in Russ.)].
3. *Потапов А.А., Корниенко В.Н., Кравчук А.Д. и др.* Современные технологии в хирургическом лечении последствий травмы черепа и головного мозга. *Вестник РАМН*. 2012;9:31-38. [Potapov A.A., Kornienko V.N., Kravchuk A.D. et al. Modern technologies in the surgical treatment of head injury sequelae. *Vestnik RAMN*. 2012;9:31-38. (in Russ.)].
4. *Brown G.A., Milner B., Firoozbakhsh K.* Application of computer-generated stereolithography and interpositioning template in acetabular fractures: a report of eight cases. *J Orthop Trauma*. 2002;16(5):347-352.
5. *Kawaguchi Y., Nakano M., Yasuda T. et al.* Development of a new technique for pedicle screw and magerl screw insertion using a 3-dimensional image guide. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(23):1983-1988. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31825ab547>.
6. *Yang J.C., Ma X.Y., Lin J. et al.* Personalised modified osteotomy using computer-aided design-rapid prototyping to correct thoracic deformities. *Int Orthop*. 2011;35(12):1827-1832. <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1155-9>.
7. *D'Urso P.S., Williamson O.D., Thompson R.G.* Biomodeling as an aid to spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(24):2841-2845.
8. *Доценко В.В., Загородний Н.В., Лака А.А. и др.* Оперативное лечение спондилолистеза. *Acta Biomedica Scientifica*. 2006;4(50):77-81. [Dotsenko V.V., Zagorodniy N.V., Laka A.A. et al. Surgical treatment of spondylolisthesis. *Acta Biomedica Scientifica*. 2006;4(50):77-81. (in Russ.)].
9. *Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н. и др.* Хирургическое лечение пациента с врожденной деформацией позвоночника, аплазией корней дуг грудных и поясничных позвонков, компрессионным спинальным синдромом. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(3):41-48. [Kuleshov A.A., Vetrile M.S., Lisyanskiy I.N. et al. Surgical treatment of a patient with congenital deformity of the spine, the thoracic and lumbar pedicle aplasia, and spinal compression syndrome. *Hirurgiia pozvonochnika*. 2016;13(3):41-48. (in Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.14531/ss.2016.3.41-48>.
10. *Доценко В.В., Шевелев И.Н., Загородний Н.В. и др.* Спондилолистез: передние малотравматичные операции. *Хирургия позвоночника*. 2004;1:47-54. [Dotsenko V.V., Shevelev I.N., Zagorodniy N.V. et al. Spondylolisthesis: anterior mini-invasive surgery. *Hirurgiia pozvonochnika*. 2004;1:47-54 (in Russ.)].
11. *Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Горбатюк Д.С. и др.* Трехколонная остеотомия позвоночника при ревизионном вмешательстве у пациентки с врожденным ангулярным груднопоясничным кифосколиозом. *Хирургия позвоночника*. 2018;15(3):30-38. [Panteleyev A.A., Sazhnev M.L., Gorbatyuk D.S. et al. Three-column osteotomy of the spine during revision surgery in a patient with congenital angular thoracolumbar kyphoscoliosis. *Hirurgiia pozvonochnika*. 2018;15(3):30-38. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14531/ss2018.3.30-38>
12. *Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Тетюхин Д.В. и др.* Устройство для передней стабилизации C1-C2 позвонков. Патент РФ №2615900; 2016 [Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Tetyuhin D.V. et al. Device for anterior C1-C2 fixation. Patent RF №2615900; 2016. (in Russ.)].
13. *Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Тетюхин Д.В. и др.* Устройство для передней стабилизации C1-C3 позвонков Патент РФ №2615901; 2016 г. [Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Tetyuhin D.V. et al. Device for anterior C1-C2 fixation. Patent RF №2615901; 2016. (in Russ.)].
14. *Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Тетюхин Д.В. и др.* Устройство для передней стабилизации C1-C4 позвонков Патент РФ №2652740; 2017. [Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Tetyuhin D.V. et al. Device for anterior C1-C4 fixation. Patent RF №2652740; 2017. (in Russ.)].
15. *Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Тетюхин Д.В. и др.* Устройство для передней стабилизации шейных позвонков атлanto-субаксиального уровня. Патент РФ №2652741; 2016 г. [Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Tetyuhin D.V. et al. Device for anterior fixation of atlanto-subaxial cervical spine. Patent RF №2652741; 2016. (in Russ.)].
16. *Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н. и др.* Устройство для фиксации, по меньшей мере, части грудного и/или поясничного отделов позвоночника человека к тазу. Патент РФ №2585733; 2014. [Kuleshov A.A., Vetrile M.S., Lisyanskiy I.N. et al. Device for fixation at least part of thoracic and/or lumbar spine to pelvis. Patent RF №2585733; 2014 (in Russ.)].
17. *Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н. и др.* Способ инструментальной фиксации, по меньшей мере, части грудного и/или поясничного отдела позвоночника к тазу при различных заболеваниях позвоночника. Патент РФ №2584810; 2014. [Kuleshov A.A., Vetrile M.S., Lisyanskiy I.N. et al. Method of fixation at least part of thoracic and/or lumbar spine to pelvis. Patent RF №2584810; 2014. (in Russ.)].
18. *Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Громов И.С. и др.* Хирургическое лечение неопухолевых заболеваний краниовертебральной области. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018;1:36-41. [Kuleshov A.A., Shkarubo A.N., Gromov I.S. et al. Surgical treatment for non-tumorous diseases of craniovertebral region. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;1:36-41. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2018-1-36-41>.
19. *Tonner H.D., Engelbrecht H.* A new method for the preparation of special alloplastic implants for partial replacement of the pelvis. *Fortschr Med*. 1979;97(16):781-783. (in German).
20. *Mankovich N.J., Cheeseman A.M., Stoker N.G.* The display of three-dimensional anatomy with stereolithographic models. *J Digit Imaging*. 1990;3(3):200-203.
21. *Abbott J., Netherway D., Wingate P. et al.* Craniofacial imaging, models and prostheses. *Austr J Otolaryngol*. 1994;1(6):581-587.

22. D'Urso P.S., Atkinson R.L., Lanigan M.W. et al. Stereolithographic (SL) biomodelling in craniofacial surgery. *Br J Plast Surg.* 1998;51:522-530.
23. Антонов А.Н., Евсеев А.В., Камаев С.В. и др. Лазерная стереолитография — технология послойного изготовления трехмерных объектов из жидких фотополимеризующихся композиций. Оптическая техника. 1998;1(13):5-14. [Antonov A.N., Evseev A.V., Kamaev S.V. et al. Laser stereolithography - technology of laminated manufacturing of 3D objects from liquid photopolymeric compounds. *Opticheskaya tekhnika.* 1998;1(13):5-14. (in Russ.)].
24. Kravtchouk A., Potapov A., Kornienko V. et al. Computed modelling in reconstructive surgery for posttraumatic skull vault bone defects. In: Potapov A., Likhtermann L., von Wild K.R.H., eds. *Neurotrauma.* Moscow: «Antidor» Publishing House; 2002:187-190.
25. D'Urso P.S., Askin G., Earwaker W.J.S. et al. Spinal biomodelling. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24: 247-1251.
26. van Dijk M., Smit T.H., Jiya T.U., Wuisman P.I. Polyurethane real-size models used in planning complex spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26 (17):1920-6192.
27. D'Urso P.S., Williamson O.D., Thompson R.G. Biomodeling as an aid to spinal instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(24):2841-2845.
28. Yang J.C., Xiang Yang Ma X.Y., Lin J. et al. Personalised modified osteotomy using computer-aided design-rapid prototyping to correct thoracic deformities. *Int Orthop.* 2011;35(12):1827-1832. <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1155-9>.
29. Toyoda K., Urasaki E., Yamakawa Y. Novel approach for the efficient use of a full-scale, 3-Dimensional model for cervical posterior fixation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(21):E1357-1360. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182a1f1bd>.
30. Wilcox B., Mobbs R.J., Wu A.-M., Phan K. Systematic review of 3D printing in spinal surgery: the current state of play. *J Spine Surg.* 2017;3(3):433-443. <https://doi.org/10.101037/jss.2017.09.01>.
31. Phan K., Sgro A., Maharaj M.M. et al. Application of a 3D custom printed patient specific spinal implant for C1/2 arthrodesis. *J Spine Surg.* 2016;2(4):314-318. <https://doi.org/10.101037/jss.2016.12.06>.
32. Xu N., Wei F., Liu X. et al. Reconstruction of the upper cervical spine using a personalized 3D-printed vertebral body in an adolescent with ewing sarcoma. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41(1):E50-54. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001179>.
33. Mobbs R.J., Coughlan M., Thompson R. et al. The utility of 3D printing for surgical planning and patient-specific implant design for complex spinal pathologies: case report. *J Neurosurg Spine.* 2017;26(4):513-518. <https://doi.org/10.101037/2016.9.SPINE16371>.
34. Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Chernov I.V., Vetrile M.S. Transoral decompression and anterior stabilization of atlantoaxial joint in patients with basilar impression and Chiari malformation type I: a technical report (2 clinical cases). *World Neurosurg.* 2017;102:181-190. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.02.113>.
35. Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Chernov I.V. et al. Transoral decompression and stabilization of the upper cervical segments of the spine using custom-made implants in various pathologic conditions of the craniovertebral junction. *World Neurosurg.* 2018;109:e155-e163. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.124>.
36. Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Чернов И.В. и др. Хирургическое лечение инвагинированного зубовидного отростка C2-позвонка, сочетающегося с аномалией Киари I типа. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017;1:66-72. [Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Chernov I.V. et al. Surgical treatment of C2 odontoid process intussusception in combination with type I Chiari malformation. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2017;1:66-72. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2017-1-66-72>.
37. Шкарубо А.Н., Кулешов А.А., Чернов И.В. и др. Передняя стабилизация C_I-C_{III} позвонков после трансорального удаления агрессивной аневризматической кисты C_{II} позвонка (клиническое наблюдение и обзор литературы). Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2018;82(5):111-118. [Shkarubo A.N., Kuleshov A.A., Chernov I.V. et al. Anterior stabilization of the C_I-C_{III} vertebrae after transoral removal of an aggressive aneurysmal bone cyst of the C_{II} vertebra (a case report and literature review). *Voprosy neirokhirurgii im. N.N. Burdenko.* 2018;82(5):111-118. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.101037/neiro201882051111>.
38. Choy W.J., Mobbs R.J., Wilcox B. et al. Reconstruction of thoracic spine using a personalized 3D-printed vertebral body in adolescent with T9 primary bone tumor. *World Neurosurg.* 2017;105:1032.e13-1032.e17. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.05.133>.
39. Wei R., Guo W., Ji T. et al. One-step reconstruction with a 3D-printed, custom-made prosthesis after total en bloc sactectomy: a technical note. *Eur Spine J.* 2017;26(7):1902-1909. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4871-z>.
40. Kim D., Lim J.Y., Shim K.W. et al. Sacral reconstruction with a 3D-Printed implant after hemisactectomy in a patient with sacral osteosarcoma: 1-year follow-up result. *Yonsei Med J.* 2017;58(2):453-457. <https://doi.org/10.101037/ymj.2017.58.2.453>.
41. Tritanium Posterior Lumbar Cage Technical Summary. 2016. Available online: http://www.stryker.com/built-to-fuse/media/assets/TRITA-BR-3_Tritanium_Technical_Summary_FINAL.pdf.

Сведения об авторах: Кулешов Александр Алексеевич — доктор мед. наук, рук. группы вертебологии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Ветрилэ Марсел Степанович* — канд. мед. наук, старший науч. сотр. группы вертебологии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, <https://orcid.org/0000-0001-6689-5220>, e-mail: cito-spine@mail.ru; Шкарубо Алексей Николаевич — доктор мед. наук, ведущий науч. сотр. НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, <https://orcid.org/0000-0003-3445-3115>; Доценко Владимир Валентинович — доктор мед. наук, врач-нейрохирург НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Еськин Николай Александрович — доктор мед. наук, зам. директора НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Лисянский Игорь Николаевич — канд. мед. наук, врач группы вертебологии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Макаров Сергей Николаевич — канд. мед. наук, врач группы вертебологии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Кулешов А.А. — e-mail: cito-spine@mail.ru

Information about the authors: Kuleshov A.A. — Dr. Sci. (Med.), head of vertebrology group, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Vetrile M.S. — Cand. Sci. (Med.), senior researcher, vertebrology group, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, <https://orcid.org/0000-0001-6689-5220>, e-mail: cito-spine@mail.ru; Shkarubo A.N. — Dr. Sci. (Med.), leading researcher, N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, <https://orcid.org/0000-0003-3445-3115>; Docenko V.V. — Dr. Sci. (Med.), neurosurgeon, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Es'kin N.A. — Dr. Sci. (Med.), deputy director, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Lisyanskiy I.N. — Cand. Sci. (Med.), physician, vertebrology group, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Makarov S.N. — Cand. Sci. (Med.), physician, vertebrology group, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics.

Contact: Kuleshov A.A. — e-mail: cito-spine@mail.ru

БЛИЖАЙШИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С АЛИМЕНТАРНЫМ ОЖИРЕНИЕМ**М.Д. Хело^{1*}, И.Ф. Ахтямов^{1, 2}, Ф.М. Саид¹, И.Ш. Гильмутдинов², А.И. Юосеф³, А.М. Абдуллах¹, Р.Г. Кузнецова²**¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия;²ТАУЗ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, Казань, Россия;³Госпиталь Нью Мовасат, Salimiya, Кувейт

Введение. Эндопротезирование коленного сустава перешло в разряд стандартных плановых вмешательств в специализированных клиниках. Изучение результатов операций, выполняемых в типичных случаях, уже не столь актуально, как наблюдение за пациентами с сопутствующей патологией, поскольку у таких пациентов чаще регистрируют различные осложнения.

Цель исследования: оценить эффективность замены коленного сустава у пациентов с повышенным индексом массы тела на ранних этапах реабилитации.

Пациенты и методы. В открытое проспективное сравнительное исследование вошли 75 пациентов (средний возраст $63,8 \pm 6,87$ года) с гонартрозом III–IV стадии по классификации Kellgren–Lawrence. В основную группу вошли 48 пациентов с избыточной массой тела и алиментарно-конституциональным ожирением разной степени выраженности, в группу сравнения — 27 пациентов с нормальным индексом массы тела. Оценивали продолжительность вмешательства, объем кровопотери интраоперационно и по дренажам. Оценку клинко-функциональных результатов проводили по шкалам OKS, KSS, визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ) до операции, при выписке из стационара, через 3 мес и 1 год после операции.

Результаты. У пациентов основной группы были зарегистрированы несколько большие продолжительность операции и интраоперационная кровопотеря — на 13,05% ($p=0,027$) и 12,8% ($p=0,003$) соответственно по сравнению с пациентами группы сравнения. В основной группе выраженность болевого синдрома по ВАШ снизилась с $90,4 \pm 14,4$ до $9,6 \pm 0,4$ мм ($p=0,0001$), оценка клинко-функциональных результатов по шкале KSS выросла с $47,39 \pm 1,63$ до $88,02 \pm 2,01$ балла ($p=0,001$), по шкале OKS — с $27,3 \pm 4,3$ до $43,2 \pm 6,5$ балла ($p=0,001$). В группе сравнения выраженность боли по ВАШ за 1 год наблюдения снизилась с $86,2 \pm 2,4$ до $3,8 \pm 0,7$ мм ($p=0,002$). Клинко-функциональные показатели выросли за 1 год: по шкале KSS с $52,2 \pm 10,1$ до $93,8 \pm 1,3$ балла ($p=0,001$), по шкале OKS с $28,4 \pm 1,6$ до $44,7 \pm 1,9$ балла ($p=0,001$).

Заключение. Результаты исследования демонстрируют высокие возможности артропластики у пациентов с алиментарным ожирением и подтверждают необходимость ее выполнения для повышения качества жизни пациентов.

Ключевые слова: эндопротезирование коленного сустава, ожирение, гонартроз

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Хело М.Д., Ахтямов И.Ф., Саид Ф.М., Гильмутдинов И.Ш., Юосеф А.И., Абдуллах А.М., Кузнецова Р.Г. Ближайшие функциональные результаты тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с алиментарным ожирением. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:30-35. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04130>

EARLY FUNCTIONAL RESULTS OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY IN PATIENTS WITH ALIMENTARY OBESITY**M.D. Helo^{1*}, I.F. Akhtiamov^{1, 2}, F.M. Said¹, I.Sh. Gilmutdinov², A.I. Yousef³, A.M. Abdullah¹, R.G. Kuznetsova²**¹Kazan State Medical University, Kazan', Russia; ²Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia; ³New Mowasat Hospital, Salimiya, Kuwait

Introduction. Total knee replacement has become a standard planned intervention at specialized clinics. The study of surgical results is not as urgent as the follow up of the patients with concomitant pathology because various complications are most often registered in this group.

Purpose: to evaluate the efficacy of total knee arthroplasty in patients with increased body mass index at early rehabilitation steps.

Patients and methods. Open prospective comparative study included 75 patients with III–IV stages of gonarthrosis by Kellgren–Lawrence. Mean age of the patients made up 63.8 ± 6.87 years. Main group included 48 patients with excessive body mass and alimentary-constitutional obesity of different degree, the control group — 27 patients with normal body mass index. The duration of intervention, volume of blood loss intraoperatively and drainages was assessed. Evaluation of clinical functional results was performed OKS, KSS and visual analog scale (VAS) before surgery, at discharge, 3 months and 1 year after surgical intervention.

Results. In comparison to the patients with normal body mass index the patients from the main group showed slightly higher duration of the intervention and intraoperative blood loss — by 13.05% ($p=0.027$) and 12.8% ($p=0.003$), respectively. In the main group the severity of pain syndrome by VAS decreased from 90.4 ± 14.4

to 9.6 ± 0.4 mm ($p=0.0001$), evaluation of clinical functional results by KSS increased from 47.39 ± 1.63 to 88.02 ± 2.01 points, by OKS — from 27.3 ± 4.3 to 43.2 ± 6.5 points ($p=0.001$). In the control group the severity of pain syndrome by VAS within 1 year follow up decreased from 86.2 ± 2.4 to 3.8 ± 0.7 mm ($p=0.002$) and clinical functional indices by KSS increased from 52.2 ± 10.1 to 93.8 ± 1.3 points ($p=0.001$), by OKS — from 28.4 ± 1.6 to 44.7 ± 1.9 points ($p=0.001$).

Conclusion. The study results demonstrate the high potentialities of arthroplasty in patients with alimentary obesity and confirm the necessity of its performance for the improvement of the patients' future quality of life.

Key word: total knee arthroplasty, obesity, gonarthrosis

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Helo MD, Akhtiamov IF, Said FM, Gilmutdinov ISh, Yousef AI, Abdullah AM, Kuznetsova RG. Early functional results of total knee arthroplasty in patients with alimentary obesity. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3:4-30-35. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04130>

Введение. Избыточная масса тела является фактором риска развития сахарного диабета, артериальной гипертензии и др. Установлена четкая связь между повышенной массой тела и заболеваниями крупных суставов [1]. Прибавка массы тела на каждые 5 кг сопровождается увеличением риска развития гонартроза на 36% [2, 3]. Болевой синдром определяет малоподвижный образ жизни, ожирение ограничивает двигательные возможности пациента, что в свою очередь способствует дальнейшему увеличению массы тела [2, 4]. Возникает порочный круг, разорвать который крайне сложно.

Пациенты с повышенным индексом массы тела (ИМТ) нуждаются в замене крупных суставов в 8,5 раза чаще, чем их сверстники с нормальной массой тела. Следует подчеркнуть, что это характерно для молодой категории населения [3, 5]. Отмечено, что потребность в эндопротезировании коленного сустава в 69% случаев может быть связана с ожирением, а снижение массы тела более чем на 5% может обусловить снижение функциональной недостаточности [2, 6].

Оперативные вмешательства у пациентов с избыточной массой тела характеризуются следующими особенностями: увеличением продолжительности операции, возникновением проблем и ошибок при установке компонентов эндопротезов, сравнительно более высокой частотой развития ранних инфекционных осложнений в области послеоперационной раны. Кроме того, дислокация эндопротеза у пациентов с ожирением наблюдается в 2–3 раза чаще, чем у больных с ИМТ <30 кг/м². У больных с избыточной массой тела в 1,5 раза чаще возникает необходимость в ревизионной операции, причем на более ранних сроках [3, 5–7]. Избыточная масса тела входит в список условных противопоказаний для замены сустава, и большинство специализированных клиник крайне неохотно берется за лечение пациентов с повышенным ИМТ, опасаясь снижения показателей результативности.

В настоящее время не существует единого мнения о ведении пациентов с избыточной массой тела, которым показана замена коленного сустава. Очевидно, что такие пациенты чаще страдают патологией крупных суставов нижних конечностей, которая прогрессирует уже в молодом возрасте [9, 10]. Ожи-

рение является условным ограничением для проведения планового эндопротезирования, поскольку в ряде случаев приводит к послеоперационным осложнениям, но специалисты сходятся во мнении, что оно необходимо для повышения качества жизни этой группы пациентов [11–14].

Цель исследования: оценить эффективность замены коленного сустава у пациентов с повышенным ИМТ на ранних этапах реабилитации.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В открытом проспективном сравнительном исследовании приняли участие 75 пациентов с деформирующим артрозом III–IV стадии, сопровождавшимся выраженным болевым синдромом и ограничением функции сустава, которым было выполнено эндопротезирование коленного сустава. Работа была проведена с разрешения локального этического комитета при ФГБОУ ВО «Казанский ГМУ» Минздрава России. Все пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

При определении показаний и противопоказаний к проведению плановой замены коленного сустава пользовались общепринятыми критериями. Особое внимание обращали на отсутствие обострений хронической патологии сердечно-сосудистой и легочной систем, почек, флотирующих тромбов в венах нижних конечностей и проявлений язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

План обследования предусматривал проведение ортопедического осмотра по стандартным методикам, оценку локального статуса, определение роста, массы тела и расчет ИМТ. Все расчеты по установке эндопротеза выполняли с использованием рентгенограмм коленных суставов в двух проекциях.

Подавляющее большинство (80%) составили женщины. Средний возраст пациентов на момент операции составил $63,8 \pm 6,87$ года. Стадию процесса определяли в соответствии с классификацией Kellgren–Lawrence (1961). Патология носила первичный инволютивный характер в подавляющем (81%) числе случаев. У 40 (53,3%) пациентов имелось двустороннее поражение, при этом тяжесть поражения симметричного сустава во всех случаях не превышала II стадии.

Излишняя масса тела и алиментарно-конституционное ожирение разной степени выраженно-

Табл. 1. Распределение пациентов по полу и возрасту
Table 1. Distribution of patients by gender and age

Группа	Женщины			Мужчины		
	абс.	%	средний возраст (min–max), годы	абс.	%	средний возраст (min–max), годы
Основная	43	89,6	63,9±1,11 (48–80)	5	10,4	60,2±1,77 (56–66)
Сравнения	17	62,9	65,6±1,51 (53–76)	10	37,1	61,8±2,1 (51–73)

Табл. 2. Распределение пациентов основной группы в зависимости от ИМТ

Table 2. Distribution of patients from the main group depending Body mass index (BMI)

Индекс массы тела, кг/м ²	Число пациентов	
	абс.	%
25–29,9 (избыточная масса тела)	5	10,4
30–34,9 (ожирение I степени)	17	35,4
35–39,9 (ожирение II степени)	16	33,3
40 и более (ожирение III степени, морбидное)	10	20,8

сти были отмечены у 48 пациентов, составивших основную группу. У 27 пациентов группы сравнения ИМТ соответствовал нормальным значениям (18,5–24,99 кг/м²; табл. 1, 2).

В целом минимальное значение ИМТ составило 20,55 кг/м², максимальное — 50 кг/м², среднее — 31,3 кг/м². Средние показатели массы тела оказались равны 81,84 кг при среднем росте 162,24 см, что является условной характеристикой контингента пациентов, поступающих на плановую операцию по замене коленного сустава в настоящее время.

Каждому пациенту была проведена односторонняя замена таргетного (наиболее пораженного) коленного сустава; в 37 случаях был прооперирован левый сустав, в 38 — правый. Операции были выполнены двумя ведущими хирургами с использованием одного типа тотального эндопротеза цементной фиксации. Все операции проводили без использования турникета. В качестве анестезиологического пособия использовали нейроаксиальные блокады.

Обязательные условия ведения пациента во время пребывания в стационаре: пред- и послеоперационная (24 ч) антибиотикопрофилактика цефалоспорины I–II поколения, антитромботическая профилактика с использованием низкомолекулярных гепаринов (в 18 случаях использован нефракционированный гепарин) на стационарном этапе и пероральных прямых антикоагулянтов на амбулаторном. Кроме того, в стационаре применяли методы электронейростимуляции мышц нижних конечностей на фоне ношения эластичного трикотажа (до 35 дней после вмешательства).

Реабилитацию начинали с вертикализации пациента на следующий день после эндопротезирования, разрешали полную нагрузку на оперированный сустав (+ использование костылей до снятия швов). Ходьбу по лестнице рекомендовали с 5-го

дня. Разработку движений в коленном суставе проводили при непосредственном участии инструктора по ЛФК. Пациенту демонстрировали фото его оперированной ноги, сделанные в операционной непосредственно после зашивания раны, где фиксировали его возможности максимального сгибания и разгибания, что психологически способствовало достижению оптимальных амплитуд движений в коленном суставе в процессе реабилитации. Еще до операции пациент получал методические рекомендации по прохождению полного курса реабилитации. Начальный курс проходил в стационаре, амбулаторный этап восстановительного периода не превышал 1–3 мес.

В ходе исследования оценивали продолжительность вмешательства, объем кровопотери во время него и по дренажам (через 24 ч после окончания операции).

Клинико-функциональные результаты оценивали по Oxford Knee Score (OKS), Knee Society Score (KSS) и 100-миллиметровой визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ). Оценка по шкале OKS 42–48 баллов соответствовала отличному результату, 34–41 — хорошему, 27–33 — удовлетворительному, менее 27 — неудовлетворительному. При оценке по шкале KSS показатель 90–100 баллов расценивали как отличный, 80–89 баллов — хороший, 70–79 баллов — удовлетворительный и менее 70 баллов — неудовлетворительный.

Состояние пациентов оценивали на момент обращения в клинику, при выписке из стационара и на этапах реабилитации через 3 мес и 1 год после операции.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ SPSS (v.18.0). Данные представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее арифметическое значение, m — стандартная ошибка среднего. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для сравнения значений показателей на разных сроках наблюдения использовали дисперсионный анализ. С целью оценки значимости различий использовали t -критерий и критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Стационарный этап лечения. Длительность операции по замене коленного сустава у пациентов с нормальным ИМТ в среднем составила $92,7 \pm 4,3$ мин, у пациентов с повышенным ИМТ — $104,8 \pm 3,2$ мин, что на 13,05% больше ($p = 0,027$).

Табл. 3. Сравнительная оценка клинично-функциональных результатов лечения в динамике наблюдения
Table 3. Comparative evaluation of clinical physiological treatment results in dynamics

Срок наблюдения	Группа	Боль по ВАШ, мм	p	Оценка по шкале OKS, баллы	p	Оценка по шкале KSS, баллы	p
До операции	Основная	90,40±14,4	0,14	27,39±0,62	0,24	47,39±1,63	0,07
	Сравнения	86,20±2,40		28,44±1,6		52,20±10,01	
При выписке	Основная	61,45±1,61	0,88	37,02±0,85	0,64	76,95±1,76	0,05
	Сравнения	61,11±1,28		37,59±0,48		81,66±0,67	
3 мес после операции	Основная	13,60±0,56	0,0001	42,77±0,92	0,68	85,52±1,82	0,34
	Сравнения	8,00±0,60		43,22±0,21		87,85±0,20	
12 мес после операции	Основная	9,60±0,40	0,0001	43,25±0,94	0,25	88,02±2,01	0,04
	Сравнения	3,80±0,70		44,74±1,90		93,88±1,30	

Кровопотеря интраоперационная в группе сравнения в среднем была $218,3 \pm 5,17$ мл, а по дренажам в течение 1 суток — 530 ± 68 мл. У пациентов основной группы показатель интраоперационной кровопотери был равен $246,3 \pm 6,28$ мл ($+12,8\%$; $p=0,003$), а по дренажам отошло на $23,6 \pm 2$ мл ($+4,5\%$) больше, чем в группе сравнения ($p=0,001$).

Средний койко-день не отличался от стандартного и зависел исключительно от принятых в стационаре сроков послеоперационного наблюдения ($10,32 \pm 2,1$ дня).

Итогом стационарного этапа явилась выписка 74 пациентов с положительным исходом лечения. Проблемным оказалось лечение одной пациентки (ИМТ $41,53$ кг/м²) с сопутствующей патологией сердечно-сосудистой системы. На фоне тромбопрофилактики нефракционированным гепарином развилась тромбоэмболия легочной артерии, и пациентка умерла на 12-й день пребывания в стационаре.

Амбулаторный этап лечения. У всех пациентов отмечалась положительная динамика анатомо-функ-

ционального статуса по шкалам ВАШ, OKS и KSS уже через 3 мес после артропластики (см. рисунок).

В основной группе по прошествии 1 года после операции выраженность болевого синдрома по ВАШ снизилась с $90,4 \pm 14,4$ до $9,6 \pm 0,4$ мм ($p=0,0001$), оценка клинично-функциональных результатов по шкале KSS выросла с $47,39 \pm 1,63$ до $88,02 \pm 2,01$ балла ($p=0,001$), по шкале OKS — с $27,3 \pm 4,3$ до $43,2 \pm 6,5$ балла ($p=0,001$).

В группе сравнения выраженность болевого синдрома по ВАШ за 1 год наблюдения снизилась с $86,2 \pm 2,4$ до $3,8 \pm 0,7$ мм ($p=0,002$). Клинично-функциональные показатели выросли за 1 год: по шкале KSS с $52,2 \pm 10,1$ до $93,8 \pm 1,3$ балла ($p=0,001$), по шкале OKS с $28,4 \pm 1,6$ до $44,7 \pm 1,9$ балла ($p=0,001$).

В целом пациенты обеих групп продемонстрировали существенную положительную динамику по всем изучаемым показателям (табл. 3). Несмотря на наличие статистически значимых различий по ВАШ и шкале KSS к концу периода реабилитации, результаты лечения в обеих группах были оценены как близкие к отличным или отличные.

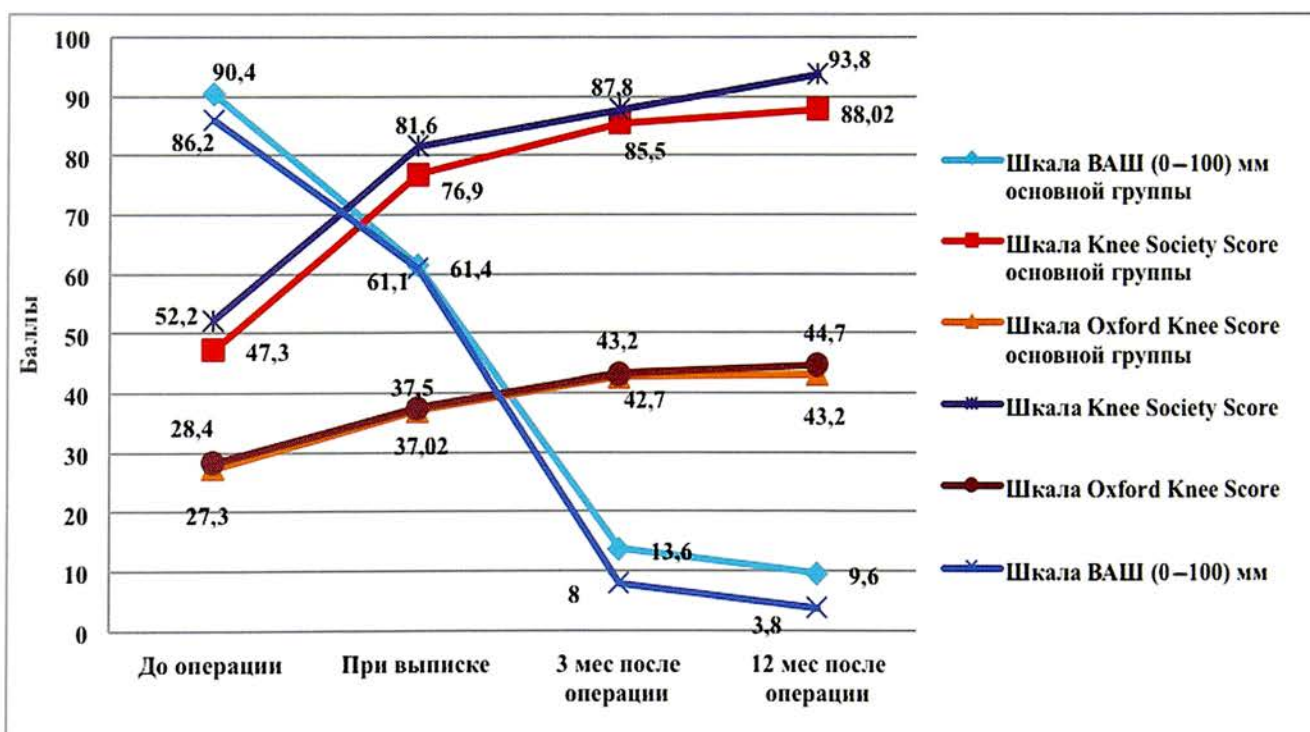


Рис. Динамика показателей по ВАШ (в мм), шкалам OKS и KSS (в баллах) в группах наблюдения.

Fig. Dynamics of indices by VAS (in mm), OKS and KSS (in points) in study groups.

ОБСУЖДЕНИЕ

Тема лечения пациентов с ожирением многогранна и дискуссионна, что показали многочисленные зарубежные публикации. Возможно, что неоднозначность позиций исследователей отталкивает отечественных ортопедов от работы с этой группой пациентов, страдающих терминальной патологией артроза не только коленного, но и других крупных суставов. Начиная исследование, мы понимали, что потребность в замене сустава при ожирении подчас значительно выше, чем у «рядовых» пациентов, поскольку низкие функциональные возможности сводят на нет надежды на благоприятный исход.

Стационарный этап лечения является именно тем камнем преткновения, который и останавливает врачей большинства специализированных клиник от работы с «тучными» пациентами. Как и предполагалось, у этих пациентов наблюдалась большая кровопотеря во время операции и по дренажам. Однако показатели, полученные в настоящей работе, практически не отличались от данных, полученных сингапурскими исследователями, которые зафиксировали анемию в 22,3% случаев у рецензируемой группы пациентов [13]. Была выявлена разница показателей кровопотери у 12,8% пациентов основной группы и группы сравнения во время вмешательства и у 4,5% после операции, но это ни в одном случае не потребовало переливания крови, что, безусловно, является положительным фактором. Возможно, свою роль сыграл строгий отбор пациентов на плановое лечение с точки зрения показателей крови. Следует заметить, что во всех случаях использовали дренирование раны одной трубкой и установку «перчаточных» дренажей в подкожную клетчатку, что стало эффективной профилактикой формирования гематом. Не было зарегистрировано ни одного случая инфицирования области послеоперационной раны.

Длительность оперативного вмешательства у пациентов с повышенным ИМТ оказалась предсказуемо выше, чем в группе сравнения. Эти данные согласуются с мнением австралийских коллег [14], отметивших значительное увеличение времени вмешательства у пациентов с повышенным ИМТ. Однако работа на коленном суставе у «тучных» пациентов оказалась явно проще, чем в случаях эндопротезирования тазобедренного сустава. Облегчить процесс замены сустава позволили новые варианты ограничителей тканей, которые в порядке апробации были применены у этой группы пациентов. Увеличение времени операции на 13,05% было обусловлено большей величиной разреза, глубиной раны, временем, необходимым для ее закрытия после замены сустава.

Пациенты были заранее сориентированы на длительный срок, который пройдет до снятия швов, хотя в большинстве случаев при операции были использованы кожный степлер и скрепки. Это также явилось положительным фактором, позволив-

шим избежать расхождения краев раны, которое могло привести к инфицированию в раннем периоде реабилитации.

Попытка выявить разницу в сроках пребывания в клинике после операции пациентов двух групп не увенчалась успехом, поскольку этот показатель обусловлен лишь характерными для каждого конкретного учреждения подходами.

Нагрузку на оперированную конечность пациентам разрешали со следующего дня после операции без ограничений, которые могли быть обусловлены лишь болевым синдромом. Однако был разработан вариант мультимодального обезболивания, который позволял его минимизировать. Ходьбу по лестнице без помощи дополнительных средств опоры (только поручни-перила) рекомендовали уже через 4–5 дней, что являлось подготовкой пациентов к самостоятельному передвижению в домашних условиях.

Период реабилитации не отличался по результатам от такового у пациентов с нормальным ИМТ, что коррелирует с данными других исследователей [13–15].

Для успешного исхода и снижения частоты осложнений при эндопротезировании коленного сустава требуется индивидуальный подход к каждому пациенту с повышенным ИМТ. Смерть одной из пациенток диктует необходимость тщательного контроля состояния гемостаза этой группы пациентов до операции и рационального подбора метода профилактики тромбоэмболических осложнений.

Заключение. Результаты исследования демонстрируют высокие возможности артропластики у пациентов с алиментарным ожирением и подтверждают необходимость ее выполнения для повышения качества жизни пациентов в дальнейшем. Как показали результаты настоящего исследования, артропластика коленного сустава у пациентов с ожирением на стационарном этапе лечения не имеет принципиальных отличий (ограничений) от таковой у пациентов с нормальной массой тела, однако должна выполняться в специализированных клиниках с учетом возможных рисков осложнений (тромбоз глубоких вен нижних конечностей, инфекционные осложнения и т.п.).

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Grazio S., Balen D. Obesity: risk factor and predictor of osteoarthritis. *LijecVjesn.* 2009; 131 (1–2): 22–6 (in Croatian).
2. Lementowski P.W., Zelicof S.B. Obesity and osteoarthritis. *Am. J. Orthop.* (Belle Mead NJ). 2008; 37 (3): 148–51.
3. Nebel M.B., Sims E.L., Keefe F.J. et al. The relationship of self-reported pain and functional impairment to gait mechanics in overweight and obese persons with knee osteoarthritis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2009; 90 (11): 1874–9. doi: 10.1016/j.apmr.2009.07.010.
4. Садыков Р.Ш., Богатов В.Б., Норкин А.И. «Ошибки» при пластике передней крестообразной связки искусственным трансплантатом. Врач-аспирант. 2015; 72 (5.2): 218–33. [Sadykov R.Sh., Bogatov V.B., Norkin A.I. «Mistakes» during ACL reconstruction with artificial ligaments. *Vrach-aspirant.* 2015; 72 (5.2): 218–33. (in Russ.).]

5. Засульский Д.Ю., Печинский А.И., Куляба Т.А. и др. Замещение пострезекционных дефектов коленного сустава при органосохраняющем оперативном лечении его опухолевых поражений. Травматология и ортопедия России. 2008; (2): 115–21. [Zasulsky D.Yu., Pechinsky A.I., Kulyaba T.A. et al. The replacement of knee postresection defects at the organosaving surgical treatment of its tumor lesions. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2008; (2): 115–21. (in Russ.)].
6. Arabmotlagh M., Rittmeister M., Hennigs T. Alendronate prevents femoral periprosthetic bone loss following total hip arthroplasty: prospective randomized double-blind study. J. Orthop. Res. 2006; 24 (7): 1336–41. doi: 10.1002/jor.20162.
7. Юсеф А.И., Ахтямов И.Ф. Особенности артропластики у пациентов с избыточной массой тела (обзор литературы). Травматология и ортопедия России. 2017; 23 (2): 115–23. [Yousef A.I., Akhtyamov I.F. Arthroplasty features in overweight patients (review). Traumatology and Orthopedics of Russia. 2017; 23 (2): 115–23. (in Russ.)]. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-115-123.
8. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Муравьева Ю.В. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011–2013 годы. Травматология и ортопедия России. 2015; (1): 136–51. [Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Fil A.S., Muravyeva Yu.V. Data of knee arthroplasty register of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics for period 2011–2013. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2015; (1): 136–51. (in Russ.)]. https://doi.org/10.21823/2311-2905-2015-0-1-136-151.
9. Призов А.П., Копылов А.А., Эпштейн А.А. и др. Лечение медиального остеартроза коленного сустава способом высокой открытой корригирующей остеотомии большеберцовой кости. Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. 2016; (3): 71–4. [Prizov A.P., Kopylov A.A., Epstein A.A. et al. Treatment of knee medial osteoarthritis using open corrective osteotomy of the tibia. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2016; (3): 71–4. (in Russ.)]. https://doi.org/10.32414/0869-8678-2016-3-71-74.
10. Ward D.T., Metz L.N., Horst P.K. et al. Complications of morbid obesity in total joint arthroplasty: risk stratification based on BMI. J. Arthroplasty. 2015; 30 (9 Suppl): 42–6. https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.03.045.
11. Bozic K.J., Lau E., Ong K. et al. Risk factors for early revision after primary TKA in Medicare patients. Clin. Orthop. Relat. Res. 2014; 472 (1): 232–7. https://doi.org/10.1007/s11999-013-3045-0.
12. Wallace G., Judge A., Prieto-Alhambra D. et al. The effect of body mass index on the risk of post-operative complications during the 6 months following total hip replacement or total knee replacement surgery. Osteoarthritis Cartilage. 2014; 22 (7): 918–27. doi: 10.1016/j.joca.2014.04.013.
13. Abdullah H.R., Ranjakunalan N., Yeo W. et al. Association between preoperative anaemia and blood transfusion with long-term functional and quality of life outcomes amongst patients undergoing primary total knee arthroplasty in Singapore: a single-centre retrospective study. Qual. Life Res. 2019; 28 (1): 85–98. https://doi.org/10.1007/s11136-018-1996-z.
14. Gurunathan U., Pym A., Anderson C. et al. Higher body mass index is not a risk factor for in-hospital adverse outcomes following total knee arthroplasty. J. Orthop. Surg. (Hong Kong). 2018; 26 (3): 2309499018802429. doi: 10.1177/2309499018802429.
15. Collins J., Donnell-Fink L., Yang H., Usiskin I. et al. Effect of obesity on pain and functional recovery following total knee arthroplasty. J. Bone Joint Surg. Am. 2017; 99 (21): 1812–8. http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.17.00022.

Сведения об авторах: Хело Мохаммад Джихад* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний КГМУ, <https://orcid.org/0000-0002-0079-3739>, e-mail: dr_helo_ortho@hotmail.com; Ахтямов Ильдар Фуатович — доктор мед. наук, проф., зав. кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний КГМУ; Саид Фирас Майн М. — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний КГМУ, <https://orcid.org/0000-0002-7712-3266>; Гильмутдинов Ильдар Шавкатович — врач отделения ортопедии №2 РКБ МЗ РТ; Юсеф Ашраф Исмаил — канд. мед. наук, ортопедический хирург Госпиталя Нью Мовасат; Абдуллах Ал Мухит — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний КГМУ; Кузнецова Роза Гильевна — науч. сотр. научного отдела Республиканской клинической больницы МЗ РТ.

Для контактов: Ахтямов И.Ф. — e-mail: yalta60@mail.ru

Information about the authors: Helo M.J. — postgraduate, chair of traumatology, orthopaedics and extreme condition surgery, Kazan State Medical University, <https://orcid.org/0000-0002-0079-3739>, e-mail: dr_helo_ortho@hotmail.com; Akhtyamov I.F. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the chair of traumatology, orthopaedics and extreme condition surgery, Kazan State Medical University; Said F.M. — postgraduate, chair of traumatology, orthopaedics and extreme condition surgery, Kazan State Medical University; Gilmutdinov I.Sh. — physician, orthopaedic department #2, Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan; Yousef A.I. — Cand. of Sci. (Med.), orthopaedic surgeon, New Mowasat Hospital; Abdullah A.M. — postgraduate, chair of traumatology, orthopaedics and extreme condition surgery, Kazan State Medical University; Kuznetsova R.G. — research worker, scientific department, Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan.

Contact: Akhtyamov I.F. — e-mail: yalta60@mail.ru

ОЦЕНКА КРОВОПОТЕРИ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА КОНСТРУКЦИИ ЭНДОПРОТЕЗА

А.И. Абелевич, О.М. Абелевич, А.В. Марочков

УЗ «Могилевская областная больница», Могилев, Республика Беларусь

Введение. В современных условиях эндопротезирование суставов стало одним из основных методов лечения, позволяющих восстановить движение в суставе, опороспособность нижней конечности и быстро вернуть пациента к активному образу жизни. Тотальное эндопротезирование коленного сустава сопровождается значительной кровопотерей, обуславливающей снижение уровня гемоглобина, а также более высокую потребность в переливании крови в послеоперационном периоде. **Цель исследования:** оценить объем кровопотери у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование коленного сустава, в зависимости от конструкции эндопротеза.

Пациенты и методы. Проведено ретроспективное исследование, в которое вошли 73 пациента с гонартрозом III стадии по классификации Н.С. Косинской. Пациентам 1-й группы ($n=50$) были установлены стандартные тотальные конструкции эндопротезов коленного сустава цементной фиксации, пациентам 2-й группы ($n=23$) — связанные ротационные конструкции. Определяли содержание гемоглобина и значение гематокрита до и через 24 ч после операции. Рассчитывали объем интра- и послеоперационной (через 24 ч) кровопотери, используя формулу гемоглобинового баланса.

Результаты. Содержание гемоглобина через 24 ч после операции у пациентов 1-й группы находилось на уровне $122,5 \pm 9,6$ г/л, во 2-й группе — $105,1 \pm 8,2$ г/л ($p=0,001$). Разница показателей уровня гемоглобина в соответствующих группах составила $10,5 \pm 6,6$ и $28,5 \pm 7,5$ г/л ($p=0,006$), объем кровопотери в интра- и послеоперационном периоде — $420,5 \pm 276,7$ и $1163,0 \pm 302,5$ мл в 1-й и 2-й группах соответственно ($p<0,05$). Переливание свежезамороженной плазмы в интра- и послеоперационном периоде в 1-й группе было проведено у 23 (57,5%) пациентов, во 2-й — у 21 (91,3%).

Заключение. Выявленные особенности кровопотери после эндопротезирования коленного сустава в зависимости от типа конструкции имплантата требуют соответствующих организационных мер для обеспечения эффективной трансфузионной терапии при хирургических вмешательствах на коленном суставе.

Ключевые слова: эндопротезирование, коленный сустав, кровопотеря, гемотрансфузия, гемоглобиновый баланс

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Абелевич А.И., Абелевич О.М., Марочков А.В. Оценка кровопотери при эндопротезировании коленного сустава в зависимости от типа конструкции эндопротеза. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018;3-4:36-41. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04136>

ASSESSMENT OF BLOOD LOSS IN TOTAL KNEE ARTHROPLASTY DEPENDING ON THE TYPE OF THE ENDOPROSTHESIS

A.I. Abelevich, O.M. Abelevich, A.V. Marochkov

Mogilev Regional Hospital, Mogilev, Belarus

Introduction. In the modern conditions arthroplasty of joints has become one of the main methods of treatment that enables to restore joint movements, weight bearing ability and quickly return the patient to an active lifestyle. Total knee arthroplasty (TKA) is accompanied by a significant blood loss resulting in a decrease of hemoglobin level and higher requirements in postoperative blood transfusion.

Purpose of the study: to estimate the volume of blood loss in patients after total knee arthroplasty depending on the design of the endoprosthesis.

Patients and methods. Retrospective study included 73 patients with stage 3 gonarthrosis by Kosinskaya. All patients were divided into groups: in group 1 ($n=50$) the standard total cemented knee joint endoprosthesis; in group 2 ($n=23$) — the associated rotational constructions were used. Hemoglobin and hematocrit tests were performed prior to and in 24 hours after operation. The volume of intra- and postoperative (in 24 hours) blood loss was calculated by the of hemoglobin balance formula.

Results. In 24 hours after operation the hemoglobin level was 122.5 ± 9.6 g/l in patients from group 1 and 105.1 ± 8.2 g/l ($p=0.001$) in patients from group 2. The difference in hemoglobin levels in patients within group 1 was 10.5 ± 6.6 g/l, within group 2 — 28.5 ± 7.5 g/l ($p=0.006$). The volume of intra- and postoperative (in 24 hours) blood loss for the 1st and 2nd patient groups of made up 420.5 ± 276.7 ml, in group 2 it was 1163.0 ± 302.5 ml ($p<0.05$), respectively. Fresh frozen plasma transfusion in intra- and postoperative period was performed to 23 (57.5%) patients from group 1 and 21 (91.3%) patients from group 2.

Conclusion. The revealed features of blood loss after knee arthroplasty, depending on the type of implant construction, require appropriate organizational measures to ensure effective transfusion therapy in surgical interventions on the knee joint.

Key words: joint replacement, knee joint, blood loss, blood transfusion, hemoglobin balance

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Abelevich AI, Abelevich OM, Marochkov AV. Assessment of blood loss in total knee arthroplasty depending on the type of the endoprosthesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:36-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04136>

Введение. В современных условиях эндопротезирование суставов стало одним из основных методов лечения, позволяющих восстановить движения в суставе, опороспособность нижней конечности и быстро вернуть пациента к активному образу жизни [1].

Тотальное эндопротезирование коленного сустава сопряжено с риском развития осложнений, обусловленных значительной кровопотерей в интра- и послеоперационном периоде, сопровождающейся снижением содержания гемоглобина, а также потребностью в переливании крови [2]. При этом объем кровопотери может достигать значений, равных или превышающих 1,5 л [3].

Для минимизации потери крови в интра- и послеоперационном периоде был предложен ряд методик, таких как окклюзия отверстия бедренной кости костным трансплантатом, использование пневматического жгута, усовершенствование операционного доступа, инъекции транексамовой кислоты в область сустава, местная инфузия адреналина, размещение геля с тромбоцитами в операционной ране и др. [4, 5]. Однако у пациентов, перенесших операцию эндопротезирования, все же сохраняется относительно высокий риск возникновения массивного кровотечения в послеоперационном периоде [6]. Например, в Великобритании 10% от имеющейся эритроцитарной массы в госпиталях используется для переливания пациентам в ортопедо-травматологических отделениях. Причем 40% из этого объема было перелито пациентам, перенесшим тотальное эндопротезирование коленного или тазобедренного сустава. Между тем использование большого количества донорских компонентов крови сопряжено с последующим увеличением заболеваемости и смертности. Кроме того, риски, связанные с трансфузиями, включают передачу инфекционных и неинфекционных агентов [6].

Для качественного планирования интра- и послеоперационной трансфузии компонентов крови

и принятия организационных мер по обеспечению ими необходимо иметь данные об объемах кровопотери в зависимости от особенностей хирургического вмешательства, в частности от типа конструкций эндопротезов.

Цель настоящего исследования — оценить объем кровопотери у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование коленного сустава, в зависимости от конструкции эндопротеза.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В период с 01.10.17 по 01.02.18 было проведено ретроспективное моноцентровое исследование. На выполнение работы было получено разрешение комитета стационара по этике от 03.10.17.

Изучали результаты лечения 73 пациентов с гонартрозом III стадии по классификации, предложенной Н.С. Косинской [7]. Возраст пациентов варьировал от 53 до 84 лет. Соотношение женщин и мужчин было равно 2,8:1. Масса тела пациентов составила $82,7 \pm 9,1$ кг, рост — $172,5 \pm 6,5$ см.

Для достижения цели сформировали 2 группы. В 1-й группе ($n=50$) пациенты были прооперированы с использованием стандартных тотальных конструкций эндопротезов коленного сустава цементной фиксации, во 2-й группе ($n=23$) — с применением связанных ротационных конструкций эндопротезов коленного сустава цементной фиксации. В целом группы были сопоставимы по основным показателям (табл. 1).

У 61 пациента гонартроз был идиопатическим, у 9 — посттравматическим, в 3 наблюдениях гонартроз возник вследствие прогрессирования ревматоидного артрита.

Среди сопутствующих заболеваний в группе исследования имели место ишемическая болезнь сердца (атеросклеротический кардиосклероз; $n=53$), артериальная гипертензия ($n=53$), ревматоидный артрит ($n=3$), сахарный диабет 2-го типа ($n=17$).

Показаниями к выполнению первичного тотального эндопротезирования коленного сустава были

Табл. 1. Характеристика пациентов
Table 1. Patient characteristics

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
Возраст, годы	$64,6 \pm 6,9$	$62,3 \pm 13,7$	0,50
Пол, ж/м	33/13	21/6	0,32
Рост, см	$172,4 \pm 7,2$	$171,4 \pm 5,1$	0,57
Масса тела, кг	$83,8 \pm 10,3$	$84,6 \pm 8,5$	0,75
Сторона прооперированной конечности	32 правых и 18 левых	7 правых и 16 левых	0,84
Площадь поверхности тела, м ²	$2,1 \pm 0,15$	$2,0 \pm 0,1$	0,36

выраженные клинические проявления гонартроза: необходимость постоянного приема обезболивающих препаратов в связи с непрекращающейся болью в коленном суставе, низкий уровень функциональной активности, выявленный с помощью шкалы KOOS, достоверные признаки гонартроза III стадии при рентгенологической оценке.

У всех 73 пациентов имела место значительная деструкция суставов, в 23 случаях сопровождавшаяся выраженными осевыми нарушениями и дисбалансом связочного аппарата коленного сустава.

Всем пациентам до и после операции выполняли рентгенограммы коленного сустава в прямой и боковой проекциях. Магнитно-резонансную и компьютерную томографию применяли в случаях, когда при выборе типа эндопротеза возникала необходимость в дополнительной оценке состояния мягкотканых стабилизирующих образований и хряща в различных отделах коленного сустава.

Тип конструкции эндопротеза выбирали в зависимости от степени нарушения оси нижней конечности, которую определяли по телерентгенограммам, выполненным с захватом обеих ног с включением тазобедренных и голеностопных суставов. Стандартный тотальный эндопротез коленного сустава цементной фиксации устанавливали при изменении оси конечности менее чем на 20–25° (вальгус и варус менее 20–25°). Связанный ротационный тип эндопротеза цементной фиксации применяли при деформациях оси конечности (вальгус и варус 25–30° и более) на фоне выраженного дисбаланса капсульно-связочного аппарата. Для эндопротезирования коленных суставов использовали имплантаты W. Link («Германия»): у пациентов 1-й группы — Gemini SL, 2-й группы — Endomodel.

С целью обезболивания во всех случаях использовали спинномозговую анестезию. Все оперативные вмешательства были выполнены с наложением пневматического жгута в средней трети бедра с давлением 300 мм рт.ст. Для доступа к коленному суставу у пациентов обеих групп осуществляли медиальную парапателлярную артротомию.

В послеоперационном периоде прооперированную конечность укладывали на специальную треугольную подушку на 2,5 ч. Дренаж удаляли через 48 ч после оперативного вмешательства.

Частично нагружать оперированную конечность начинали на 2–3-и сутки после операции. В раннем послеоперационном периоде назначали ЛФК, антибиотикотерапию, антикоагулянтную терапию, продолжительную пассивную разработку коленного сустава.

При анализе медицинских карт стационарных больных фиксировали длительность лечения пациентов в стационаре и продолжительность оперативного вмешательства. Определяли содержание гемоглобина и значение гематокрита до и через 24 ч после операции. Рассчитывали объем интра- и послеоперационной кровопотери через 24 ч после операции. Наблюдение в послеоперационном периоде и контрольные рентгенограммы выполня-

ли по показаниям на протяжении всего периода лечения больных в стационаре.

Объем интра- и послеоперационной кровопотери рассчитывали методом гемоглобинового баланса [8].

На первом этапе определяли площадь поверхности тела (Z , в m^2) согласно формуле, предложенной E. Gehan и S. George [9]:

$$Z = 0,0235 \cdot \text{рост} \cdot 0,42246 \cdot \text{масса тела} \cdot 0,51456.$$

Затем рассчитывали объем циркулирующей крови (ОЦК, в мл) до операции по формуле [9]:

$$\text{ОЦК} = Z \cdot k,$$

где k — постоянная величина, для женщин равная 2430, для мужчин — 2530.

Далее выявляли объем потери гемоглобина (Hb потеря, в г) после эндопротезирования коленного сустава согласно формуле [9]:

$$Hb\text{потеря} = \text{ОЦК} \cdot (Hb_{\text{до}} - Hb_{\text{после}}) \cdot 0,001 + Hb_{\text{п}},$$

где $Hb_{\text{до}}$ и $Hb_{\text{после}}$ — уровень гемоглобина (в г/л) до и после операции соответственно, $Hb_{\text{п}}$ — содержание гемоглобина в объеме перелитых доз эритроцитарной массы (в г); как правило, в одной дозе эритроцитарной массы объемом 250 мл содержится $52 \pm 5,4$ г гемоглобина [10].

Объем кровопотери (в мл) рассчитывали согласно формуле [9]:

$$\text{Объем кровопотери} = 1000 \cdot Hb\text{потеря} / Hb_{\text{до}}.$$

Статистическая обработка полученных данных была выполнена с помощью пакета прикладных программ Statistica 7.0 («StatSoft Inc.», США). Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (при нормальном распределении) или медианы, 25-го и 75-го процентилей (при распределении, отличном от нормального). Для оценки качественных переменных (возраст, пол, рост, масса тела, площадь поверхности тела, сторона операции) применяли критерий χ^2 , для оценки количественных переменных (объем циркулирующей крови, уровень гемоглобина и значение показателей гематокрита до и через 24 ч после операции, значение показателей кровопотери в интра- и послеоперационном периоде) — t -критерий Стьюдента. Полученные данные считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Продолжительность оперативного вмешательства в 1-й группе составила $87,6 \pm 10,9$ мин, во 2-й — $96,3 \pm 9,6$ мин, длительность лечения пациентов в стационаре — $13,1 \pm 4,2$ и $14,1 \pm 3,4$ сут соответственно.

До операции группы не различались по уровню гемоглобина в крови ($p = 0,299$; табл. 2), тогда как через 24 ч уровень гемоглобина у пациентов 2-й группы был статистически значимо ниже, чем в 1-й группе ($p = 0,001$; см. табл. 2). Разница показателей уровня гемоглобина у пациентов в 1-й группе составила $10,5 \pm 6,6$ г/л, во 2-й группе — $28,5 \pm 7,5$ г/л

Табл. 2. Показатели кровопотери
Table 2. Blood loss indices

Показатель	1-я группа	2-я группа	p
ОЦК, мл	4994,9±369,9	4939,5±313,6	0,53
Уровень гемоглобина, г/л:			
до операции	133,0±7,4	133,6±7,3	0,299
через 24 ч после операции	122,5±9,6	105,1±8,2	0,001
Потеря гемоглобина, г	55,9±36,5	156,3±45,0	0,001
Гематокрит, %:			
до операции	36,7±3,1	38,0±2,0	0,65
через 24 ч после операции	32,4±3,1	30,0±2,7	0,01
Объем кровопотери, мл	420,5±276,7	1163,0±302,5	0,001

($p=0,006$). Для показателей гематокрита была характерна аналогичная закономерность. Разница показателей гематокрита в 1-й группе составила $4,3\pm 1,8\%$, во 2-й — $8,0\pm 2,2\%$ ($p=0,004$).

Объем кровопотери, рассчитанный по формуле гемоглобинового баланса, в интра- и послеоперационном периоде у пациентов 1-й группы, перенесших эндопротезирование с установкой стандартного эндопротеза коленного сустава цементной фиксации, составил $420,5\pm 276,7$ мл, во 2-й группе при установке связанного ротационного эндопротеза коленного сустава цементной фиксации — $1163,0\pm 302,5$ мл ($p=0,001$; см. табл. 2).

Переливания свежезамороженной плазмы в интра- и послеоперационном периоде в 1-й группе было проведено у 23 (57,5%) пациентов, во 2-й — у 21 (91,3%), при этом в целом в среднем было перелито $342,5\pm 300,3$ и $523,5\pm 198,3$ мл соответственно.

Объем перелитой эритроцитарной массы в интра- и послеоперационном периоде в 1-й группе у 2 пациентов из 50 составил по 250 мл, во 2-й группе у 5 пациентов из 23 — по 250 мл, у 1 пациента — 500 мл.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследований, посвященных анализу объема кровопотери при установке стандартных конструкций эндопротеза коленного сустава с цементной фиксацией и связанных ротационных конструкций цементной фиксации, до этого не проводилось.

J. McConnell и соавт. [11] осуществили сравнительную оценку объема кровопотери в зависимости от использования компьютерной навигации. Объем кровопотери в контрольной группе составил в среднем 1362 мл, а в группе пациентов, у которых оперативное вмешательство было проведено с применением компьютерной навигации, — 1137 мл.

Согласно данным, полученным H. Shen и соавт. [12], средняя периоперационная кровопотеря после эндопротезирования коленного сустава, рассчитанная по формуле Gross, составляет 1553 ± 356 мл, причем из полученного объема скрытая кровопотеря была 793 ± 223 мл; конструкция эндопротеза в этом исследовании не учитывалась.

В другом исследовании [13] средняя кровопотеря, которая также была определена с помощью формулы Gross, составила 1073 мл, в том числе скрытая

потеря — 410 мл, т.е. около 38% от общего объема кровопотери после первичного эндопротезирования коленного сустава стандартными конструкциями эндопротезов с цементной фиксацией.

Операция эндопротезирования коленного сустава сопряжена с риском кровопотери уже после завершения оперативного вмешательства, которая зачастую бывает больше, чем интраоперационная. Как показали в своей работе В.Б. Накопия и соавт. [14], после эндопротезирования коленного сустава, как правило, учитывают только интраоперационную и дренажную кровопотерю, что может привести к недооценке клинической ситуации, поскольку именно скрытая кровопотеря нередко приводит к ухудшению состояния пациента и увеличению сроков стационарного лечения. Ввиду вышесказанного минимизация не только явной, но и скрытой кровопотери имеет важное значение для успешного исхода эндопротезирования коленного сустава.

Руководствуясь данными работы F. Gao и соавт. [8], для более детальной оценки кровопотери в интра- и послеоперационном периоде в настоящем исследовании выбрали метод гемоглобинового баланса.

Использование гомологичных компонентов крови связано с увеличением смертности и заболеваемости и характеризуется высокими финансовыми издержками. S. Hopewell и соавт. [15], проанализировав 32 исследования, посвященных оценке влияния переливания эритроцитов на заболеваемость и смертность, пришли к выводу, что среди пациентов, получавших трансфузию эритроцитов, имели место более высокие показатели частоты осложнений и смертности, чем среди тех, у кого использовали другие методы гемодинамической компенсации. В свою очередь гомологичные переливания не исключают развития осложнений и связаны с неблагоприятными явлениями примерно в 20% случаев, а тяжелые реакции регистрируют в 0,5% наблюдений [15].

Для того чтобы уменьшить высокое гомологичное потребление крови у пациентов, которым выполняется эндопротезирование коленного сустава, важно придерживаться стратегий, ассоциированных с меньшей потерей крови, которые позволяют избежать переливания компонентов крови. Основным методом предотвращения потери крови в ин-

ВЫВОДЫ

траоперационном периоде является использование пневмоманжеты. Т. Smith и соавт. [16] провели метаанализ 15 исследований (1040 эндопротезирований коленного сустава у 991 пациента) и оценили эффективность использования пневмоманжеты в качестве меры снижения кровопотери. Было установлено, что выполнение эндопротезирования коленного сустава с применением пневмоманжеты обеспечивает существенное уменьшение интраоперационной кровопотери по сравнению с таковой при аналогичных операциях, проводимых без пневмоманжеты.

В ходе настоящего исследования, несмотря на использование пневмоманжеты, объемы кровопотери в интра- и послеоперационном периоде существенно различались, составив $420,5 \pm 276,7$ и $1163,0 \pm 302,5$ мл в 1-й и 2-й группах соответственно ($p=0,001$).

В результате анализа данных был сделан вывод, что увеличенная кровопотеря в интра- и послеоперационном периоде при установке ротационных конструкций эндопротеза коленного сустава обусловлена обширной резекцией костной ткани (краевые остеофиты, влияющие на баланс связок), необходимой для постановки этого типа эндопротеза, по сравнению со стандартными эндопротезами коленного сустава, а также дополнительным высверливанием костной ткани в зоне костномозгового канала бедренной и большеберцовой костей для последующей фиксации удлиненной ножки компонента эндопротеза с помощью костного цемента с антибиотиком.

Поскольку адаптация к кровопотере и снижение числа эритроцитов и гемоглобина в крови широко варьируются у разных больных (например, пациенты пожилого возраста хуже переносят анемический синдром), в настоящем исследовании для пациентов 2-й группы ориентировались не только на показатели красной крови, но и на проявления циркуляторных нарушений, как на важнейший критерий, определяющий наряду с другими показания к переливанию эритроцитарной массы. Так, у 6 из 23 пациентов 2-й группы переливание эритроцитарной массы было проведено при показателях уровня гемоглобина $95-100$ г/л наряду с тахикардией, одышкой, бледностью кожных покровов и слизистых, а также общим ухудшением самочувствия. Осложнений после переливания эритроцитарной массы не наблюдалось.

Таким образом, анализ особенностей кровопотери после эндопротезирования коленного сустава в зависимости от типа конструкции эндопротеза выявил повышение объема кровопотери, снижение уровня гемоглобина в крови и показателя гематокрита, а также проведение в 91,3% случаев переливания свежзамороженной плазмы пациентам при использовании ротационных типов конструкции эндопротеза коленного сустава. Полученные данные позволили принять организационные меры по своевременному обеспечению инфузионно-трансфузионными растворами, восполняющими объем кровопотери.

1. Эндопротезирование коленного сустава с использованием связанных ротационных конструкций эндопротезов ассоциируется с увеличенным объемом кровопотери в интра- и послеоперационном периоде, который составил $1163,0 \pm 302,5$ мл, что в 2,7 раза больше, чем у пациентов, которым устанавливали стандартные тотальные эндопротезы коленного сустава, — $420,5 \pm 276,7$ мл ($p=0,001$).

2. При эндопротезировании коленного сустава с использованием связанных ротационных типов эндопротезов наблюдается снижение содержания гемоглобина в крови в послеоперационном периоде до $105,1 \pm 8,2$ г/л, что на 17 г/л ниже, чем при использовании конструкции стандартного тотального эндопротеза коленного сустава ($122,5 \pm 9,6$ г/л; $p=0,001$), и требует дополнительного переливания эритроцитарной массы.

3. Оценка кровопотери методом гемоглобинового баланса является объективным способом определения кровопотери в интра- и послеоперационном периодах и позволяет своевременно принимать организационные меры для обеспечения эффективной трансфузионной терапии при хирургических вмешательствах на коленном суставе.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Белецкий А.В., Ломать Л.Н., Борисов А.В. и др. Состояние проблемы и перспективы развития эндопротезирования суставов в республике Беларусь. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2010; 2 (30): 94–6. [Beletskiy A.V., Lomat L.N., Borisov A.V. et al. Current state of the problem and future perspectives of endoprosthesis replacement of the joint in the Republic of Belarus. Journal of the Grodno State Medical University. 2010; 2 (30): 94–6. (in Russ.)].
2. Lu Q., Peng H., Zhou G., Yin D. Perioperative blood management strategies for total knee arthroplasty. Orthop. Surg. 2018; 10 (1): 8–16. doi: 10.1111/os.12361.
3. Tavares Cardozo R., Fidelisde Souza Junior E., Campoli Alves W., Barbi Filho F. Total knee arthroplasty: indication of blood transfusion according to hematimetric variation and clinical symptoms of hypoperfusion. Rev. Bras. Ortop. 2014; 49 (5): 507–12. doi: 10.1016/j.rboe.2013.09.002.
4. Healy W.L., Della Valle C.J., Iorio R. et al. Complications of total knee arthroplasty: standardized list and definitions of the Knee Society. Clin. Orthop. Relat. Res. 2013; 471 (1): 215–20. doi: 10.1007/s11999-012-2489-y.
5. Vasconcelos J.W., Vasconcelos G.A. Blood loss in total knee arthroplasty with and without tourniquet release. Acta Ortop. Bras. [online]. 2011; 19 (1): 32–6. doi: 10.1590/S1413-78522011000100007.
6. Barros M.F., Ribeiro E.C., Dias R.G. Blood level changes in total knee arthroplasty with and without a tourniquet. Acta Ortop. Bras. 2017; 52 (6): 725–30. doi: 10.1016/j.rboe.2017.10.001.
7. Корнилов Н.Н. Гонартроз и сходные с ним клинические состояния (клинические рекомендации). СПб; 2013: 4. [Kornilov N.N. Gonarthrosis and similar clinical conditions (clinical recommendations). St. Petersburg; 2013: 4. (in Russ.)].
8. Gao F.Q., Li Z.J., Zhang K. et al. Four methods for calculating blood-loss after total knee arthroplasty. Chin. Med. J. (Engl). 2015; 128 (21): 2856–60. doi: 10.4103/0366-6999.168041.
9. Gehan E.A., George S.L. Estimation of human body surface area from height and weight. Cancer Chemother. Rep. 1970; 54 (4): 225–35.

10. *Lisander B., Ivarsson I., Jacobsson S.A.* Intraoperative autotransfusion is associated with modest reduction of allogeneic transfusion in prosthetic hip surgery. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1998; 42 (6): 707-12.
11. *McConnell J., Dillon J., Kinninmonth A. et al.* Blood loss following total knee replacement is reduced when using computer-assisted versus standard methods. *Acta Orthop. Belg.* 2012; 78 (1): 75-9.
12. *Shen H.L., Li Z., Feng M.L., Cao G.L.* Analysis on hidden blood loss of total knee arthroplasty in treating knee osteoarthritis. *Chin. Med. J. (Engl)*. 2011; 124 (11): 1653-6.
13. *Prasad N., Padmanabhan V., Mulla A.* Blood loss in total knee arthroplasty: an analysis of risk factors. *Int. Orthop.* 2007; 31 (1): 39-44. doi: 10.1007/s00264-006-0096-9.
14. *Накопия В.Б., Корнилов Н.Н., Божкова С.А. и др.* Скрытая кровопотеря после тотального эндопротезирования коленного сустава на фоне комплексной антикоагулянтной тромбопрофилактики. *Современные проблемы науки и образования.* 2017; 6. [*Nakopiya V.B., Kornilov N.N., Bozhkova S.A. et al.* Latent blood loss after total knee arthroplasty on a background of complex anticoagulant thromboprophylaxis. *Modern problems of science and education.* 2017; 6. (in Russ.)].
15. *Hopewell S., Omar O., Hyde C. et al.* A systematic review of the effect of red blood cell transfusion on mortality: evidence from large-scale observational studies published between 2006 and 2010. *BMJ Open.* 2013; 3 (5): pii: e002154. doi: 10.1136/bmjopen-2012-002154.
16. *Smith T.O., Hing C.B.* Is a tourniquet beneficial in total knee replacement surgery? A meta-analysis and systematic review. *Knee.* 2010; 17 (2): 141-7. doi: 10.1016/j.knee.2009.06.007.

Сведения об авторах: *Абелевич Артем Игоревич** — врач травматолог-ортопед ортопедо-травматологического отделения Могилевской областной больницы, <https://orcid.org/0000-0002-4335-6002>, e-mail: jabbawozec@gmail.com; *Абелевич Олег Михайлович* — зав. ортопедо-травматологическим отделением Могилевской областной больницы; *Марочкив Алексей Викторович* — доктор мед. наук, проф., врач анестезиолог-реаниматолог Могилевской областной больницы, <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>.

Для контактов: Абелевич А.И. — тел.: (+375 222) 23 98 58

Information about the authors: *Abelevich A.I.** — trauma and orthopaedic surgeon, trauma and orthopaedic department, Mogilev Regional Hospital, <https://orcid.org/0000-0002-4335-6002>, e-mail: jabbawozec@gmail.com; *Abelevich O.M.* — head of the trauma and orthopaedic department, Mogilev Regional Hospital; *Marochkov A.V.* — Dr. Sci. (Med.); professor, anesthetist-resuscitator, Mogilev regional hospital, <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>.

Contact: Abelevich A.I. — tel.: (+375 222) 23 98 58

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФИЛЬТРАЦИОННОЙ АНЕСТЕЗИИ ЛЕВОБУПИВАКАИНОМ И РОПИВАКАИНОМ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА*А.М. Агеенко*, В.С. Баитов, С.А. Первухин*ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России, Новосибирск, Россия**Цель исследования:** оценка эффективности и безопасности применения левобупивакаина в качестве средства для инфильтрационной анестезии после эндопротезирования коленного сустава.**Пациенты и методы.** В открытое рандомизированное исследование включены 284 пациента (возраст от 20 лет до 81 года), которым было выполнено эндопротезирование коленного сустава. Пациенты были разделены на 2 группы по 142 человека в зависимости от применяемого анестетика (ропивакаин или левобупивакаин). Оценивали выраженность болевого синдрома в первые 48 ч после операции с помощью визуальной рейтинговой шкалы, необходимость применения наркотических анальгетиков, наличие побочных эффектов.**Результаты.** Средние сроки возникновения болевого синдрома в группе инфильтрации ропивакаином составили 255 ± 83 мин, в группе инфильтрации левобупивакаином — 238 ± 87 мин ($p=0,108$). Через 4 ч после операции боль, требующая коррекции наркотическими анальгетиками, в группе ропивакаина имела у 30% пациентов, в группе левобупивакаина — у 43%. В течение всего периода пребывания пациента в стационаре не отмечено клинически значимых побочных эффектов или осложнений, непосредственно связанных с методом инфильтрационной анестезии.**Заключение.** Инфильтрационная анестезия как левобупивакаином, так и ропивакаином является простым, безопасным и эффективным способом купирования боли после операции на коленном суставе.**Ключевые слова:** эндопротезирование коленного сустава, fast-track, ERAS, левобупивакаин, ропивакаин**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки**КАК ЦИТИРОВАТЬ:** Агеенко А.М., Баитов В.С., Первухин С.А. Эффективность инфильтрационной анестезии левобупивакаином и ропивакаином после эндопротезирования коленного сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:42-46. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04142>**EFFICIENCY OF INFILTRATION ANESTHESIA WITH LEVOBUPIVACAINE AND ROPIVACAINE AFTER THE KNEE ARTHROPLASTY***A.M. Ageenko*, V.S. Baitov, S.A. Pervukhin*Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Frunze Str., 17,
Novosibirsk, 630091, Russia**Purpose:** to study the efficacy and safety of levobupivacaine as the main component of infiltration anesthesia after knee arthroplasty.**Patients and methods.** Open randomized study included 284 patients (20 — 81 years) after total knee arthroplasty. Patients were divided into 2 groups, 142 patients in each group, depending on the anesthetic used (levobupivacaine or ropivacaine). The severity of pain syndrome within the first 48 hours after the operation by VAS, the need for the use of narcotic analgesics, presence of side effects was evaluated.**Results.** The mean time of acute pain occurrence was 255 ± 83 min in ropivacaine group and 238 ± 87 min in levobupivacaine group ($p=0.108$). In 4 hours after surgical intervention 30 and 43% of patients from ropivacaine and levobupivacaine groups required narcotic analgesics, respectively. Neither serious side effects nor complications directly related to infiltration anesthesia were recorded.**Conclusion.** Infiltration anesthesia with both levobupivacaine and ropivacaine is simple, safe and effective method for pain arrest after surgical interventions of the knee joint.**Key words:** total knee joint replacement, fast-track, ERAS, levobupivacain, ropivacain**Conflict of interest:** the authors state no conflict of interest**Funding:** the study was performed with no external funding**TO CITE THIS ARTICLE:** Ageenko AM, Baitov VS, Pervukhin SA. Efficiency of infiltration anesthesia with levobupivacaine and ropivacaine after the knee arthroplasty. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;3-4:42-46. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04142>

Введение. На протяжении последних 20 лет в России, как и во всем мире, наблюдается неуклонный рост количества выполняемых операций эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов. Открытие новых федеральных центров эндопротезирования и освоение методик выполнения таких операций специалистами ортопедических отделений обычных больниц позволило увеличить доступность данного вида помощи для пациентов. При этом требуются современное материальное оснащение

и освоение методик выполнения таких операций специалистами ортопедических отделений обычных больниц позволило увеличить доступность данного вида помощи для пациентов. При этом требуются современное материальное оснащение

и большие усилия для успешной реабилитации пациентов в послеоперационном периоде [1, 2].

Одной из мер по повышению доступности эндопротезирования нуждающимся пациентам является оптимизация использования коечного фонда стационаров: сокращение длительности дооперационного пребывания пациента в стационаре, применение малотравматичной хирургической техники, позволяющей минимизировать осложнения, и максимально ранняя выписка больных из стационара на реабилитационную базу или домой. На основе этих принципов сформировалась мультидисциплинарная концепция fast-track, или ERAS, — технология ускоренной реабилитации после хирургического вмешательства [3].

Концепция сформулирована датским анестезиологом Н. Kehlet [4] и первоначально использовалась в полостной хирургии и кардиохирургии. Полученные выгоды от ее внедрения позволили распространить данный подход на многие области хирургии. Общества ERAS в России и за рубежом выпустили рекомендации по ведению пациентов после онкологических, торакальных, гинекологических вмешательств. Для нейрохирургических и ортопедических вмешательств пока не существует утвержденных рекомендаций, однако усилиями многих авторов в настоящее время эти положения формулируются [5].

Общие подходы fast-track для всех областей включают дооперационное информирование пациента, отказ от седативной терапии, максимальное сокращение периода голодания, щадящую хирургическую технику, максимально раннее возобновление энтерального питания и активизацию пациента с первых часов после операции [3]. Последнее невозможно без надежной аналгезии. Причем такая аналгезия должна быть достигнута без применения больших доз опиоидов.

Эндопротезирование коленного сустава относится к наиболее болезненным среди ортопедических вмешательств. Более 40% пациентов отмечали умеренный или выраженный болевой синдром в первые 48 ч после вмешательства, несмотря на системное применение наркотических анальгетиков [6]. Концепция мультимодальной аналгезии призвана помочь в купировании болевых синдромов высокой интенсивности. Важным элементом данного подхода является инфильтрационная анестезия области хирургического доступа.

Появление мощных местных анестетиков пролонгированного действия (бупивакаин, ропивакаин) позволило успешно использовать такую анестезию после эндопротезирования коленного сустава. Основным ограничением применения данного вида анестезии является кардиотоксичность препаратов, определяющая максимальную разовую дозу [7]. По этой причине усилия фармакологов направлены на снижение выраженности упомянутого побочного эффекта при сохранении эффективной аналгезии. Левовращающий изомер бупивакаина (левобупивакаин) заявлен как менее кардиотоксичный по сравнению с рацемической смесью.

Цель исследования: оценка эффективности и безопасности применения левобупивакаина в качестве средства для инфильтрационной анестезии после эндопротезирования коленного сустава.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В открытое рандомизированное исследование были включены 284 пациента, прооперированных в травматолого-ортопедическом отделении №3 Новосибирского НИИТО в 2017 г. В плановом порядке им было выполнено первичное или ревизионное эндопротезирование коленного сустава в условиях спинномозговой анестезии. Все пациенты были прооперированы одним хирургом. Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации.

Критерии включения: соответствие физического состояния пациентов I–III степени по шкале ASA; плановое эндопротезирование коленного сустава, выполненное в 2017 г. в травматолого-ортопедическом отделении №3 одной хирургической бригадой.

Критерии не включения: физическое состояние пациента IV и выше по шкале ASA, непереносимость препаратов для инфильтрационной анестезии, наличие исходного неврологического дефицита в нижних конечностях.

Критерии исключения: необходимость повторного вмешательства в первые 24 ч после операции.

Пациенты были разделены на две равные группы по 142 человека в зависимости от использованного местного анестетика. В группе А локальная инфильтрационная анестезия была выполнена ропивакаином (наропин, «AstraZeneca»), в группе Б — левобупивакаином (хирокаин, «Abbvie»; табл. 1).

Методика анестезии. Премедикация включала только феназепам в дозе 1 мг за 30 мин до подачи в операционную. Все больные оперированы в условиях спинномозговой анестезии бупивакаином (Маркаин спинал, «AstraZeneca») 10–15 мг. Интраоперационно осуществляли медикаментозную седацию до достижения состояния, соответствующего III–IV степени по шкале Ramsay. Для седации использовали постоянную инфузию пропофола или дексмететомидина.

Инфильтрационную анестезию проводили на основе методики, предложенной D. Kerr и L. Kohan [8]. Смесь для анестезии состояла из ро-

Табл. 1. Характеристика пациентов
Table 1. Patient characteristics

Показатель	Группа А	Группа Б
Возраст, годы	60,63 (24–81)	61,32 (20–79)
Пол, м/ж	52/90 (36,6/63,4)	44/98 (35,5/64,5)
ASA I	13 (9,15)	15 (10,56)
ASA II	98 (69,01)	98 (69,01)
ASA III	31 (21,84)	29 (20,43)

Примечание. Данные представлены в виде абсолютного числа пациентов (%) или среднего значения (min–max).

Note. Data are presented as absolute number of patients (%) or mean value (min—max).

пивакаина 150 мг или левобупивакаина 150 мг, смешанного с 100 мг кетопрофена и 0,3 мг адреналина. Смесь для введения разводили изотоническим раствором натрия хлорида до объема 50 мл. Поскольку доступ к задней капсуле после установки эндопротеза ограничен, инфильтрацию осуществляли одноэтапно после полной подготовки поверхности кости к установке компонентов. Раствор в объеме 35–40 мл вводили через сустав спереди по линии хирургического доступа до глубины 15 мм, места проведения релиза медиальной и латеральной коллатеральной связок, в ткани задней капсулы сустава, последовательно от одной стороны к другой, чтобы обеспечить равномерную доставку смеси в эти ткани. Оставшиеся 10–15 мл инфильтрировали в подкожную клетчатку в верхнем отделе коленного сустава по переднемедиальной поверхности.

В ближайшем послеоперационном периоде все пациенты находились под наблюдением в палате интенсивной терапии.

Всем больным в качестве базисной анальгетической терапии назначали 100 мг кетопрофена 2 раза в сутки в течение 3 дней. При возникновении болевого синдрома с оценкой 4 и выше осуществляли аналгезию посредством введения трамадола или промедола. По прошествии 3 дней после операции, если больной по каким-либо причинам не был выписан из стационара, аналгезию выполняли по требованию.

В 1-е сутки, согласно протоколу ведения, пациентам была разрешена активность только на кровати (повороты, присаживание). Энтеральное питание начинали после регресса спинномозгового блока. Принимать вертикальное положение пациентам в исследуемых группах разрешали на следующий день после операции в профильном отделении.

В ходе исследования фиксировали время возникновения болевого синдрома после окончания операции, дозу анальгетиков, введенную в течение 48 ч после операции, наличие побочных эффектов.

Оценку выраженности боли осуществляли с помощью визуальной рейтинговой шкалы (ВРШ) от 0 до 10, при этом за 0 принимали отсутствие боли, а 10 обозначало наибольшую возможную боль.

Отправной точкой отсчета считали момент окончания операции. Оценку боли регистрировали через 4 ч после времени отсчета вне зависимости от введения обезболивающих препаратов. В течение 4 ч у всех пациентов наблюдалось полное восстановление объема движений и чувствительности. В связи с этим оценка выраженности боли служила критерием эффективности блокады. Второй точкой исследования был момент перевода из отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), но до вертикализации пациента, третьей точкой — время после полной активизации пациентов.

Статистическую обработку полученных данных проводили в программе Microsoft Excel 2010. Вычисляли средние величины, стандартное отклонение и критерий Стьюдента. При $p < 0,05$ раз-

Табл. 2. Распределение пациентов исследуемых групп в зависимости от сроков возникновения болевого синдрома и введения первой дозы наркотических анальгетиков

Table 2. Distribution of patients within study groups by the term of pain syndrome occurrence and 1st dose of narcotic analgesics

Время после операции, ч	Группа А	Группа Б
1	5	6
2	12	14
3	26	41
4	26	24
5	49	37
6	20	13
7	4	7

личия между показателями считали статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Не зарегистрировано клинически значимых побочных эффектов или осложнений, непосредственно связанных с методом инфильтративной анестезии во время пребывания пациентов в стационаре. В частности, не отмечено остановки сердца или клинически значимых нарушений ритма в послеоперационном периоде, обусловленных кардиотоксичностью местных анестетиков, а также язвенных поражений желудочно-кишечного тракта, случаев кровотечений или почечной недостаточности как побочного действия нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП).

После регресса спинномозгового блока болевой синдром оценивали ежечасно (табл. 2). Средние сроки возникновения болевого синдрома в группе А составили 255 ± 83 мин, в группе Б — 238 ± 87 мин ($p = 0,108$).

Наличие болевого синдрома с оценкой выше 4 служило показанием к обезболиванию наркотическими анальгетиками. В 1-е сутки использовали внутривенное введение 20 мг промедола, на 2-е сутки после перевода в хирургическое отделение использовали пероральный прием 100 мг трамадола, а при неэффективности — 20 мг промедола внутримышечно.

Фиксировали случаи возникновения болевого синдрома с оценкой по ВРШ выше 4 в период 0–4 ч, с 4-го часа до перевода из ОРИТ и в 1-е сутки после перевода в профильное отделение. Динамика болевого синдрома представлена в табл. 3.

ОБСУЖДЕНИЕ

Степень выраженности болевого синдрома после операции определяется объемом повреждения ткани в области вмешательства. В плановой хирургии возможно прогнозировать интенсивность, локализацию и продолжительность боли и принять необходимые меры по блокаде возникновения и передачи болевых импульсов в центральной нервной системе (ЦНС) [9, 10]. Эта цель достижима с помощью местных анестетиков и противовоспалительных препаратов прямого действия (кетопрофен), вводимых местно.

Табл. 3. Распределение пациентов исследуемых групп в зависимости от выраженности боли в динамике наблюдения
Table 3. Distribution of patients within study groups by the severity of pain syndrome in dynamics

Оценка боли по ВРШ	Через 4 ч после операции		К моменту перевода из ОРИТ (от 15 до 22 ч)		Через 48 ч после перевода	
	группа А	группа Б	группа А	группа Б	группа А	группа Б
0–3	99	81	127	130	139	136
4 и выше	43	61	15	12	3	6

Местная инфильтрация НПВС стала широко использоваться после описания D. Kerr и L. Kohan [8] своей методики. Авторы предположили, что локальная сенсibilизация болевых нервов активными медиаторами, выделяемыми из поврежденной ткани, является основным механизмом увеличения и поддержания интенсивности боли. Синтез данных компонентов может быть заблокирован НПВП, и описанная методика инфильтрации эффективна для получения локально высоких концентраций лекарств в месте повреждения тканей. Если местная анестезия в предложенной смеси успешно блокирует возбуждение нервной системы, то молекулы НПВП также должны находиться в непосредственной близости от места повреждения тканей для ингибирования синтеза простагландина и последующей нервной сенсibilизации.

Левобупивакаин — чистый S (–) энантиомер бупивакаина, стал более безопасной, чем рацемическая смесь, альтернативой региональной анестезии. Он продемонстрировал меньшее сродство и силу депрессии миокарда и ЦНС в фармакодинамических исследованиях [11]. Меньший объем распределения и более высокое связывание белков плазмы являются двумя интегральными свойствами, связанными со стереоизомерией, которые ответственны за его меньшую токсичность. Оба препарата можно считать безопасными при условии корректного применения, что подтвердилось в нашем исследовании. Не было зафиксировано ни одного случая кардиотоксичности препаратов.

Сравнивая анальгетическую эффективность левобупивакаина и ропивакаина, можно отметить, что в случае применения этих препаратов с целью центральной или периферической блокады, по сообщениям многих авторов, левобупивакаин отчетливо превосходит ропивакаин [12, 13]. В связи с этим было интересно провести сравнение препаратов при их местном применении. Полученные данные показали отсутствие статистически значимых различий между группами ($p=0,108$).

При оценке выраженности болевого синдрома в исследуемых группах было установлено, что через 4 ч после операции боль, требующая коррекции наркотическими анальгетиками, в группе ропивакаина имела у 30% пациентов, в группе левобупивакаина — у 43%.

Купирование боли после хирургического вмешательства должно реализовываться на всех этапах оперативного лечения, а именно: предоперационный (образование, укрепление доверия и мотивация), операционный (оптимальная анестезия),

острый послеоперационный период, остаточный период. Местная инфильтрационная анальгезия — всего лишь одна часть этой «головоломки» из важных вспомогательных элементов. Оценивая успешность коррекции болевого синдрома в первые 2 сут после операции, можно отметить, что во всех случаях нам удалось провести успешную мобилизацию пациентов в ближайшем послеоперационном периоде. В 95–97% случаев к исходу 2-х суток после операции для купирования болевого синдрома коррекция сильнодействующими препаратами не требовалась.

Заключение. Местная инфильтрационная анальгезия как ропивакаином, так и левобупивакаином проста, практична, безопасна и достаточно эффективна для купирования боли после операции на коленном суставе. Используемая методика в большинстве случаев обеспечивает надежную анальгезию в течение первых 4 ч после операции, а как компонент мультимодальной анальгезии этот метод облегчает проведение ускоренной реабилитации и дает возможность ранней выписки, что снижает вероятность развития инфекционных осложнений, вызванных внутрибольничной флорой.

Наше исследование не выявило статистически значимых различий по эффективности и безопасности левобупивакаина и ропивакаина при использовании их с целью инфильтрационной анальгезии.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Прохоренко В.М., Мамедов А.А., Баитов В.С. История, настоящее и будущее артропластики коленного сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2016;(4):74–81. [Prokhorenko V.M., Mamedov A.A., Baitov V.S. History, present and future of knee arthroplasty. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2016;(4):74–81. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2016-4-74-81>.
2. Иванов П.П., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Ревизионные хирургические вмешательства при перипротезной инфекции коленного сустава (обзор литературы). Кафедра травматологии и ортопедии. 2017;1(21):35–43. [Ivanov P.P., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. Surgical interventions for treatment of infected total knee arthroplasty (literature review). Kafedra travmatologii i ortopedii. 2017;(1):35–43 (in Russ.)].
3. Затевахин И.И., Пасечник И.Н., Ачкасов С.И., Губайдуллин Р.Р., Лядов К.В., Проценко Д.Н., Шельгин Ю.А., Цициашвили М.Ш. Клинические рекомендации по внедрению программы ускоренного выздоровления пациентов после плановых хирургических вмешательств на ободочной кишке. Доктор.Ру. 2016;12-1(129):8–21. [Zatevakhin I.I., Pasechnik I.N., Achkasov S.I., Gubaidullin R.R., Lyadov K.V., Protsenko D.N., Shelygin Yu.A., Tsitsiashvili M.Sh. Clinical Guidelines on implementation of enhanced-recovery-after-surgery program for elective colorectal surgery. Doctor.Ru. 2016;12-1(129):8–21. (in Russ.)].

4. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth*. 1997;78(5):606-617.
5. Назаренко А.Г., Коновалов Н.А., Крутько А.В., Замиро Т.Н., Героева И.Б., Губайдуллин Р.Р., Хорева Н.Е., Комаров А.Н., Степанян М.А., Константинова М.В., Казачонок А.М., Оноприенко Р.А., Королишин В.А., Кубынина Т.Н., Мартынова М.А. Применение технологии быстрого восстановления после хирургических вмешательств у пациентов с грыжами межпозвоночных дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2016(4):5-12. [Nazarenko A.G., Konovalov N.A., Krut'ko A.V., Zamiro T.N., Geroeva I.B., Gubaidullin R.R., Khoreva N.E., Komarov A.N., Stepanyan M.A., Konstantinova M.V., Kazachonok A.M., Onoprienko R.A., Korolishin V.A., Kubynina T.N., Martynova M.A. Postoperative applications of the fast track technology in patients with herniated intervertebral discs of the lumbosacral spine. *Voprosy neurokhirurgii im. N.N. Burdenko*. 2016(4):5-12. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/neiro20168045-12>.
6. Парратте С., Корнилов Н.Н., Тиенпонт Э., Балдини А., Тихилов Р.М., Аргенсон Ж.-Н., Куляба Т.А. Необъяснимая боль после тотального эндопротезирования коленного сустава. Травматология и ортопедия России. 2013(4):92-96. [Parratte S., Kornilov N.N., Thienpont E., Baldini A., Tikhilov R.M., Argenson Zh.-N., Kulyaba T.A. Unexplained pain after total knee arthroplasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2013(4):92-96. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2013--4-92-96>.
7. Лажин Р.Е., Корячкин В.А., Уваров Д.Н., Ульрих Г.Э., Шифман Е.М., Глущенко В.А., Куликов А.В. Интенсивная терапия при системной токсичности местными анестетиками (клинические рекомендации). Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2016;10(3):197-204. [Lahin R.E., Koryachkin V.A., Uvarov D.N., Ul'rikh G.E., Shifman E.M., Glushchenko V.A., Kulikov A.V. Intensive therapy with systemic toxicity of local anesthetics. *Perioperative fasting in adults and children (clinical recommendations)*. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroi boli*. 2016;10(3):197-204. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.18821/19936508-2016-10-3-197-204>.
8. Kerr D.R., Kohan L. Local infiltration analgesia: a technique for the control of acute postoperative pain following knee and hip surgery: a case study of 325 patients. *Acta Orthop*. 2008;79(2):174-183. <https://doi.org/10.1080/17453670710014950>.
9. Husted H. Fast-track hip and knee arthroplasty: clinical and organizational aspects. *Acta Orthop*. 2012;83(346):1-39. <https://doi.org/10.3109/17453674.2012.700593>.
10. Tucker A., McCusker D., Gupta N., Bunn J., Murnaghan M. Orthopaedic enhanced recovery programme for elective hip and knee arthroplasty — could a regional programme be beneficial? *Ulster Med J*. 2016;85(2):86-91.
11. Das A., Majumdar S., Kundu R., Mitra T., Mukherjee A., Hajra B.K., Dutta S., Chattopadhyay S. Pain relief in day care arthroscopic knee surgery: A comparison between intra-articular ropivacaine and levobupivacaine: A prospective, double-blinded, randomized controlled study. *Saudi J Anaesth*. 2014;8(3):368-373. <https://doi.org/10.4103/1658-354X.136435>.
12. Fournier R., Faust A., Chassot O., Gamulin Z. Levobupivacaine 0.5% provides longer analgesia after sciatic nerve block using the labat approach than the same dose of ropivacaine in foot and ankle surgery. *Anesth Analg*. 2010;110(5):1486-1489. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181d3e80b>.
13. Maheshwari V., Rasheed M.A., Singh R.B., Choubey S., Sarkar A. Comparison of ropivacaine with levobupivacaine under epidural anesthesia in the lower limb orthopedic surgeries: a randomized study. *Anesth Essays Res*. 2016;10(3):624-630. <https://doi.org/10.4103/0259-1162.191119>.

Сведения об авторах: Агеенко Александр Михайлович* — канд. мед. наук, зав. отделением анестезиологии и реанимации ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна; e-mail: ageenkoam@gmail.com; Баитов Владислав Сергеевич — канд. мед. наук, зав. отделением травматологии и ортопедии № 3 ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Первухин Сергей Александрович — канд. мед. наук, зав. отделением реанимации и интенсивной терапии ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна.

Для контактов: Агеенко А.М. — e-mail: niito@niito.ru

Information about the authors: Ageenko A.M.* — Cand. Sci. (Med.), head of anesthesiology and resuscitation department, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, e-mail: ageenkoam@gmail.com; Baitov V.S. — Cand. Sci. (Med.), head of traumatology and orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan; Pervukhin S.A. — Cand. Sci. (Med.), head of resuscitation and intensive care unit, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan.

Contact: Ageenko A.M. — e-mail: niito@niito.ru

ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СТОП КАК МЕТОД ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ**М.В. Паршиков¹, П.С. Бардюгов^{1-3*}, Г.Р. Галстян³, Н.В. Ярыгин¹, В.М. Головчак², М.Ю. Бакунов²**¹ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия; ²ГБУЗ МО «Видновская районная клиническая больница», Видное, Россия; ³ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Москва, Россия**Цель исследования:** изучение возможностей хирургического ортопедического лечения деформаций стоп как метода лечения и профилактики синдрома диабетической стопы (СДС).**Пациенты и методы.** В период с 2014 по 2017 г. хирургическое лечение деформаций стоп проведено 37 пациентам с СДС. Среди пациентов было 13 мужчин и 24 женщины в возрасте от 47 до 75 лет. В соответствии с классификацией диабетической стопы Техасского университета у 4 человек заболевание соответствовало категории 0, у 7 — категории 3, у 26 — категории 4а. Первичные деформации, которые не относятся к проявлениям СДС, имелись в 13 наблюдениях, вторичные деформации как результат СДС — в 24. Было проведено 47 оперативных вмешательств различного вида, которые были объединены в группы согласно классификации хирургического лечения СДС, разработанной D. Armstrong. Целью хирургических ортопедических пособий была коррекция нарушений биомеханики, выведение из-под нагрузки участков стопы, подвергающихся высокому механическому воздействию, обусловленному деформацией.**Результаты.** Больных наблюдали в срок от 2 мес до 3 лет. Первичное заживление язв констатировали после 32 операций. В 2 случаях для заживления язв потребовалось выполнение повторного (более радикального) оперативного вмешательства. Рецидива деформаций не отмечено. Нагноение послеоперационной раны наблюдалось в 1 случае, рецидив образования язвы — тоже в 1 случае.**Заключение.** Результаты проведенного исследования позволяют констатировать значительную роль и широкий горизонт возможностей хирургической ортопедии в эффективном и функциональном лечении пациентов с СДС.**Ключевые слова:** синдром диабетической стопы, транскутанная оксиметрия, деформации стоп**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки**КАК ЦИТИРОВАТЬ:** Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Галстян Г.Р., Ярыгин Н.В., Головчак В.М., Бакунов М.Ю. Хирургическая коррекция деформаций стоп как метод профилактики и лечения синдрома диабетической стопы. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:47-57. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04147>**SURGICAL CORRECTION OF FOOT DEFORMITIES AS A METHOD FOR PREVENTION AND TREATMENT OF DIABETIC FOOT SYNDROME****M.V. Parshikov¹, P.S. Bardyugov^{1-3*}, G.R. Galstyan³, N.V. Yarygin¹, V.M. Golovchak², M.Yu. Bakunov²**¹A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow, 127473, Russia; ²Vidnoe regional clinical hospital, Zavodskaya str., 15, Vidnoe, 142700, Russia; ³Endocrinology Research Centre, 11, Dm. Ulyanova street, Moscow, 117036, Russia**Purpose:** to study the potentialities of orthopaedic surgery in foot deformities as a method for prevention and treatment of diabetic foot syndrome (DFS).**Patients and methods.** During the period from 2014 to 2017 thirty seven patients (13 men and 24 women aged 47—75 years) with DFS were operated on for feet deformity. According to Texas University classification 4 patients had grade 0, 7 — grade 3 and 26 patients — grade 4a pathology. Primary deformities were observed in 13 cases, secondary deformities resulting from DFS — in 24 cases. Forty seven different surgical interventions were performed. All interventions were grouped according to D.G. Armstrong classification for DFS surgical treatment. The surgical task was the correction of biomechanics, unloading of foot segments that were subjected to high mechanical effect caused by the deformity.**Results.** The follow up period was from 2 months to 3 years. Primary healing of the ulcers was observed after 32 surgical interventions. In 2 cases revision (more radical) surgical intervention was performed. No deformity relapse was noted. Postoperative wound suppuration was recorded in 1 case. Ulcer relapse was observed in 1 case.**Conclusion.** The study results allow suggesting a significant role and wide-ranging potentialities of surgical orthopaedics for the effective and functional treatment of patients with DFS.**Key words:** diabetic foot syndrome, transcutaneous oximetry, foot deformity**Conflict of interest:** the authors state no conflict of interest**Funding:** the study was performed with no external funding**TO CITE THIS ARTICLE:** Parshikov MV, Bardyugov PS, Galstyan GR, Yarygin NV, Golovchak VM, Bakunov MYu. Surgical correction of foot deformities as a method for prevention and treatment of diabetic foot syndrome. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;3-4:47-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04147>

Введение. Сахарный диабет (СД) — неизлечимое, склонное к постоянному прогрессированию заболевание. Причем опасность для здоровья и жизни пациента представляют проявления как самого патологического процесса, так и его осложнений: нефропатии, ретинопатии и синдрома диабетической стопы (СДС) [1].

Число зарегистрированных больных СД на 01.01.10 в Российской Федерации составляло 3 163 300 человек и согласно прогнозу за ближайшие два десятилетия вырастет до 5,81 млн. Причем это только те пациенты, которые находятся на диспансерном учете в лечебных учреждениях [2].

Вероятность развития СДС у страдающих СД пациентов достигает 15%, и в большинстве случаев он сопровождается деформациями различных отделов стопы. У 85% пациентов с СДС наличие длительно незаживающих язв приводит к развитию гнойно-некротических процессов, которые нередко являются причиной ампутаций на том или ином уровне [3, 4]. Наиболее значимыми этиопатогенетическими факторами развития СДС являются периферическая нейропатия (78%), травмы (77%) и деформации (68%) стоп [5–7].

Основным патогенетическим звеном формирования СДС является периферическая нейропатия. Гипергликемия приводит к демиелинизации нервных волокон. Поражение моторной порции влечет за собой атрофию мышц стопы и усугубление деформаций. Демиелинизация сенсорной части в свою очередь обуславливает снижение чувствительности и боли, т. е. начинает страдать защитная функция. Автономная нейропатия служит причиной нарушения потоотделения: кожа становится сухой, трескается, микротравмы формируют входные ворота для инфекции. Другим звеном СДС является ангиопатия. Снижение магистрального кровотока за счет сужения просвета артериальной стенки сопровождается ишемией мягких тканей. Сочетание с провоцирующими факторами (в первую очередь локальное повышенное механическое воздействие на мягкие ткани стопы) приводит к формированию язвенного дефекта [8–10]. Однако необходимо отметить, что СДС в целом и образование язвенных дефектов в частности в подавляющем большинстве являются следствием нейропатии, а не ишемии. В связи с этим более чем у 90% больных имеется периферическая нейропатия нижних конечностей в виде нейропатической (60–65%) и нейроишемической (35–40%) формы СДС [11–13].

При выявлении СД у пациентов с деформациями стоп особенно обращает внимание передний отдел. Ортопед чаще всего ставит перед собой вопрос о возможности коррекции путем выполнения реконструктивной или паллиативной операции, при этом анализирует вероятность возникновения осложнений. И это заболевание вне зависимости от характера проявлений, стадии процесса, компенсации часто вынуждает специалиста отказать пациенту в хирургическом лечении и назначить только консервативную ортопедическую коррекцию, как правило,

в щадящем режиме. При выраженных проявлениях СДС (ишемия, нейропатия, деформации, гнойно-некротические явления) вопрос о проведении реконструктивного оперативного вмешательства на любом из отделов стоп не ставится [14]. На практике данная группа пациентов в России получают неполноценное ортопедическое лечение. Чаще всего оно проводится как амбулаторно, так и стационарно хирургами, не обладающими соответствующей тематической специализацией, без учета биомеханических изменений и перспектив.

Нами предложено использовать накопленный опыт современной ортопедической хирургии у больных СД с деформациями стоп: различные виды остеотомий, вмешательства на мягких тканях применительно к конкретным условиям и потребностям пациента с СДС.

По нашему мнению, главной целью хирургического ортопедического пособия у данной группы пациентов являются коррекция нарушений биомеханики, выведение из-под нагрузки участков стопы, подвергающихся высокому механическому воздействию, обусловленному деформацией; максимальная, но по возможности малотравматичная разгрузка этих зон, локализация которых, как правило, соответствует расположению нейропатических язвенных дефектов.

Цель исследования: изучение возможностей хирургического ортопедического лечения деформаций стоп как метода лечения и профилактики СДС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

С 2014 по 2017 г. хирургическое лечение деформаций стоп проведено 37 пациентам с СДС. Данное клиническое исследование одобрено межвузовским комитетом по этике. Среди пациентов были 13 мужчин и 24 женщины в возрасте от 47 до 75 лет. У 34 пациентов диагностирован СД 2-го типа. Длительность заболевания у них варьировала от 1 года до 15 лет, причем 11 пациентов принимали противодиабетические лекарственные препараты (метформин, диабетон), а 23 — препараты инсулина. У 3 человек диагностирован инсулинзависимый СД 1-го типа длительностью от 11 до 17 лет. Все пациенты были компенсированы по сопутствующей соматической патологии. В то же время у 5 больных отмечались начальные признаки почечной недостаточности, а у 13 — признаки диабетической ретинопатии. Уровень гликированного гемоглобина не превышал 9%, уровень глюкозы крови колебался, не превышая 17 ммоль/л, при среднем уровне от 5,5 до 9 ммоль/л. Отклонений в общем состоянии опорно-двигательного аппарата не было.

Наличие ацетона или глюкозы в моче являлось критерием декомпенсации СД и противопоказанием к хирургическому лечению. Другими противопоказаниями служили ишемия тканей нижних конечностей, подтвержденная данными ультразвукового исследования (УЗИ) артерии и чрескожной оксиметрии, активный инфекционно-воспалительный процесс на нижних конечностях, тром-

боз вен нижних конечностей, острая стадия стопы Шарко, наличие некротических тканей в язве, некроз тканей стопы, тяжелые сопутствующие заболевания.

Пациенты предъявляли жалобы на длительно незаживающие/рецидивирующие язвы ($n=28$), грубую деформацию всех отделов стопы, преимущественно среднего и заднего, которая привела к нарушению опороспособности ($n=5$), трудности подбора обуви и косметический дефект. При этом болевой синдром на высоте деформаций отмечали лишь 4 больных.

В 3 наблюдениях имелся двусторонний характер диабетической остеоартропатии. Оперативные вмешательства у этих пациентов выполняли на конечности с более выраженными патологическими изменениями.

Сроки существования у пациентов язвенных дефектов варьировали от 6 мес до 11 лет. Их размер колебался от $0,5 \times 0,5$ до 6×5 см, но чаще всего ($n=16$) был в пределах от 1×1 до 2×2 см.

Распределение язв по глубине поражения в соответствии с классификацией F. Wagner (1979) было следующим: 1-я степень (поверхностная) — у 14 человек, 2-я степень (глубокая) — у 7, 3-я степень (локальный остеомиелит) — у 4. Больных с локализованной и распространенной гангреной не было. Все язвы были длительно незаживающими, с подрывными гиперкератозными краями. У 4 пациентов дном язвы оказалась кость (в местах с малым количеством мягких тканей), у всех остальных — грануляционная ткань. Признаков острого инфекционного воспаления не отмечалось.

В 2 наблюдениях язвы располагались на боковой поверхности пальца (в зоне давления соседнего пальца), еще в 2 — по внутренней поверхности стопы в области давления обуви на головку I плюсневой кости (у данных больных отмечалось вальгусное отведение I пальца стопы). У 1 пациента язва локализовалась на тыльной поверхности II пальца в области проксимального межфалангового сустава при молоткообразной деформации. У 2 больных с молоткообразной деформацией язвы располагались в области бугристости ногтевой фаланги этого пальца (рис. 1, а).

В 2 других случаях язвы находились в области вершины наружной лодыжки и основания V плюсневой кости: данные зоны нагружались при ходьбе за счет варусной установки стопы, вызванной грубой деформацией вследствие диабетической остеоартропатии. Во всех остальных наблюдениях язвенные дефекты располагались на подошвенной поверхности, у 7 человек — в зоне головок средних плюсневых костей (2 пациента с поперечной распластанностью, 3 перенесли ампутацию I или V пальца (рис. 1, б), 2 — экзартикуляцию II, III пальцев (рис. 1, в).

Язвенные дефекты у 2 пациентов располагались в области головки V плюсневой кости (у одного — деформация Тейлора, у другого — посттравматическая варусная установка стопы).

У 4 пациентов, перенесших трансметатарзальную ампутацию стопы, имелись язвы в области дистального отдела культи в проекции основания плюсневых костей: повышенное механическое воздействие в зоне язвенного дефекта обусловлено сформировавшейся эквинусной контрактурой голеностопного сустава (рис. 1, г).

В 2 наблюдениях язва локализовалась в проекции дистального конца культи I плюсневой кости (рис. 1, д).

У 2 пациентов имелись язвы на подошвенной поверхности в зоне головки I плюсневой кости (у одного — после артродеза сустава Лисфранка и Шопара, у другого — после ампутации II пальца с головкой плюсневой кости).

У 4 больных со стопой Шарко язвенные дефекты располагались на подошвенной поверхности на высоте деформации в области кубовидной и наружной клиновидной костей ($n=3$; рис. 1, е) и в зоне первого плюснеклиновидного сустава ($n=1$).

Таким образом, при СДС наиболее выраженные трофические изменения возникают в мягких тканях подошвенной поверхности при повышенном механическом воздействии, усугубляясь наличием либо появлением разного характера и степени выраженности деформаций. Появлению язв в других областях стопы способствует механическое воздействие на ткани как в физиологических условиях, так и при появлении ортопедической патологии.

Существует множество классификаций СДС, однако в большинстве из них не учитываются особенности и изменения ортопедического статуса: классификация, отражающая степень вовлеченности тканей в язвенно-некротический процесс по Wagner [15]; классификация IDSA [16], разделяющая СДС по тяжести раневой инфекции; классификация Техасского университета UT [17], характеризующая типы язвенных дефектов в комплексе с наличием/отсутствием ишемии и инфекции; классификация PEDIS (Perfusion, Extent, Depth, Infection, Sensation), описывающая все проявления СДС, кроме деформаций [18, 19].

По нашему мнению, наиболее удобной и наглядной с точки зрения ортопеда, занимающегося лечением СДС, для выбора тактики, методов лечения и определения прогноза представляется классификация Техасского университета, которую мы использовали в своей работе (см. таблицу) [20].

При этом категории 0, 1, 2, 3, 4b являются группой риска образования язвенного дефекта, категории 4a, 5, 6 — группой риска ампутации конечности. В соответствии с классификацией диабетической стопы Техасского университета распределение пациентов было следующим: категория 0 — 4 человека, категория 3 — 7 человек, категория 4a — 26 человек.

План ортопедического обследования включал рентгенографию стоп и голеностопного сустава в двух стандартных проекциях лежа и с нагрузкой, а также плантографию (если конечность была опороспособной).



Рис. 1. Нейропатические язвы различной локализации.

a — в области бугристости ногтевой фаланги II пальца; *б* — в проекции головки IV плюсневой кости после ампутации V пальца с головкой V плюсневой кости; *в* — в проекции головки II плюсневой кости после экзартикуляции II пальца; *г* — в области дистального отдела культи в проекции основания плюсневых костей у пациентов с эквинусной контрактурой голеностопного сустава; *д* — в проекции дистального конца культи I плюсневой кости (после ампутации I пальца с головкой плюсневой кости); *е* — в области кубовидной и наружной клиновидной костей (стопа Шарко).

Fig. 1. Neuropathic ulcers of different localization.

a — in the area of the tuberosity of the ungula phalanx of the II toe; *б* — in the projection of the head of the IV metatarsal bone after amputation of the little toe with the head of the V metatarsal bone; *в* — in the projection of the head of the second metatarsal bone after exarticulation of the II toe; *г* — in the area of the distal stump in the projection of the base of the metatarsal bones in patients with equinus contracture of the ankle; *д* — in the projection of the distal end of the stump of the first metatarsal bone (after amputation of the great toe with the head of the metatarsal bone); *е* — in the area of the cuboid and lateral sphenoid bones (Charcot foot).

Для изучения состояния мягких тканей, характера и степени нарушения локального кровообращения стоп и определения объема предполагаемой операции разработан алгоритм предоперационного обследования. В него входили:

1) визуальная и тактильная оценка кожных покровов стопы и голени;

2) определение транскутанного напряжения кислорода ($t_{cr} O_2$) в тканях стопы (измеряли в положении пациента лежа). При $t_{cr} O_2 = 40$ мм рт.ст. и выше в зоне предполагаемого оперативного вмешательства можно рассчитывать на первичное заживление послеоперационной раны и полноценное сращение кости. Уровень $t_{cr} O_2$ менее 20 мм рт.ст. служит показателем критической ишемии в зоне исследования. Диапазон значений $t_{cr} O_2$ от 40 до 20 мм рт.ст. свидетельствует о компенсированном уровне ишемии в большей или меньшей степени и обуславливает необходимость дообследования с использованием ангиографии и провокационных проб [21–23];

3) определение плечелодыжечного индекса (ПЛИ) при ультразвуковой доплерографии. Данный показатель равен отношению систолического артериального давления (АД) на уровне лодыжек к систолическому АД, измеряемому на уровне плеча (систолическое АД на задней большеберцовой артерии/систолическое АД на плечевой артерии). В норме ПЛИ колеблется от 0,9 до 1,5. ПЛИ менее 0,6 указывает на наличие критической ишемии;

4) УЗИ вен нижних конечностей;

5) посев отделяемого из язвы (при наличии) с целью определения чувствительности выявленных микроорганизмов к антибиотикам.

У больных, относящихся к категории 0 по Тетхасской классификации, наблюдались типичные статические деформации переднего отдела стоп: поперечная распластанность, вальгусное отведение I пальца, молоткообразная деформация пальцев без «диабетических» особенностей. Этим пациентам обследование проводилось в том же объеме для выявления или исключения противопоказаний к хирургическому лечению.

Анализ результатов клинического обследования позволил нам выделить две группы деформаций стоп у больных с СДС.

I. Первичные деформации, не являющиеся проявлением СДС, — 13 больных. Таким образом, СДС в данных ситуациях не был причиной деформации. Это распространенные статические деформации переднего отдела стоп (вальгусное отклонение I пальца, молоткообразная деформация пальцев, поперечное плоскостопие ($n=11$); деформация Тейлора ($n=1$), посттравматические деформации ($n=1$).

II. Вторичные деформации, являющиеся следствием СДС, — 24 пациента.

1. Деформации, возникшие после малых ампутаций:

— у 1 пациента после экзартикуляции II и III пальцев с повышенной нагрузкой в зоне головок соответствующих плюсневых костей;

— у 8 человек, перенесших ампутацию пальца с резекцией соответствующей плюсневой кости. При этом у 4 из них ампутирован I палец с головкой плюсневой кости с переносом нагрузки на подошвенную поверхность в области головок средних плюсневых костей. Три пациента ранее перенесли ампутацию одного из средних пальцев вместе с го-

Табл. Классификация диабетической стопы Техасского университета [20]

Table.

Категория 0	У пациента есть СД; защитная чувствительность не нарушена (нет нейропатии); плечелодыжечный индекс (ПЛИ) >0,8 и систолическое АД на I пальце >45 мм рт.ст. (нет ишемии); язв в анамнезе нет; могут быть деформации стоп
Категория 1 (нейропатия без деформации)	Защитная чувствительность отсутствует; ПЛИ >0,8 и систолическое АД на I пальце >45 мм рт.ст. (нет ишемии); язв в анамнезе нет; стопы Шарко в анамнезе нет; деформаций стоп нет
Категория 2 (нейропатия + деформации)	Защитная чувствительность отсутствует; ПЛИ >0,8 и систолическое АД на I пальце >45 мм рт.ст. (нет ишемии); язв в анамнезе нет; стопы Шарко в анамнезе нет; деформации стопы есть
Категория 3 (отягощенный анамнез)	Защитная чувствительность отсутствует; ПЛИ >0,8 и систолическое АД на I пальце >45 мм рт.ст. (нет ишемии); в анамнезе: язвы, острая стадия стопы Шарко, ампутации; деформации стопы есть
Категория 4 4a (нейропатическая язва) 4b (острая стадия стопы Шарко)	Защитная чувствительность отсутствует; ПЛИ >0,8 и систолическое АД на I пальце >45 мм рт.ст. (нет ишемии); есть язва; острой стадии стопы Шарко нет (может быть хроническая стадия); деформации стопы есть Защитная чувствительность отсутствует; ПЛИ >0,8 и систолическое АД на I пальце >45 мм рт.ст. (нет ишемии); может быть неинфицированная нейропатическая язва; есть острая стадия стопы Шарко
Категория 5 (инфицированная язва)	Защитная чувствительность может быть, но может и отсутствовать; ишемия может быть, но может и отсутствовать; инфицированная язва; стопа Шарко может быть, но может и отсутствовать
Категория 6 (ишемия конечности)	Защитная чувствительность может быть, но может и отсутствовать; ПЛИ <0,8 и систолическое АД на I пальце <45 мм рт.ст., транскутанное напряжение кислорода на стопе <20 мм рт.ст. (есть ишемия); может присутствовать раневой дефект (язва)

ловкой плюсневой кости, что повлекло прогрессирование исходных статических деформаций переднего отдела стопы и повышение нагрузки на соседние опорные структуры (головки плюсневых костей). У 1 больного после ампутации V пальца с головкой плюсневой кости выявлено повышенное давление на область головки IV плюсневой кости;

— у 4 пациентов, которые перенесли трансметатарзальную резекцию стопы, с формированием порочной культи за счет эквинусной контрактуры в голеностопном суставе. На подошвенную поверхность ее дистального отдела резко увеличилась нагрузка, сформировалось патологически высокое давление, что стало причиной нарушения опороспособности конечности.

2. Деформации, являющиеся следствием диабетической остеоартропатии (стопа Шарко), — 11 пациентов.

Все пациенты с первичными деформациями ранее использовали тот или иной вид консервативного лечения (корректоры молоткообразных пальцев, межпальцевые «катушки», ортопедические стельки и др.), но не получили желаемого и стойкого эффекта. Это объяснялось сложностью коррекции ригидных деформаций консервативными методами. Сыграла роль и низкая комплаентность некоторых пациентов. Пять пациентов, у которых диагностированы вторичные грубые деформации, нарушающие опороспособность, вызванные диабетической остеоартропатией, также ранее получали ортопедическое сопровождение: специальную обувь, стельки, ортезы. Однако большинство из них не соответствовали требованиям, предъявляемым к изделиям для диабетической стопы: обувь имела твердую и гнущуюся подошву, нередко внутренние швы, травмирующие кожные покровы, стельки

и ортезы — с агрессивными элементами, осуществляющими давление на участки стоп. Пять пациентов с нарушением опороспособности, обусловленным диабетической остеоартропатией, при обращении в клинику использовали костыли.

До принятия решения о целесообразности и объеме хирургического лечения все пациенты с постампутационными деформациями и наличием язвенных дефектов получали консервативное лечение, направленное на их заживление: использовали разгрузочную ортопедическую обувь в течение 3 мес, 9 пациентов (5 из них со стопой Шарко) также применяли разгрузочную повязку Total Contact Cast.

У 3 пациентов выявлялась гиперпигментация вследствие венозной недостаточности или перенесенных травм. Только у 13 пациентов пальпаторно определялась пульсация а. dorsalis pedis и/или а. tibialis posterior, в то время как у остальных в результате отека тканей и медиакальциноза стенок артерий она не выявлялась. Показатель $t_{ep} O_2$ на тыле стопы в положении лежа варьировал от 38 до 73 мм рт.ст., ПЛИ — от 1,0 до 1,5. Полученные данные, несмотря на снижение пульсации в области стопы у отдельных пациентов, свидетельствовали об удовлетворительном кровоснабжении тканей и позволяли нам предполагать хорошие возможности к заживлению послеоперационных ран и язв.

Кроме того, до операции после обработки изотоническим раствором натрия хлорида из язвенных дефектов брали образцы материала на посев с целью выявления патогенной микрофлоры. В большинстве случаев были высеяны грамположительные микроорганизмы. В отсутствие язвы проводили антибиотикопрофилактику, которую начинали в день операции и продолжали до 5 дней

после операции. У пациентов с язвой антибиотикотерапия продолжалась 7–10 дней, начиная со дня операции.

Тактику послеоперационной коррекции уровня глюкозы в крови вырабатывали совместно с эндокринологом. У большинства больных в течение первых 24–48 ч после операции отмечалось повышение уровня глюкозы в крови до 9–17 ммоль/л, что было обусловлено тяжестью операционной травмы, поэтому схему коррекции уровня глюкозы в крови не меняли. В течение 2–3 дней после операции уровень глюкозы стабилизировался в пределах 3–9 ммоль/л. С целью профилактики тромбозов назначали низкомолекулярные гепарины. Следует отметить, что болевой синдром в раннем послеоперационном периоде, особенно у больных с вторичными деформациями, был слабо выражен (за счет дистальной полинейропатии) и купировался в течение 3–5 дней на фоне приема нестероидных противовоспалительных препаратов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Было проведено 47 оперативных вмешательств, причем у 4 пациентов на обеих стопах одновременно. Операции на костях выполняли под кровоостанавливающим жгутом. После реконструктивных хирургических вмешательств на среднем и заднем отделах стопы осуществляли иммобилизацию гипсовой лонгетой до заживления послеоперационных ран. Назначали ранние движения пальцами стопы и в коленных суставах.

Выполненные хирургические вмешательства объединили в группы согласно классификации хирургического лечения СДС, разработанной D. Armstrong и соавт. [24].

Класс I: элективная хирургия стопы (elective foot surgery). Оперативные вмешательства, выполняемые пациентам без признаков нарушения чувствительности (периферической нейропатии).

Показания к данному виду вмешательств ничем не отличаются от таковых для пациентов с приобретенными статическими деформациями переднего отдела стоп при отсутствии СД: наличие болевого синдрома, деформаций I, II, а иногда и III пальцев, натоптышей, трудности подбора обуви, косметический дефект и т.д. Цель хирургического лечения — адекватная коррекция деформаций переднего отдела стоп.

Такие операции были выполнены больным категории 0. В зависимости от поставленной цели они включали коррекцию вальгусного отведения I пальца (фиксируемые винтами остеотомии I плюсневой кости SCARF, основания проксимальной фаланги I пальца Akin), поперечного плоскостопия за счет остеотомий средних плюсневых костей Weil, молоткообразной деформации пальцев по Hohmann. Всего проведено 6 реконструктивных операций на переднем отделе стопы. За время наблюдения достигнутая коррекция деформаций сохранялась. Хронический болевой синдром, отмечавшийся у пациентов данной группы, не рецидивировал.

Класс II: профилактическая хирургия стопы (prophylactic foot surgery). Оперативные вмешательства, выполненные пациентам с признаками нарушения периферической чувствительности (наличие периферической нейропатии), но без дефекта кожного покрова.

Показания: первичные и вторичные деформации, в том числе с нарушением опороспособности при стопе Шарко и риском образования язв. Цель хирургического лечения — оптимальная коррекция деформаций и профилактика образования язв.

Выполнялись больным категории 3:

— 5 операций при хронической стадии диабетической остеоартропатии: резекция «псевдозкостоза» кубовидной, ладьевидной или внутренней клиновидной кости. Данные хирургические вмешательства осуществляли у пациентов с негрубыми и не склонными к прогрессированию деформациями без нарушения опороспособности и при отсутствии избыточной массы тела;

— 1 операция: пяточно-тибиальный артродез с удалением фрагментов разрушенной таранной кости и фиксацией винтами. Достигнут костный анкилоз. Винты не удаляли. Период наблюдения 2 года. Больной ходит с тростью;

— 1 операция: резекция суставов Шопара и Лисфранка с фиксацией среднего отдела стопы винтами; удаление фрагментов разрушенной таранной кости с пяточно-тибиальным артродезом и фиксацией винтами. В данном случае в среднем отделе стопы состоялся фиброзный анкилоз, в заднем — костный. Винты, фиксирующие средний отдел стопы, удалены через 6 мес в связи с выраженной резорбцией костной ткани вокруг них за счет сохранившейся незначительной подвижности. Винты, фиксирующие задний отдел, не удаляли. Период наблюдения 3 года. Больная ходит с тростью. Рецидива деформации нет.

Всего выполнено 8 операций (включая удаление металлоконструкций).

Класс III: лечебная хирургия стопы (curative foot surgery). Оперативные вмешательства, выполненные с целью заживления язвенного дефекта (плановые некрэктомии, пластическое закрытие раны, разгрузочные остеотомии, резекция кости, реконструктивные вмешательства).

Показания: деформации стоп при наличии язвенного дефекта. Цель: создание условий для заживления и предотвращения рецидива язвы и адекватная щадящая коррекция деформаций.

Проводились пациентам категории 4а. Всего проведено 33 ортопедические операции.

Пациентам с первичными деформациями, этиология которых не связана с СД, выполнено 10 операций. Среди них 2 остеотомии I плюсневой кости SCARF, 2 остеотомии основной фаланги I пальца Akin по поводу вальгусной девиации I пальца; 4 хирургических коррекции молоткообразной деформации пальца Hohmann; 2 разгрузочные нефиксируемые остеотомии плюсневых костей Weil (2 из них — мининвазивные через прокол кожи при помощи бура), 2 остеотомии BRT. Коррекция деформаций

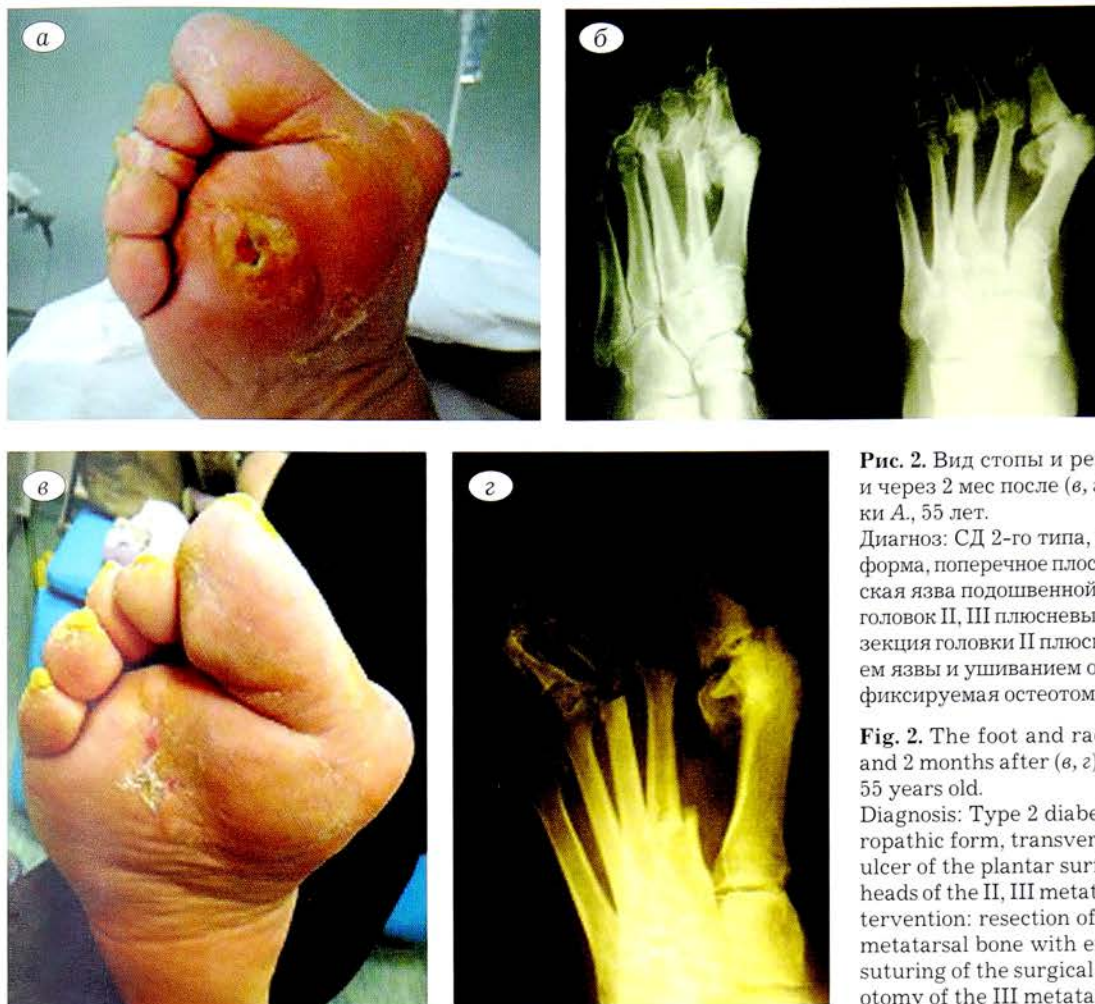


Рис. 2. Вид стопы и рентгенограммы до (а, б) и через 2 мес после (в, г) операции у пациентки А., 55 лет.

Диагноз: СД 2-го типа, СДС, нейропатическая форма, поперечное плоскостопие, нейропатическая язва подошвенной поверхности в области головок II, III плюсневых костей. Операция: резекция головки II плюсневой кости с иссечением язвы и ушиванием операционной раны, нефиксируемая остеотомия III плюсневой кости.

Fig. 2. The foot and radiographs before (a, б) and 2 months after (в, г) operation in patient A., 55 years old.

Diagnosis: Type 2 diabetes mellitus, DFS, neuropathic form, transverse flatfoot, neuropathic ulcer of the plantar surface in the region of the heads of the II, III metatarsal bones. Surgical intervention: resection of the head of the second metatarsal bone with excision of the ulcer and suturing of the surgical wound, non-fixed osteotomy of the III metatarsal bone.

в течение периода наблюдения сохранялась, рецидива язв не было (**рис. 2**).

Шестнадцать операций выполнено больным, перенесшим тот или иной вид малой ампутации:

- 1 нефиксируемая клиновидная резекция ладьевидной кости с подкожной ахиллотомией (**рис. 3**);
- 1 клиновидная резекция ладьевидной, кубовидной костей с подкожной ахиллотомией;
- 9 нефиксируемых остеотомий плюсневых костей BRT или Weil (в 2 случаях — миниинвазивно через прокол кожи без использования турникета; **рис. 4**);
- 4 парциальные резекции выступающих фрагментов плюсневых костей, причем у одного пациента ее совмещали с подкожной ахиллотомией, у другого — с удлиняющей открытой ахиллопластикой;
- 1 реконструкция деформаций переднего отдела стопы (остеотомии SCARF, Akin, Hohmann).

Выполненные оперативные вмешательства обеспечили «разгрузку» места язвенного дефекта. В 2 случаях заживления язвы не произошло, что потребовало дополнительного хирургического лечения, которое привело к заживлению. В 1 случае констатировали рецидив язвообразования в результате нарушения режима ношения обуви; после его коррекции язва зажила.

Пациентам, имеющим язвы на фоне грубой деформации стопы, нарушения опороспособности,

обусловленной диабетической остеоартропатией, выполнено 7 операций (включая удаление металлоконструкций в 2 случаях) у 5 человек: 2 из них — резекция «псевдоэкзостоза» (костного выступа) кубовидной кости. Раны зажили первичным натяжением. Рецидивы деформации не наблюдались; еще 2 — резекция суставов Шопара и Лисфранка с фиксацией среднего отдела стопы винтами. Эти вмешательства выполнены пациенту, у которого имелась склонность к прогрессированию деформации, и в случае, когда парциальной резекции кубовидной кости было недостаточно, чтобы восстановить полный контакт стопы с опорной поверхностью. У одного больного состоялся фиброзный, у другого — костный анкилоз. Винты, фиксирующие средний отдел стопы, при фиброзном анкилозе удалены через 8 мес. В случае состоявшегося костного анкилоза под головкой I плюсневой кости через 1 год после операции образовалась нейропатическая язва с инфекционным поражением головки плюсневой кости, что потребовало удаления металлоконструкций и резекции головки I плюсневой кости. Послеоперационные раны зажили первичным натяжением с участками краевого некроза малой площади; язвы зажили вторичным натяжением в течение 2 мес. Период наблюдения 2,5 года. В обоих случаях больные при ходьбе используют трость. Рецидивов деформаций нет.

В пятом наблюдении по поводу подвывиха в голеностопном суставе с формированием ригидной грубой варусной установки стопы выполнен артродез голеностопного сустава с фиксацией винтами, в результате которого сформировался фиброзный анкилоз с восстановлением опороспособности конечности. Срок наблюдения 8 мес. Больная ходит с тростью. Металлоконструкции не удаляли. Рецидива деформации нет (рис. 5).

Погружные металлофиксаторы (винты) использовали с целью устранения подвижности в зоне хирургического вмешательства для фиксации костей либо их фрагментов в случаях, когда язву можно иссечь и перевести в резаную интраоперационную рану, а края свести и ушить без натяжения. Размер язвы не превышал 2 см. Данная тактика применена в лечении 4 больных. Еще у 3 пациентов с язвой II пальца ее иссекали и корригированную молоткообразную деформацию по Nohmann фиксировали спицей, которую удалили через 4 нед с формированием фиброзного анкилоза в проксимальном межфаланговом суставе. В 2 наблюдениях винты использовали с целью фиксации корригирующих разгрузочных остеотомий (второй этап хирургического лечения) после заживления ранее иссеченных язв (первый этап хирургического лечения).

Больные, перенесшие хирургическое лечение на переднем отделе стоп, в течение 1,5–2 мес после операции использовали послеоперационную обувь, разгружающую передний отдел стопы.

В дальнейшем пациентам категории 0 было разрешено ношение обычной обуви с повышенной полнотой. Больным с нейропатией рекомендована ходьба в специализированной «диабетической» обуви «по готовой колодке» с негнущейся подошвой и перекатом в заднем и переднем отделе, мягкой толстой стелькой, мягким подноском и без внутренних швов. При сохранившейся выраженной деформации обуви изготавливали индивидуально. Однако большинство пациентов недостаточно строго соблюдали рекомендации. Это объяснялось тем, что нередко обувь, изготовленная индивидуально по программе ИПР, не соответствовала необходимым критериям для диабетической стопы.

После выполнения реконструктивных операций при стопе Шарко запрещали нагрузку на ногу в течение 3 мес с передвижением на костылях, в то время как 2 пациента передвигались в кресле-каталке, что обусловлено ожирением и техническими сложностями. В дальнейшем разрешали постепенно возрастающую дозированную нагрузку в полимерной фиксирующей повязке. Внешняя иммобилизация продолжалась около 6 мес после операции.

Срок наблюдения за пациентами составил от 2 мес до 3 лет. Первичное заживление констатировали после 32 операций. Формирование краевых некрозов с заживлением раны выявлено только в 2 наблюдениях. Вторичное заживление язв наблюдалось в 4 случаях, когда во время оперативного вмешательства язвы не иссекали и не накладывали швы. В 8 случаях после иссечения и ушивания язвы

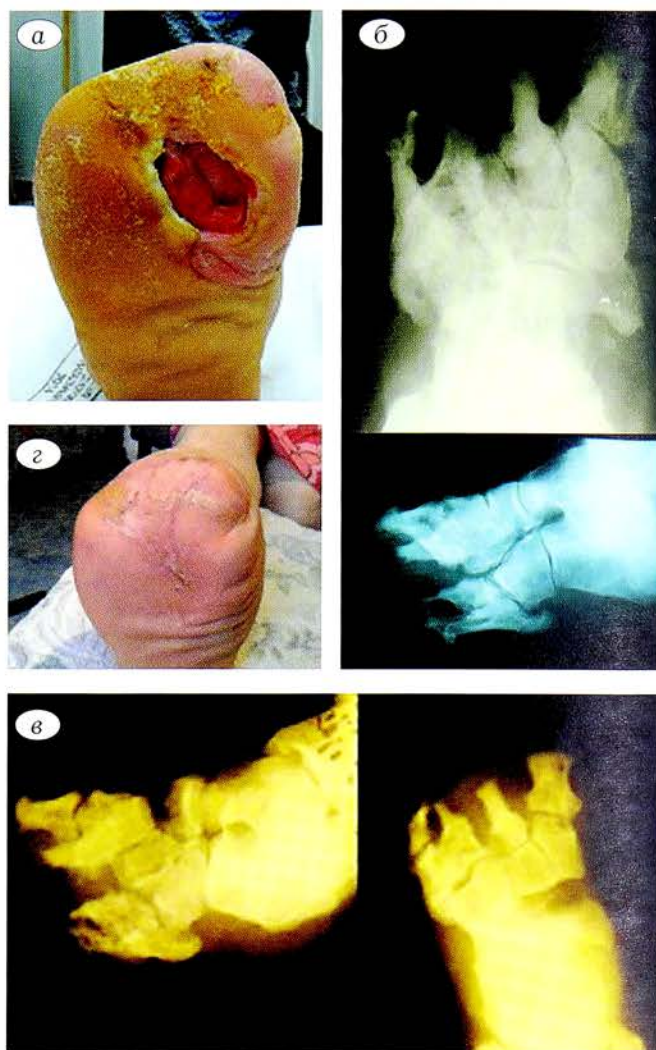


Рис. 3. Вид стопы и рентгенограммы до (а, б) и через 2 мес после (в, г) операции у пациентки С., 54 лет.

Диагноз: СД 1-го типа, СДС, нейропатическая форма, нейропатическая язва подошвенной поверхности в области плюснеклиновидного сустава. Операция: клиновидная резекция ладьевидной кости, подкожная удлиняющая тенотомия ахиллова сухожилия.

Fig. 3. The foot and radiographs before (a, б) and 2 months after (в, г) operation in patient S., 54 years old.

Diagnosis: type 1 diabetes, DFS, neuropathic form, neuropathic ulcer of the plantar surface in the area of metatarsal joint. Surgical intervention: wedge resection of the navicular bone, subcutaneous lengthening Achilles tenotomy.

заживление шло следующим образом: большую по площади язву (диаметром более 1,5–2 см) иссекали, гиперкератозные края раны сводили швами, но после снятия швов происходило частичное расхождение краев с образованием дефекта, но уже меньшего по глубине и площади, который заживал вторично.

В 1 наблюдении после разгрузочной нефиксируемой остеотомии I плюсневой кости возник рецидив язвы, обусловленный погрешностью в ношении обуви; язва повторно зажила при разгрузке в туфлях Барука за 3 мес. У 2 пациентов, которые перенесли трансметатарзальную ампутацию стопы и имели язвы на подошвенной поверхности дистального отдела культи на фоне эквинусной контрактуры, несмотря на хирургическое лечение, язвенный де-

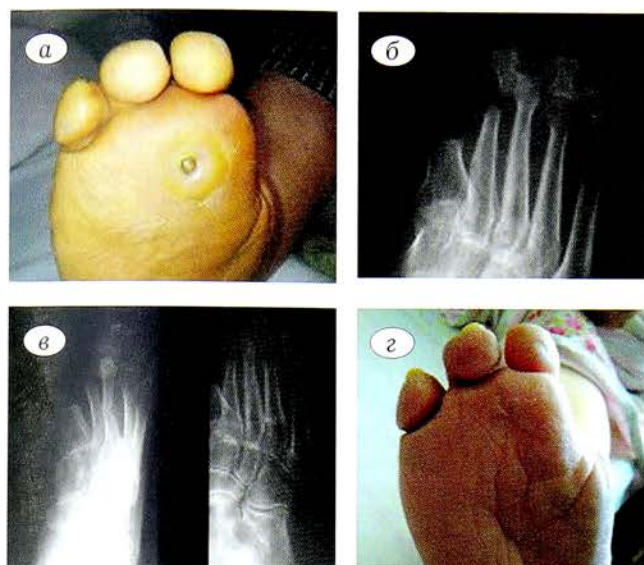


Рис. 4. Вид подошвенной поверхности и рентгенограммы до (а, б) и через 3 года после (в, г) операции у пациентки З., 76 лет. Диагноз: СД 2-го типа, СДС, нейроишемическая форма, нейропатическая язва подошвенной поверхности в области головки III плюсневой кости после ампутации I и II пальцев с головками соответствующих плюсневых костей.

Fig. 4. Patient Z., 76 years old.

Diagnosis: type 2 diabetes mellitus, DFS, neuroischemic form, neuropathic ulcer of the plantar surface in the region of the head of the III metatarsal bone after amputation of the great and II toes with the heads of the corresponding metatarsal bones. View of the plantar surface and radiographs before (a, б) and 3 years after (в, г) operation.



Рис. 5. Установка стопы (а), нейропатические язвы в зонах повышенного механического воздействия на опорной поверхности стопы (б), рентгенограммы перед операцией, без нагрузки (в), положение стопы с нагрузкой (г) и рентгенограммы (д) через 6 мес после операции у пациентки Я., 54 лет. Диагноз: СД 2-го типа, нейропатическая форма, диабетическая остеоартропатия с асептическим некрозом таранной кости, подвывихом в голеностопном суставе, грубой варусной установкой стопы.

Fig. 5. Foot position (a), neuropathic ulcers in the zones of increased mechanical stress on the weight bearing surface of the foot (б), radiographs before the operation, without load (в), position of the foot with the load (г) and radiographs (д) 6 months after the operation in patient Ya., 54 years old.

Diagnosis: type 2 diabetes mellitus, neuropathic form, diabetic osteoarthropathy with aseptic necrosis of the talus, subluxation in the ankle joint, varus foot deformity.

фект не зажил (в одном случае значительно уменьшился в размерах, в другом — характеризовался слабой положительной динамикой), что потребовало дополнительного хирургического вмешательства — нефиксируемой остеотомии ладьевидной и клиновидной костей, подкожной тенотомии ахиллова сухожилия, которое привело к заживлению язв.

Еще у одного пациента с сопутствующей патологией (острое нарушение пуринового обмена, эрозивный гастрит, железодефицитная анемия, ОРЗ), проявившейся в послеоперационном периоде, произошло нагноение через 1 мес после операции (миниинвазивная разгрузочная нефиксируемая остеотомия I плюсневой кости, коррекция молоткообразной деформации II пальца). Была вскрыта флегмона мягких тканей оперированной стопы, в результате чего воспалительный процесс купирован без рецидива язвообразования.

ОБСУЖДЕНИЕ

Данную работу мы соотносили с малым (пока что) отечественным опытом хирургического ортопедического лечения СДС [25, 26] и с более обширным опытом иностранных коллег [27–35], посвященным хирургическому лечению деформаций стоп у пациентов с СДС.

Анализируя результаты оперативных вмешательств, выполненных при грубой деформации вследствие диабетической остеоартропатии, мы пришли к заключению, что формирование даже фиброзного анкилоза позволяет наряду с оптималь-

ной коррекцией восстановить многие биомеханические показатели и опороспособность конечности, стабильность в голеностопном суставе и суставах среднего отдела стопы, создать условия для заживления и предотвращения рецидива язвы. При этом формирование фиброзного анкилоза обусловлено сочетанием нескольких факторов: ограниченной площадью контакта фрагментов из-за удаления большого объема разрушенных костей; относительно низкой плотностью костной ткани и соответственно снижением стабильности фиксации металлоконструкций; в некоторых случаях некорректным методом фиксации. Причем добиться костного анкилоза в среднем отделе стопы оказалось сложнее, чем в заднем. Это объясняется «срезающим» направлением воздействия механических сил при нагрузке на передний отдел стопы,

параллельный поверхности сопоставленных костных фрагментов. Кроме того, использование компрессионных винтов для фиксации среднего отдела стопы, проведенных интрамедуллярно через плюсневые кости в задний отдел практически перпендикулярно направлению воздействия механических сил при ходьбе, способствовало разрушению плюсневых костей во время нагрузки за счет сохранившейся подвижности. Фиксация же заднего отдела стопы винтами оказалась более рациональной и стабильной. Это обусловлено в том числе соответствием расположения винтов направлению воздействия механических сил при ходьбе. При этом эффект усиливало то, что площадь контакта обработанных поверхностей костей перпендикулярна направлению нагрузки.

Следует также особо отметить, что ни в одном случае хирургическое лечение не спровоцировало возникновения или обострения диабетической остеоартропатии.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют с уверенностью говорить о значительной роли и широком горизонте возможностей хирургической ортопедии в эффективном и функциональном лечении пациентов с синдромом диабетической стопы.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Анциферов М.Б., Комелягина Е.Ю. Синдром диабетической стопы: диагностика, и профилактика. М.: Медицинское информационное агентство; 2013: 8 [Antsiferov M.B., Komelyagina E.Yu. Diabetic foot syndrome: diagnosis, treatment and prevention. Moscow: Medical Informational Agency; 2013. (in Russ.)].
2. Сунцов Ю.И., Болотская Л.Л., Маслова О.В., Казаков И.В. Эпидемиология сахарного диабета и прогноз его распространенности в Российской Федерации. Сахарный диабет. 2011;11:15-18. [Suntsov Yu.I., Bolotskaya L.L., Maslova O.V., Kazakov I.V. Epidemiology of diabetes mellitus and prognosis of its prevalence in the Russian Federation. Diabetes mellitus. 2011;11:15-18. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.14341/2072-0351-6245>.
3. Курлаев П.П., Гриценко В.А., Белозерцева Ю.П. Стратегия выбора антибактериальной терапии гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы. В кн.: Сборник научных трудов 3-го научно-практического конгресса «Сахарный диабет и хирургические инфекции». М.; 2017. [Kurlyayev P.P., Gritsenko V.A., Belozertseva Yu.P. Strategy of choice of antibacterial therapy for pyo-necrotic complications in diabetic foot syndrome. In: Collection of scientific papers, 3rd scientific practical congress "Diabetes mellitus and surgical infections". Moscow; 2017. (in Russ.)].
4. Международное соглашение по диабетической стопе: практическое руководство. М.; 1999 [International Consensus on the Diabetic Foot: Manual. Moscow; 1999. (in Russ.)].
5. Boulton A.J. Pressure and the diabetic foot: clinical science and offloading techniques. Am J Surg. 2004;187:17-24.
6. Boulton A.J., Gries F.A., Jervell J.A. Guidelines for the diagnosis and outpatients management of diabetic peripheral neuropathy. Diabet Med. 1998;15(6):508-514. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9136\(199806\)15:6<508::AID-DIA613>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9136(199806)15:6<508::AID-DIA613>3.0.CO;2-L).
7. Frykberg R.G., Zgonis T., Armstrong D.G. et al. American College of Foot and Ankle Surgeons. Diabetic foot disorders. A clinical practice guideline (2006 revision). J Foot Ankle Surg. 2006;45(5 Suppl):S1-66. [https://doi.org/10.1016/S1067-2516\(07\)60001-5](https://doi.org/10.1016/S1067-2516(07)60001-5).
8. Иоффе Р.Я., Белянин О.Л., Смирнова Л.М., Кудрявцев В.А. Клинико-анатомические и биомеханические предпосылки развития ортопедической профилактики синдрома «диабетической стопы». Вестник всероссийской гильдии ортопедов-протезистов. 2002;3(9):34-39. [Ioffe R.Ya., Belyanin O.L., Smirnova L.M., Kudryavtsev V.A. Clinical-anatomical and biomechanical prerequisites for the development of orthopediatric prevention of the syndrome «diabetic foot». All-Russian Prosthetists and Orthopaedists Guild Bulletin. 2002;3(9):34-39. (in Russ.)].
9. Bregovskiy V., Tsvetkova T. Patterns of foot pressure distribution in healthy diabetic patients, patients with diabetic neuropathy and patients with healed foot ulcers. VI Meeting of the DFSG. 2006; 21.
10. Veves A., Murray H.I., Young M.J., Boulton A.J. The risk of ulceration in diabetic patients with high foot pressure: a prospective study. Diabetologia. 1992;35(7):660-663.
11. Анциферов М.Б., Комелягина Е.Ю., Волковой Е.Ю., Мыскина Н.А. Система профилактики ампутаций нижних конечностей у больных сахарным диабетом и перспективы ее внедрения в Москве. Проблемы эндокринологии. 2007;53(5):8-12. [Antsiferov M.B., Komelyagina Ye.Yu., Volkovoy Ye.Yu., Myskina N.A. A system for preventing lower limb amputations in patients with diabetes and prospects for its introduction in Moscow. Problems of Endocrinology. 2007;53(5):8-12. (in Russ.)].
12. Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. 2-е изд. М.: Медицина; 2002 [Cherkes-Zade D.I., Kamenev Yu.F. Surgery of foot. 2nd ed. Moscow: Meditsina; 2002. (in Russ.)].
13. Boulton A.J. The pathway to ulceration: aetiopathogenesis. In: The Foot in Diabetes. Boulton A.J., Connor H., Cavanagh P., eds. 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons; 2000;19-33.
14. Тертышник С.С., Плеханов Л.Г., Еремин И.В. Особенности оперативной коррекции деформаций переднего отдела стоп у пожилых. В кн.: Сборник тезисов Первой международной конференции по хирургии стопы и голеностопного сустава. М.; 2006: 97 [Tertyshnik S.S., Plekhanov L.G., Eryomin I.V. Peculiarities of anterior foot deformity correction in elderly patients. In: Proc. 1st international conference on foot and ankle surgery. Moscow, 2006. (in Russ.)].
15. Wagner F.M. A classification and treatment program of diabetic, neuropathic and dysvascular foot problems. In: American Academy of Orthopaedic Surgeons instructional course lectures. St. Luis: Mosby Year Book; 1979;143-65.
16. Lipsky B.A., Berendt A.R., Gunner D.H. et al. Infectious Diseases Society of America. Guidelines on Diagnosis and Treatment of Diabetic Foot infections. J Podiatr Med Assoc. 2005;95:183-210.
17. Lavery L.A., Armstrong D.G., Harkless L.B. Classification of diabetic foot wounds. Foot Ankle Surg. 1996;35(6):528-531.
18. International Working Group on the Diabetic Foot. International Consensus on the Diabetic Foot with supplements. Edition on CD. Amsterdam; 2003.
19. Schaper N.C. Diabetic foot ulcer classification system for research purposes: a progress report on criteria for including patients in research studies. Diab Metab Res Rev. 2004;20(Suppl. 1) S90-S95.
20. Armstrong D.G. The University of Texas Diabetic Foot Classification System. Osteomy Wound Manage. 1996;42:60-61.
21. Ступин В.А., Аникин А.И., Алиев С.Р. Транскутанная оксиметрия в клинической практике: Методические рекомендации. М.; 2010 [Stupin V.A., Anikin A.I., Aliev S.R. Transcutaneous oximetry in clinical practice. Methodical recommendations. Moscow; 2010. (in Russ.)].
22. Rooke T. tcpO₂ in non-invasive vascular medicine. Blood Gas News. 1998;7(2):21-23.
23. Бондаренко О.Н., Аюбова Н.Л., Галстян Г.Р., Дедов И.И. Транскутанная оксиметрия в динамическом наблюдении за пациентами с сахарным диабетом и критической ишемией нижних конечностей. Сахарный диабет. 2013;1:33-42. [Bondarenko O.N., Ayubova N.L., Galstyan G.R., Dedov I.I. Transcutaneous oximetry in the dynamic observation of patients with diabetes mellitus

- and critical ischemia of the lower limbs. Diabetes Mellitus. 2013;1:33-42. (in Russ.)).
24. Armstrong D.G., Frykberg R.G. Classifying diabetic foot surgery: toward a rational definition. *Diabet Med.* 2003;20(4):329-331.
 25. Оболенский В.Н., Процко В.Г., Комелягина Е.Ю. и др. Реконструктивно-пластические вмешательства при осложненных формах диабетической нейроостеоартропатии. В кн.: Материалы 3-го Международного конгресса «Раны и раневые инфекции». М.; 2016: 222-223. [Obolenskiy V.N., Protsko V.G., Komelyagina E.Yu. et al. Reconstructive plastic interventions in complicated forms of diabetic neuroosteoarthropathy. In: Wounds and wound infections: Proc. 3rd Int. Cong. Moscow, 2016: 222-223. (in Russ.)].
 26. Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Головчак В.М. Разгрузочные остеотомии как метод лечения и профилактики синдрома диабетической стопы. В кн.: Материалы XII Межрегиональной научно-практической конференции «Организационные и клинические вопросы оказания помощи больным в травматологии и ортопедии». Воронеж; 2016; 89. [Parshikov M.V., Bardyugov P.S., Golovchak V.M. Unloading osteotomy as a method for diabetic foot syndrome treatment and prevention. In: Organizational and clinical issues of rendering care to patients in traumatology and orthopaedics: Proc. XII Interregional Sci. Pract. Conf. Voronezh, 2016; 89. (in Russ.)].
 27. Frykberg R.G., Giurini J.M., Habershaw G.M. et al. Prophylactic surgery in the diabetic foot. In: Medical and Surgical Management of the Diabetic Foot. SJ Kominsky, ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1994;399-439.
 28. Salsich G.B., Mueller M.J., Hastings M.K. et al. Effect of Achilles tendon lengthening on ankle muscle performance in people with diabetes mellitus and a neuropathic plantar ulcer. *Phys Ther.* 2005;85(1):34-43.
 29. Roukis T.S. Minimum-incision metatarsal ray resection: an observational case series. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(1):52-4. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2009.07.023>.
 30. Batista F., Magalhães A.A., Nery C. et al. Minimally invasive surgery for diabetic plantar foot ulcerations. *Diabetic Foot Ankle.* 2011;2. <https://doi.org/10.3402/dfa.v2i0.10358>.
 31. Giurini J.M. Surgical treatment of the ulcerated foot. In: Veves A., Giurini J.M., Logerfo F.W., eds. *The Diabetic Foot*, 2nd ed. Boston: Humana Press; 2006; 335-363.
 32. Kılıçoğlu Ö.I., Demirel M., Aktaş Ş. New trends in the orthopaedic management of diabetic foot. *EFORT Open Rev.* 2018;3(5):269-277. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170073>.
 33. Wiewiorski M., Yasui T., Miska M. et al. Solid bolt fixation of the medial column in Charcot midfoot arthropathy. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(1):88-94.
 34. Zgonis T., Roukis T., Stapleton J., Cromack D. Combined lateral column arthrodesis, medial plantar artery flap, and circular external fixation for Charcot midfoot collapse with chronic plantar ulceration. *Adv Skin Wound Care.* 2008;21(11):521-525. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000323576.41959.8e>.
 35. Mittlmeier T., Eschler A. [Corrective arthrodesis of midfoot Charcot neuroosteoarthropathy with internal fixation]. *Oper Orthop Traumatol.* 2015;27(2):139-153 (in German). <https://doi.org/10.1007/s00064-014-0338-8>.

Сведения об авторах: Паршиков Михаил Викторович — доктор мед. наук, проф. кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф МГМСУ им. А.И. Евдокимова; Бардюгов Петр Сергеевич* — врач травматолог-ортопед отделения травматологии и ортопедии Видновской РКБ, консультативно-диагностического центра НМИЦ эндокринологии; Галстян Гагик Радикович — доктор мед. наук, проф., зав. отделением диабетической стопы НМИЦ эндокринологии; Головчак Василий Марьянович — зав. отделением травматологии и ортопедии Видновской РКБ; Бакунов Михаил Юрьевич — врач-хирург отделения гнойной хирургии Видновской РКБ.

Для контактов: Паршиков М.В. — e-mail: msmsu@msmsu.ru

Information about the authors: Parshikov M.V. — Dr. of Sci. (Med.), professor, chair of traumatology, orthopaedics and disaster medicine, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Bardyugov P.S.* — trauma and orthopaedic surgeon, department of traumatology and orthopaedics, Vidnoe regional clinical hospital; consultation diagnostic center, Endocrinology Research Centre; Galstyan G.R. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the diabetic foot department, Endocrinology Research Centre; Yarygin N.V. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the chair of traumatology, orthopaedics and disaster medicine, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; Golovchak V.M. — head of the department of traumatology and orthopaedics, Vidnoe regional clinical hospital; Bakunov M.Y. — surgeon, department of purulent surgery, Vidnoe regional clinical hospital.

Contact: Parshikov M.V. — e-mail: msmsu@msmsu.ru

НЕСТАБИЛЬНОСТЬ НАДКОЛЕННИКА У ДЕТЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

А.А. Саутенко*, А.Г. Ельцин, Д.С. Мининков, В.Т. Стужина, В.Н. Меркулов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия

Введение. Несмотря на то что нестабильность надколенника является частой патологией в структуре заболеваний и травм коленного сустава в детском возрасте, в настоящее время отсутствуют полноценные сведения, на основании которых можно было бы судить об эффективности и предпочтительности того или иного метода ее лечения.

Цель исследования: оценить эффективность методов оперативного лечения детей с посттравматической нестабильностью надколенника.

Пациенты и методы. Исследование выполнено на основании данных обследования и лечения 127 пациентов в возрасте от 8 до 17 лет с посттравматической нестабильностью надколенника. Артроскопическая стабилизация по методике Ямамото в модификации отделения была проведена 49 пациентам, стабилизация с транспозицией бугристости большеберцовой кости — 67, с пластикой медиальной пателлофemorальной связки аутоотрансплантатом — 9, корригирующая остеотомия — 2. Эффективность лечения выявляли с использованием шкал оценки коленного сустава AKPS и 2000 IKDC. Анкетирование проводили при обращении, через 1, 2–4 года и 4–7 лет после операции.

Результаты. В ближайшие сроки после операции (до 2 лет) в группе детей после стабилизации надколенника по методике Ямамото в модификации отделения хорошие и отличные результаты были констатированы в 77,8% случаев, после транспозиции бугристости большеберцовой кости — в 73,3%, после стабилизации надколенника с пластикой медиальной пателлофemorальной связки — в 88,9%, в отдаленном периоде (в сроки 5–7 лет) — в 90,9 и 86,5% случаев в 1-й и 2-й группах соответственно.

Заключение. Предложенный алгоритм обследования и лечения позволяет максимально эффективно проводить лечение детей с посттравматической нестабильностью надколенника и получать хорошие и отличные результаты в большинстве наблюдений.

Ключевые слова: оперативное лечение, надколенник, нестабильность, травма, дети

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Саутенко А.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С., Стужина В.Т., Меркулов В.Н. Нестабильность надколенника у детей: результаты оперативного лечения. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:58-64. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04158>

PATELLA INSTABILITY IN CHILDREN: SURGICAL TREATMENT RESULTS

A.A. Sautenko*, A.G. El'tsin, D.S. Mininkov, V.T. Stuzhina, V.N. Merkulov

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

Introduction. Despite the fact that instability of the patella is a common pathology within the structure of knee joint diseases and injuries in children, currently there is no complete information on the basis of which one could judge the effectiveness and preference of a particular method of treating instability of the patella in children.

Purpose of study: to evaluate the efficacy of surgical treatment techniques in children with post-traumatic instability of the patella.

Patients and methods. The study was performed on the basis of examination and treatment data on 127 patients aged from 8 to 17 years with post-traumatic instability of the patella. Arthroscopic stabilization by Yamamoto technique, modified at our department, was performed in 49 patients, patella stabilization with transposition of the tibial tuberosity — in 67 patients, with the medial patellofemoral ligament autoplasty — 9, corrective osteotomy — in 2. Treatment efficacy was assessed using AKPS and 2000 IKDC knee joint assessment scores. The questionnaires were carried out at admission, in 1, 2–4 and 4–7 years after surgery.

Results. At early terms after operation (up to 2 years) in the group of children after stabilization of the patella by modified Yamamoto technique good and excellent results were observed in 77.8% of cases, after transposition of the tibial tuberosity — in 73.3%, after stabilization of the patella with medial patellofemoral ligament autoplasty — in 88.9%. Long-term follow up (5–7 years) showed 90.9 and 86.5% of cases from the 1st and 2nd groups, respectively.

Conclusion. The proposed algorithm for examination and treatment provides the most effective treatment and enables to obtain good and excellent results in the majority children with post-traumatic instability of the patella.

Keywords: surgical treatment, patella, instability, injury, children

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Sautenko AA, El'tsin AG, Mininkov DS, Stuzhina VT, Merkulov VN. Patella instability in children: surgical treatment results. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;3-4:58-64. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04158>

Введение. Нестабильность надколенника является частой патологией в структуре заболеваний и травм коленного сустава в детском возрасте. Для удобства в настоящем исследовании патология была условно разделена на две большие группы: врожденная (диспластическая) нестабильность и посттравматическая. В статье в связи с принципиально разным подходом к лечению пациентов с этими патологиями рассматривается только второй вид нестабильности надколенника. Пациентам с диспластическим вывихом надколенника в большинстве случаев показана операция Ру-Фридланда-Волкова, тогда как артроскопические методы лечения у таких больных неэффективны.

Среди травм коленного сустава от 43 до 80% случаев приходится на повреждения его капсульно-связочного аппарата [1]. Среди спортивных травм вывих надколенника встречается в 61–72% случаев. Согласно данным систематического обзора [2], частота рецидивов после первичного вывиха надколенника достигает 48%. Важно отметить, что посттравматическая нестабильность надколенника часто (в 20–80% случаев) является результатом травмы на фоне дисплазии коленного сустава и в целом нижней конечности [3–6]. Следовательно, в этих ситуациях у пациентов до получения травмы какие-либо жалобы отсутствовали, несмотря на наличие дисплазии.

Перед началом настоящего исследования были проанализированы материалы отечественной и зарубежной литературы, из чего был сделан вывод о недостаточном исследовании проблемы нестабильности надколенника, об отсутствии единой точки зрения на лечение первичного вывиха надколенника, который впоследствии приводит к развитию нестабильности. С развитием малоинвазивной хирургии, внедрением артроскопического метода лечения некоторые авторы стали рекомендовать проведение оперативного лечения после первичного вывиха надколенника [7]. Часть авторов сообщают, что оперативное лечение необходимо выполнять при первичном обращении пациента к врачу в связи с частыми рецидивами вывиха надколенника (до 60%) [8]. В то же время некоторые исследователи указывают на необходимость консервативного лечения при первичном вывихе надколенника, а при развитии нестабильности — повторных вывихах — выполнять оперативную стабилизацию надколенника [9].

К настоящему времени предложено более 100 методов оперативного лечения нестабильности надколенника у детей и взрослых. Однако большая часть из них представляет исторический интерес, особенно те методы, которые применялись на доартроскопическом этапе, когда практически все операции на суставах выполнялись открытым способом. На сегодняшний день на фоне активного развития артроскопии стало возможным проводить малоинвазивные операции.

В целом же все операции, выполняемые при нестабильности надколенника, можно, согласно классификации Фридланда (1926 г.), впоследствии

дополненной Н.Н. Нефедьевой [10], разделить на 3 большие группы:

1. Операции на костной ткани (на бедренной, большеберцовой костях и небольшая группа операций на надколеннике). У детей использование операций по этой методике лимитировано наличием функционирующих зон роста.

2. Операции на мягких тканях (на капсуле сустава, связках, мышцах).

3. Комбинированные операции, предусматривающие вмешательства на костной и мягких тканях.

К сожалению, работ, посвященных изучению проблемы нестабильности надколенника у детей, в зарубежной и отечественной литературе недостаточно, основаны они на небольшом числе пациентов, в них не проводится анализ результатов лечения, т.е. нет полноценных сведений, на основании которых можно было бы судить об эффективности и предпочтительности того или иного метода лечения нестабильности надколенника у детей.

Так, американские авторы [11] провели большое систематическое исследование и анализ статей, посвященных лечению детей с посттравматической нестабильностью надколенника. Они пришли к выводу, что отсутствует достаточный материал для заключения об эффективности того или иного метода оперативного лечения, а также не осуществляется полноценная предоперационная диагностика. Кроме того, авторы указывают на необходимость более развернутого рентгенологического контроля до и после операции по единым протоколам с измерением различных индексов, в том числе высоты стояния надколенника (Caton-Deschamps и/или Blackburne-Peel), а также о необходимости анкетирования детей до и после оперативного лечения.

Все вышесказанное делает проблему лечения нестабильности надколенника у детей особенно актуальной.

Цель исследования: оценить эффективность методов оперативного лечения детей с нестабильностью надколенника.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы 147 детей с посттравматической нестабильностью надколенника, проходивших лечение на базе детского травматолого-ортопедического отделения: 86 (58,5%) девочек и 61 (41,5%) мальчик. Средний возраст пациентов составил 14,89 года (см. таблицу). Во всех наблюдениях непосредственной причиной вывиха надколенника стала травма (прямой удар, резкое скручивание нижней конечности). Длительность анамнеза варьировала от 6 мес до 7 лет с момента появления первых симптомов и до оперативного лечения.

Всех пациентов госпитализировали в плановом порядке после полного обследования. Часть пациентов (16 детей) были госпитализированы с повторным вывихом надколенника с очередным повреждением медиальной пателлофemorальной связки и гемартрозом. Эти пациенты были исключены из ис-

Табл. Распределение пациентов по полу и возрасту
Table. The distribution of patients by gender and age

Возраст	Мальчики	Девочки	Итого
7–13 лет	13	11	24
14 лет	7	19	26
15 лет	17	18	35
16 лет	5	19	24
17 лет	19	19	38
Всего	61	86	147

следования в связи с невозможностью полноценного осмотра и проведения дополнительных методов исследования из-за болевого синдрома и гемартроза. Кроме того, у 4 детей вместе с нестабильностью надколенника было выявлено повреждение крестообразных связок, что также не позволило включить их в исследование.

Таким образом, в исследовании принимали участие 127 детей с нестабильностью надколенника. Обследование предусматривало проведение клинических тестов, рентгенографии, УЗИ, магнитно-резонансной (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

При клиническом обследовании обращали внимание на положение надколенника, его гипермобильность, смещение его кнаружи, проверяли симптомы нестабильности (предчувствие вывиха надколенника, симптом «наклона надколенника», симптом «скольжения надколенника»). Затем выполняли рентгенографию коленного сустава в трех проекциях: прямой, боковой и аксиальной (при угле сгибания коленного сустава 45°), а также УЗИ коленного сустава. Перечисленные методы обследования являлись обязательными к выполнению для каждого пациента.

МРТ коленного сустава для выявления и уточнения характера мягкотканых повреждений, состояния хряща при выраженной нестабильности надколенника, а также сопутствующей патологии (повреждение крестообразных связок, отек костной ткани в области латерального мыщелка бедра и надколенника и др.) была проведена 59 пациентам в возрасте от 14 до 17 лет.

МСКТ была выполнена 113 пациентам для получения информации о наличии и виде деформации нижней конечности, что принципиально влияло на выбор метода хирургического лечения. Одним из главных параметров, определяющих риск развития нестабильности надколенника, является индекс TT–TG. Для его определения измеряли расстояние между самой глубокой точкой надколенниковой поверхности бедренной кости (см. рисунок, а) и точкой в центре бугристости большеберцовой кости (см. рисунок, б). В норме это расстояние не превышает 20 мм. Кроме того, определяли угол наклона надколенника путем измерения угла между линией, проведенной через поперечную ось надколенника, и касательной к задним краям мыщелков бедренной кости; угол истинной антеверсии или ретроверсии головки бедренной кости.

Кроме того, всем детям с нестабильностью надколенника проводили артроскопию коленного сустава с целью дополнительной диагностики и лечения.

На основании полученных данных принимали решение об использовании того или иного метода лечения [12]. Выполняли следующие оперативные вмешательства:

- артроскопическую стабилизацию надколенника по Ямамото в модификации отделения [13], при которой накладывают швы на медиальный поддерживающий аппарат надколенника и выполняем экстрасиновиальный релиз латерального удерживателя надколенника ($n=49$);

- артроскопическую стабилизацию надколенника с пластикой медиальной пателлофemorальной связки аутооттрансплантатом из сухожилия тонкой мышцы и фиксацией в области приводящего бугорка бедренной кости биодеградируемым винтом ($n=9$);

- артроскопическую стабилизацию надколенника с медиализацией бугристости большеберцовой кости ($n=67$);

- корригирующую остеотомию бедренной кости ($n=2$).

После операции в условиях стационара все пациенты проходили восстановительное лечение, включающее изометрическую гимнастику, разработку движений в суставах нижней конечности, а также укрепление мышц.

Эффективность лечения оценивали с использованием шкал оценки коленного сустава: Anterior knee pain scale (AKPS), 2000 IKDC. Эти анкеты предлагали пациентам при обращении, перед операцией для объективизации жалоб и возможности сравнения в различные сроки после операции. Шкала AKPS используется в большей степени для оценки интенсивности болевого синдрома, в то время как результаты оценки по шкале IKDC показывают уровень возможной физической активности. Повторные анкетирования пациенты проходили через 1 год с момента оперативного лечения, а затем в сроки 2–4 года и 4–7 лет. Часть пациентов обследовали в послеоперационном периоде клинически и с использованием лучевых методов диагностики. Также оценивали наличие гипотрофии мышц бедра и голени. При этом значением гипотрофии мышц менее 1 см в сравнении с контралатеральной конечностью пренебрегали. Показатель от 1 до 3 см считали умеренной гипотрофией мышц, а более 3 см — выраженной. В зависимости от данных анкетирования и клинических данных (степень выраженности гипотрофии, ограничение движений, субъективное ощущение пациента) судили об удовлетворительных, хороших и отличных результатах.

При использованном в настоящем исследовании дизайне было невозможно проведение сравнения с контрольной группой, поскольку каждый пациент с нестабильностью надколенника получал лечение. Именно поэтому было рассчитано значение критерия Фридмана для зависимых выборок: выявляли изменения в состоянии одного и того же пациента

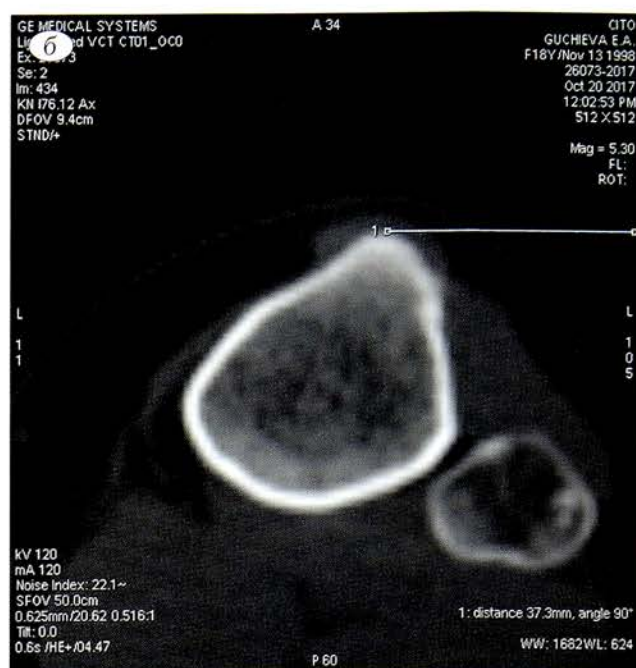


Рис. Точки для определения индекса ТТ–ТГ.

а — самая глубокая точка надколенниковой поверхности бедренной кости; б — центр бугристости большеберцовой кости.

Fig. Points for determining the TT — TG index.

а — the deepest point of the patellar surface of the femur; б — the center of the tibial tuberosity.

и определяли влияние оперативного лечения на выздоровление. В связи с тем, что всех 127 пациентов полноценно обследовать через равные промежутки времени не представлялось возможным, дети были разделены на две группы. Для оценки результатов 1-й группы использовали критерий Фридмана (F), а для 2-й — непараметрический критерий Вилкоксона (W) для двух выборок. Соответственно, W -критерий применялся отдельно для пациентов, которые были обследованы через 1, 4 года или через 7 лет после операции, т.е. была определена статистическая значимость различий результатов анкетирования у пациентов до и после оперативного лечения.

Выделение групп в зависимости от возраста не проводили, поскольку до 14 лет у детей активно функционируют зоны роста и у них возможно выполнение только артроскопической стабилизации по Ямамото.

Расчеты выполняли с использованием программы IBM SPSS Statistics, версия 23, выпуск 23.0.0.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного лечения была восстановлена нормальная анатомия нижней конечности, что в свою очередь привело к восстановлению ее функции, был устранен избыточный наклон надколенника; путем транспозиции бугристости большеберцовой кости были скорректированы вальгусная деформация коленного сустава и соответственно увеличенный угол Q , восстановлена целостность поврежденной медиальной пателлофemorальной связки путем ее пластики аутоотрансплантатом.

При первом контрольном осмотре пациентов через 1 год после операции оценивали наличие болево-

го синдрома, объем движений в оперированном коленном суставе, степень гипотрофии мышц, а также предлагали пройти тестирование с использованием шкал оценки функционального состояния коленного сустава.

Объем движений у всех пациентов находился в удовлетворительном диапазоне (разгибание 180° , сгибание 80° и менее), ни один пациент не высказывал жалоб. Болевой синдром отсутствовал или был незначительным у 116 (91,3%) пациентов (8–10 баллов по шкале АКПС). Умеренная и выраженная гипотрофия мышц бедра и голени в сравнении с контралатеральной конечностью отмечалась у 57 (44,9%) пациентов. Такое значительное число пациентов с гипотрофией мышц нижней конечности было связано с двумя факторами. Во-первых, с полным отсутствием или неэффективностью ЛФК на амбулаторном этапе, во-вторых, с нарушением проприоцептивных связей у пациентов после медиализации бугристости большеберцовой кости, в связи с чем долгое время пациент не может «включить» четырехглавую мышцу бедра при занятиях ЛФК. Стоит отметить, что, по наблюдениям, выраженность болевого синдрома находилась в прямой зависимости от степени гипотрофии мышц. У всех пациентов, которые жаловались на сохраняющийся болевой синдром, была отмечена гипотрофия мышц (более 2 см в длине окружности).

После артроскопической стабилизации надколенника по методике Ямамото в модификации отделения были обследованы 27 пациентов. Установили, что этот метод оперативного лечения оказался эффективным у всех детей с неполным вывихом надколенника (W -критерий, $p < 0,001$). Положительные ранги, т.е. увеличение баллов по шкале

АКПС, имело место у 21 (77,8%) пациента; у 6 пациентов констатировали ухудшение субъективных показателей по шкале АКПС, что было связано с выраженной гипотрофией. При использовании шкалы IKDC была выявлена схожая картина: у 20 из 27 прооперированных было улучшение показателей, а у 7 — ухудшение функции коленного сустава (W -критерий, $p < 0,001$). В данные сроки рецидивов не было. Таким образом, результаты лечения были расценены как отличные и удовлетворительные.

Результаты артроскопической стабилизации с транспозицией бугристости большеберцовой кости были хорошими и отличными (W -критерий, $p < 0,005$). Из всех детей, прооперированных по данной методике, наблюдали 30 пациентов, у 27 из них констатировали увеличение количества баллов по шкале оценки АКПС. В соответствии со шкалой IKDC улучшение отметили только 22 пациента, у 8 отмечалось ухудшение. Это связано с тем, что шкала IKDC отражает состояние функции коленного сустава, а при транспозиции бугристости большеберцовой кости, как было отмечено выше, нарушаются проприоцептивные связи, результатом чего является более длительное восстановление функции, что определяли и при клиническом осмотре, несмотря на отсутствие рецидивов.

Артроскопическая стабилизация надколенника с пластикой медиальной пателлофemorальной связки аутоотрансплантатом была выполнена небольшой группе пациентов ($n=9$) с полным вывихом надколенника. Несмотря на малое число прооперированных, выборка оказалась репрезентативной, а результаты показали, что оперативное лечение положительно повлияло на исход (W -критерий, $p < 0,005$). Все пациенты были обследованы в сроки от 1 года до 2 лет с момента операции. Рецидивов ни в одном случае зарегистрировано не было. Во всех случаях констатировали увеличение показателя по шкале АКПС. Однако у 1 пациента было отмечено уменьшение суммы баллов по шкале 2000 IKDC, что было связано с неполным восстановлением функции и гипотрофией мышц. В результате этот пациент не вернулся к тому уровню физической активности, который был ему свойствен до оперативного лечения.

При осмотре через 2–4 года с момента операции было отмечено заметное улучшение функции и субъективных показателей. В этот период были обследованы 87 пациентов: 36 детей, прооперированных по методике Ямамото в модификации отделения, 51 ребенок, перенесший транспозицию бугристости большеберцовой кости. Жалоб на ограничение движений не предъявлял ни один пациент, движения в коленном суставе были в полном объеме. Болевой синдром по шкале АКПС отсутствовал или был на незначимом уровне в 76 (87,3%) случаях. Значимая для пациента боль сохранялась у 11 (12,7%) пациентов, из них у 4 (7,8%) была выполнена стабилизация надколенника с транспозицией бугристости большеберцовой кости и у 7 (19,4%) была операция по методике Ямамото в модифика-

ции отделения. Однако эти данные нельзя считать окончательными, так как у 5 детей после стабилизации надколенника по методике Ямамото произошел рецидив вывиха.

Все случаи рецидива имели место в течение 2-го года после проведенного оперативного лечения. Результаты лечения этих больных были оценены как неудовлетворительные, несмотря на то что в 1 случае имел место 1 эпизод повторного вывиха в отсутствие болевого синдрома. В 1 случае имели место нарушение ортопедического режима и выраженная гипотрофия мышц, что стало причиной повторного вывиха надколенника. У остальных 4 пациентов рецидив произошел из-за наличия ротационных и угловых деформаций нижней конечности (вальгусная деформация коленного сустава, высокий индекс ТТ–ТГ), которые невозможно было исправить при выполнении хирургического вмешательства из-за функционирующих зон роста. Следовательно, осложнение было прогнозируемым и оговорено с родителями пациентов. В то же время не проводить оперативное лечение этой группы детей было нельзя в связи с рецидивирующими вывихами надколенника и, как следствие, разрушением хряща надколенника и бедренной кости. Соответственно этим детям в дальнейшем, после закрытия зон роста, была выполнена транспозиция бугристости большеберцовой кости.

Оценка результатов по шкале 2000 IKDC после артроскопической стабилизации надколенника по методике Ямамото в модификации отделения была проведена 13 пациентам, из них у 11 было зафиксировано улучшение показателей, у 2 — ухудшение функции коленного сустава (W -критерий, $p < 0,05$).

Также большая часть детей, которым была выполнена транспозиция бугристости большеберцовой кости по поводу нестабильности надколенника, отметили субъективное улучшение. В этом случае при использовании шкалы IKDC (анкетирование проводилось не у всех) из 14 пациентов улучшение отметили 13, ухудшение — только 1.

Таким образом, болевой синдром сохранялся у 2 (5,5%) детей после операции Ямамото без рецидива вывиха. Также у большинства пациентов наблюдалось увеличение объема мышц бедра и голени. Так, всего у 7 (19,4%) пациентов после стабилизации надколенника по методике Ямамото в модификации отделения сохранялась гипотрофия мышц. А после стабилизации надколенника с транспозицией бугристости гипотрофия мышц более 1,5 см была выявлена у 13 (25,5%) детей.

Наиболее интересными являются отдаленные результаты, полученные через 5–7 лет с момента операции. В группе после стабилизации надколенника по методике Ямамото в модификации отделения на всех этапах наблюдали 22 пациента, а в группе стабилизации надколенника с транспозицией бугристости большеберцовой кости — 37.

Всех пациентов оценивали по F -критерию, считая его в данном случае наиболее подходящим

для оценки отдаленных результатов. Ни у одного пациента за период наблюдения не было рецидивов вывиха надколенника. У 5 детей, оперированных по методике Ямамото, и у 2 — после стабилизации надколенника с транспозицией бугристости большеберцовой кости по результатам оценки по шкале АКПС констатировали наличие болевого синдрома при нагрузке. При обследовании у них выявили повреждение хряща надколенника и мышечков бедренной кости, т.е. у пациентов имело место развитие пателлофemorального артроза. Вероятной причиной этого осложнения был длительный анамнез перед началом оперативного лечения — хрящ надколенника уже был поврежден в результате многочисленных вывихов; также к возможной причине можно отнести длительно существовавшую гипотрофию мышц нижней конечности, обусловившую повышенную нагрузку на пателлофemorальный сустав и, как следствие, разрушение хряща. Результаты лечения этих больных были оценены как удовлетворительные. У остальных пациентов результаты хирургического лечения нестабильности надколенника были отличные и хорошие (F-критерий, $p < 0,001$). Данное распределение было получено при оценке результатов лечения по всем шкалам (АКПС и 2000 IKDC).

В некоторых случаях после выполнения КТ имеются показания к оперативному лечению на костных структурах нижней конечности, но в силу возраста (функционирующие зоны роста) выполнить их не представляется возможным. По мнению авторов настоящего исследования, в таких случаях следует проводить вмешательства на мягкотканых структурах, предварительно разъяснив все родителям пациента. Аргументом может выступить то, что ребенок и нижняя конечность продолжают расти и развиваться, и некоторым пациентам, даже при наличии показаний к операциям на кости, бывает достаточно выполнения вмешательств на мягких тканях. Существует немалая вероятность, что рецидив не произойдет, и при повторном исследовании (КТ, МРТ) можно будет увидеть небольшое нивелирование ротационных деформаций. Кроме того, если ждать закрытия зон роста, чтобы свести к минимуму необходимость повторной операции, при сохраняющейся нестабильности надколенника будет происходить повреждение хряща коленного сустава, в результате чего начнет развиваться артроз, а дальнейший прогноз значительно ухудшится.

Заключение. Успех и результат лечения пациента зависят от точности диагностики, адекватности выбора метода оперативного лечения и качества исполнения. Операция по стабилизации надколенника не является простой, и необходима достаточная квалификация хирурга для достижения успеха. Минимально необходимый объем обследования должен включать клинический осмотр, рентгенографию в трех проекциях и УЗИ коленного сустава, по показаниям — МСКТ и МРТ. Стоит отметить,

что МСКТ необходимо делать всем детям старше 14 лет с закрытыми зонами роста. Отсутствие необходимости проводить исследование детям до 14 лет связано с тем, что информация, получаемая с помощью МСКТ, не может быть использована в полной мере, так как у пациентов с открытыми зонами роста невозможно проводить корригирующие операции на костях. Обязательным условием достижения эффективного лечения является адекватное дальнейшее ведение пациента в послеоперационном периоде: использование всех средств лечебной гимнастики, разработка и укрепление мышц нижних конечностей, причем не только на стационарном, но и на амбулаторном этапе. И только после полного восстановления функции нижней конечности можно возвращаться в привычный ритм жизни и к занятиям спортом.

Согласно полученным в настоящем исследовании данным, в ближайшие сроки после операции (до 2 лет) в группе детей после стабилизации надколенника по методике Ямамото в модификации отделения хорошие и отличные результаты наблюдались в 77,8% случаев, после транспозиции бугристости большеберцовой кости — в 73,3% случаев, после стабилизации надколенника с пластикой медиальной пателлофemorальной связки аутооттрансплантатом — в 88,9%, в отдаленном периоде (в сроки 5–7 лет) — в 90,9 и 86,5% случаев в 1-й и 2-й группах соответственно.

После проведения оценки эффективности использованных методов оперативного лечения был сделан вывод, что артроскопическая стабилизация надколенника по методике Ямамото в модификации отделения эффективна у детей с неполным вывихом надколенника и в отсутствие ротационных деформаций нижней конечности. Артроскопическая стабилизация надколенника с транспозицией бугристости большеберцовой кости эффективна и показана тем детям, у которых имеется вальгусная деформация коленного сустава и соответственно значение индекса TT–TG превышает 20 мм. Однако эта операция ассоциируется с более длительным периодом восстановления и обуславливает более выраженную гипотрофию мышц нижней конечности. Пластика медиальной пателлофemorальной связки показана детям с полным вывихом надколенника (смещение всего надколенника за пределы латерального мыщелка бедренной кости) в анамнезе.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Кузнецов И.А. Совершенствование методов лечения повреждений коленного сустава с применением эндоскопической техники: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб; 1998. [Kuznetsov I.A. Improving the treatment of injuries of the knee joint using endoscopic techniques. Cand. med. sci. Diss. St. Petersburg; 1998. (in Russ.).]
2. Stefancin J.J., Parker R.D. First-time traumatic patella dislocation: systematic review. Clin. Orthop. Relat. Res. 2007; 455: 93–101. doi: 10.1097/BLO.0b013e31802eb40a.
3. Lewallen L.W., McIntosh A.L., Dahm D.L. Predictors of recurrent instability after acute patellofemoral dislocation in pediatric and adolescent patients. Am. J. Sports Med. 2013; 41 (3): 575–81. doi: 10.1177/0363546512472873.

4. Волков М.В. Руководство по ортопедии и травматологии. М.: Медицина; 1968. [Volkov M.V. Manual on orthopaedics and traumatology. Moscow: Meditsina; 1968. (in Russ.).]
5. Абальмасова Е.А. Врожденные деформации опорно-двигательного аппарата и причины их происхождения. Ташкент: Медицина; 1976. [Abal'masova E.A. Congenital loco-motor system deformities and the reasons of their development. Tashkent: Meditsina; 1976. (in Russ.).]
6. Arendt E.A., Fithian D.C., Cohen E. Current concepts of lateral patella dislocation. Clin. Sports Med. 2002; 21 (3): 499-519.
7. Черный В.И. Лечение больных с острыми наружными вывихами надколенника с использованием артроскопии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2001. [Chyornyi V.I. Arthroscopic treatment of patients with acute external dislocation of the patella. Cand. med. sci. Diss. St. Petersburg; 2001. (in Russ.).]
8. Koeter S., Diks M.J., Anderson P.G., Wymenga A.B. A modified tibial tubercle osteotomy for patellar maltracking: results at two years. J. Bone Joint Surg. Br. 2007; 89 (2): 180-5;
9. Popkin C.A., Bayomy A.F., Trupia E.P. et al. Patellar Instability in the Skeletally Immature. Cur. Rev. Musculoskelet. Med. 2018; 11 (2): 172-81. doi: 10.1007/s12178-018-9472-5.
10. Неведьева Н.Н. Врожденный вывих надколенника и его оперативное лечение. Ортопедия, травматология и протезирование. 1965; 9: 35-9. [Nefed'eva N.N. Congenital dislocation of the patella and its surgical treatment. Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye. 1965; 9: 35-9. (in Russ.).]
11. Gao B., Dwivedi S., Fabricant P.D., Cruz A.I. Jr. Patterns in outcomes reporting of operatively managed pediatric patellofemoral instability: a systematic review and meta-analysis. Am. J. Sports Med. 2018; 363546518765152. doi: 10.1177/0363546518765152.
12. Саутенко А.А., Огарёв Е.В., Меркулов В.Н. и др. Современные методы лучевой диагностики нестабильности надколенника у детей. Выбор способа лечения. Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2018; 6 (2): 29-36. [Sautenko A.A., Ogar'ev E.V., Merkulov V.N. et al. Current methods of patellar instability imaging in children. Selection of the best treatment approach. Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2018; 6 (2): 29-36. (in Russ.). doi: 10.17816/PTORS6229-36.
13. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. и др. Способ хирургического лечения рецидивирующего вывиха надколенника у детей. Патент РФ №2674918; 2018. [Merkulov V.N., El'tsin A.G., Mininkov D.S. et al. Surgical technique for the treatment of recurrent patella dislocation in children. Patent RF, N2674918; 2018. (in Russ.).]

Сведения об авторах: Саутенко Александр Александрович* — аспирант детского травматолого-ортопедического отделения НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, <https://orcid.org/0000-0003-1264-7162>, e-mail: dr.sautenko@yandex.ru; Ельцин Александр Геннадьевич — канд. мед. наук, зав. детским травматолого-ортопедическим отделением НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Мининков Дмитрий Сергеевич — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения детского травматолого-ортопедического отделения НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Стужина Валентина Трофимовна — доктор мед. наук, врач детского травматолого-ортопедического отделения НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Меркулов Владимир Николаевич — доктор мед. наук, проф., врач травматолог-ортопед поликлиники НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Саутенко А.А. — e-mail: dr.sautenko@yandex.ru

Information about the authors: Sautenko A.A. — postgraduate, pediatric trauma and orthopaedic department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0003-1264-7162>, e-mail: dr.sautenko@yandex.ru; El'tsin A.G. — Cand. of Sci. (Med.), head of the pediatric trauma and orthopaedic department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Mininkov D.S. — Cand. of Sci. (Med.), researcher, pediatric trauma and orthopaedic department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Stuzhina V.T. — Dr. of Sci. (Med.), trauma and orthopaedic surgeon, pediatric trauma and orthopaedic department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Merkulov V.N. — Dr. of Sci. (Med.), professor, trauma and orthopaedic surgeon, out-patient department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics.

Contact: Sautenko A.A. — e-mail: dr.sautenko@yandex.ru

ПРЕВЕНТИВНАЯ КОСТНАЯ ПЛАСТИКА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЛАТЕНТНОЙ ФОРМЫ ВРОЖДЕННОГО ЛОЖНОГО СУСТАВА КОСТЕЙ ГОЛЕНИ У ДЕТЕЙ

А.П. Поздеев, Е.А. Захарьян*, В.А. Виленский

ФГБУ «Научно-исследовательский институт детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Основной задачей хирургического лечения пациентов с латентной формой врожденного ложного сустава (ЛФВЛС) костей голени является предупреждение патологического перелома и развития истинного псевдоартроза.

Цель исследования: оценить эффективность превентивной костной пластики при лечении больных с ЛФВЛС.

Пациенты и методы. Изучены результаты лечения 38 детей и подростков (25 мальчиков и 13 девочек) в возрасте от 9 мес до 16 лет, находившихся в отделении костной патологии в период с 1980 по 2017 г. по поводу ЛФВЛС костей голени. Всем пациентам была проведена разработанная в клинике операция костной пластики, предусматривающая трансплантацию деминерализованных костных аллотрансплантатов на вогнутую поверхность патологически измененной кости.

Результаты. Результаты хирургического лечения прослежены в сроки от 1 года до 16 лет. При анализе рентгенограмм уже через 6 мес после оперативного вмешательства в проекции костных трансплантатов отмечалось активное формирование костной ткани, а через 12 мес — формирование компактной костной ткани. Патологические переломы на сроке наблюдения до 4 лет возникли у 6 (15,8%) прооперированных.

Заключение. Проведенное по показаниям раннее хирургическое лечение детей с ЛФВЛС костей голени позволяет предотвратить патологический перелом в 84,2% случаев и сохранить опороспособность конечности.

Ключевые слова: врожденный ложный сустав костей голени, костная пластика, аллотрансплантаты, патологический перелом

Конфликт интересов: не заявлен

Источники финансирования: исследование выполнено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Поздеев А.П., Захарьян Е.А., Виленский В.А. Превентивная костная пластика при лечении латентной формы врожденного ложного сустава костей голени у детей. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:65-70. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04165>

PREVENTIVE BONE PLASTY FOR THE TREATMENT OF LATENT FORM OF CONGENITAL TIBIA PSEUDARTHROSIS IN CHILDREN

A.P. Pozdeev, E.A. Zakharyan*, V.A. Vilensky

The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint-Petersburg, Russia

Introduction. The main task of the surgical treatment of patients with latent form of the congenital pseudarthrosis of tibia (LFCPT) is the prevention of pathologic fracture and development of true pseudarthrosis.

Purpose of the study: to evaluate the efficacy of preventive bone plasty in patients with LFCPT.

Patients and methods. Treatment results for the period from 1980 to 2017 were studied in 38 children and adolescents (25 boys and 13 girls) aged from 9 months to 16 years, with the LFCPT. Transplantation of demineralized bone allografts onto the concave surface of bone was performed to all patients.

Results. Follow up of surgical treatment results made up 1–16 years. In 6 months after operation bone graft projection showed active formation of bone tissue, in 12 months — the formation of compact bone tissue. Within the 4-years follow up pathological fractures were noted only in 6 (15.8%) patients.

Conclusion. Early indicated surgical intervention in children with LFCPT enables to prevent the pathological fracture in 84.2% of cases and preserve weight bearing ability.

Keywords: congenital tibia pseudarthrosis, bone plasty, allografts, pathological fracture

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Pozdeev AP, Zakharyan EA, Vilensky VA. Preventive bone plasty for the treatment of latent form of congenital tibia pseudarthrosis in children. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;3-4:65-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04165>

Введение. Под термином «латентная форма врожденного ложного сустава (ЛФВЛС) костей голени» принято понимать варусно-антекурвационную деформацию костей голени, выявленную при рождении или в первые месяцы жизни ребен-

ка. Этот вид деформаций сочетается с такими рентгенологическими признаками, как истончение диафиза берцовых костей с полной или частичной облитерацией костномозгового канала на вершине деформации и дистрофические изменения костной

ткани обеих берцовых костей. После патологического перелома сращение костных фрагментов не наступает и формируется истинная форма ложного сустава. В связи с этим данную стадию заболевания, предшествующую формированию истинной формы ложного сустава, принято называть скрытой (или латентной) формой врожденного ложного сустава (ВЛС) [1, 2].

Истинная форма ВЛС костей голени с рождения встречается довольно редко. Были проанализированы 330 историй болезни пациентов с ВЛС костей голени, находившихся на лечении в НИДОИ им. Г.И. Турнера. Выявили, что истинная форма псевдоартроза имела место только у 9 (2,7%) пациентов [3, 4]. В своей работе С.А. Кутиков [5] по результатам обследования 74 пациентов с ВЛС костей голени отмечал, что во всех случаях формирование истинной формы ложного сустава произошло после патологического перелома костей голени. Учитывая данный факт, ранняя диагностика и разработка эффективных методов лечения ЛФВЛС требуют самого пристального внимания.

До настоящего времени не разработано общепринятой тактики лечения ЛФВЛС. Консервативные методы лечения, такие как ношение ортезов с целью снижения нагрузки на голень во время ходьбы, не приносят желаемого результата [6]. По этой причине исследователями было предложено хирургическое вмешательство, направленное на увеличение костной массы диафиза большеберцовой кости и снижение риска патологического перелома. Для лечения пациентов с ЛФВЛС начали применять так называемую превентивную пластику. Операцию выполняют следующим образом: производят разрез мягких тканей от проксимального до дистального метафиза большеберцовой кости по ее внутренней стороне, отслаивают надкостницу и поднадкостнично укладывают ауто- или аллотрансплантаты [7, 8]. Обнадеживающие данные получили G. Lloyd-Roberts и соавт. [9], применив у 4 больных превентивную костную пластику с хорошими результатами. В то же время в своей работе R. Morrisy и соавт. [10] отметили, что у 7 из 9 прооперированных пациентов такое вмешательство оказалось неэффективным, так как перелом костей голени удалось предотвратить только в 2 случаях.

В отечественной литературе лечению ЛФВЛС посвящены лишь единичные работы [3].

Цель исследования — изучить эффективность превентивной костной пластики при лечении больных с ЛФВЛС костей голени.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Изучены результаты лечения 38 детей и подростков (25 мальчиков и 13 девочек) в возрасте от 5 мес до 16 лет, находившихся в отделении костной патологии в период с 1980 по 2017 г. по поводу ЛФВЛС костей голени. Латентная форма ложного сустава, сформировавшаяся на почве нейрофиброматоза, имела место у 29 пациентов, на фоне миелодисплазии — у 9. Для верификации основного заболевания

всем больным были проведены клиническое, неврологическое, рентгенологическое, электрофизиологическое (электронейромиография — ЭНМГ) исследования. Из наблюдения были исключены дети, у которых причиной развития ВЛС костей голени являлись патологические переломы в области очага фиброзной дисплазии, поскольку течение патологии и ее лечение имеют свои особенности.

Для диагностики нейрофиброматоза использовали диагностические критерии, рекомендуемые Международным комитетом экспертов по нейрофиброматозу. В соответствии с этими критериями диагноз ставили при наличии 2 из нижеперечисленных признаков, характерных для данной патологии и более: 5 пятен кофейного цвета и более на коже диаметром более 5 мм у ребенка и более 15 мм у взрослого, видимых при обычном комнатном освещении; 2 нейрофибромы любого типа и более; гиперпигментация подмышечной или паховой области; глиомы зрительных нервов; 2 узелка Лиша и более; наличие прямого родственника с нейрофиброматозом 1-го типа.

Диагноз «миелодисплазия» основывался на характерных для этой патологии проявлениях: наличии у детей множественных признаков дисплазии, анизорефлексии, гипотонии мышц туловища и конечностей, аномалий развития пояснично-крестцового отдела позвоночника, характерных изменений при электрофизиологических исследованиях.

Для уточнения величины укорочения пораженной голени, плоскости и угла деформации, степени истончения берцовых костей, облитерации костномозгового канала, наличия внутрикостных образований, выявления Лоозеровской зоны выполняли обзорные рентгенограммы нижних конечностей в двух стандартных проекциях и КТ костей голени.

Изучение анамнеза заболевания позволило установить, что у всех пациентов с ЛФВЛС с рождения или в первые месяцы жизни было выявлено передненаружное искривление голени в нижней или на границе нижней и средней третей голени. Обращало на себя внимание умеренно выраженное укорочение голени, не превышающее 2 см. На рентгенограммах, выполненных в период новорожденности или в течение первых месяцев жизни, определялись передненаружное искривление голени на границе средней и нижней третей, истончение диафиза большеберцовой кости до 30% от нормы, полная или частичная облитерация костномозгового канала, остеопороз, очаги некроза костной ткани на протяжении диафиза большеберцовой кости.

Учитывая, что дистрофический процесс распространяется на все структуры пораженного сегмента конечности, нарушения костной структуры вплоть до нарушения ее целостности распространялись и на малоберцовую кость (рис. 1).

Показаниями к хирургическому лечению являлись:

— достоверные признаки прогрессирования патологических изменений кости (нарастающее истончение диафизов и склероз, увеличивающееся искривление);

— отсутствие эффекта при продолжительности консервативного лечения не менее 3–4 мес (отсутствие положительной динамики, сохраняющиеся истончение, склероз кости и значительное искривление диафизов);

— появление Лоозеровской зоны на протяжении дуги искривления диафиза кости;

— резко выраженный склероз при потере дифференцировки диафиза на костномозговой канал и кортикальный слой, угловая деформация, превышающая 20°;

— возраст старше 9 мес, что обусловлено высокой частотой патологических переломов с началом ортостатической нагрузки.

Основной задачей хирургического лечения пациентов с ЛФВЛС является предупреждение патологического перелома и развития истинного псевдоартроза. Для достижения этой цели использовали разработанную авторами настоящей статьи операцию костной пластики — способ лечения патологически измененной кости [11]. Суть операции заключается в пересадке аллогенных деминерализованных костных трансплантатов (ДКТ) на вогнутую поверхность патологически измененной кости. Применение ДКТ обеспечивает увеличение объема истонченного фрагмента кости, стимуляцию костеобразовательных процессов, уменьшение выраженности или полную коррекцию склероза, уменьшение деформации диафиза за счет изменения распределения нагрузки и соответствующего перераспределения периостального роста с выпуклой на вогнутую сторону диафиза кости. Отличительными чертами предложенной методики по сравнению с ранее описанными являются:

— применение двух малоинвазивных доступов к большеберцовой кости, что позволяет уменьшить повреждение тканей и обеспечивает лучший эстетический вид конечности;

— использование не только замороженных кортикальных аллотрансплантатов, но и ДКТ, пластичность которых позволяет более эффективно осуществить заполнение вогнутой поверхности большеберцовой кости с целью увеличения костной массы пораженной кости.

Техника операции. На вогнутой поверхности большеберцовой кости, в области проксимального и дистального метафизов, проводили разрезы кожи и подкожно-жировой клетчатки длиной по 2 см. Желобоватым распатором отслаивали надкостницу по медиальной и дорсальной поверхностям диафиза. ДКТ нарезали в виде полос, длина которых должна соответствовать длине патологически измененного участка кости, а количество — объему

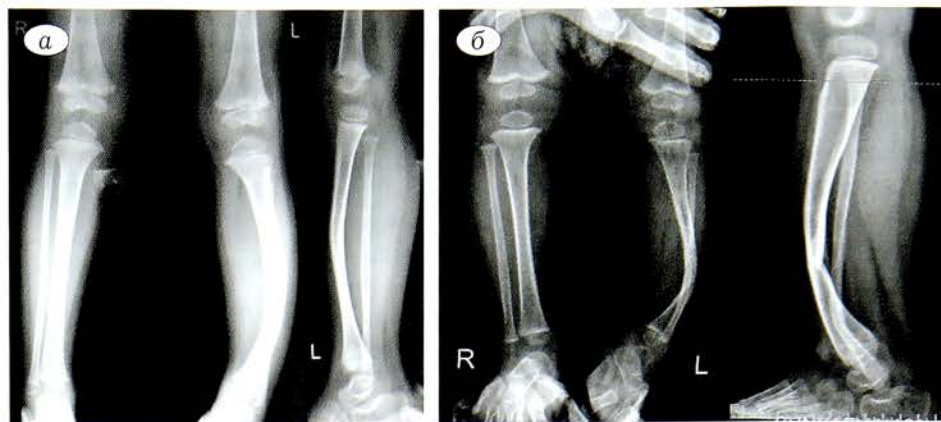


Рис. 1. Рентгенограммы новорожденных с ЛФВЛС обеих костей голени.

Fig. 1. Roentgenograms of new-born with LF CPT of both shin bones.

необходимого утолщения кости. Нарезанный в виде полос ДКТ связывали с одной стороны лавсановой нитью, а концы закрывали полиэтиленовым колпачком. Трансплантат со стороны колпачка привязывали к концу проводника, выведенного из другого разреза. Выводили проводник из сформированного канала, после чего протягивали ДКТ в поднадкостнично сформированный канал. Мягкие ткани прижимали надкостницу к гибким ДКТ, которые на всем протяжении заполняли вогнутую поверхность кости. Лавсановую нить удаляли вместе с полимерным колпачком. Через проксимальный и дистальный разрезы в толщу ДКТ вводили по 2 кортикальных костных аллотрансплантата толщиной в среднем 3 мм и длиной до $\frac{2}{3}$ длины полосок ДКТ (рис. 2). Разрезы зашивали.

Конечность в течение 1 мес фиксировали гипсовой повязкой до средней трети бедра, после снятия которой для разгрузки пораженной голени до перестройки костных аллотрансплантатов рекомендовали ношение ортеза с шарнирами на уровне коленного и голеностопного суставов.

С применением данной методики были прооперированы 38 детей с ЛФВЛС (табл. 1). В большинстве случаев (81,6%) операции были проведены пациентам в возрасте от 5 мес до 4 лет. Среди них 68,4% составили дети, страдающие нейрофиброматозом.

Основными критериями оценки результатов лечения пациентов с ЛФВЛС костей голени после проведения превентивной костной пластики костей голени пораженной нижней конечности были отсутствие/наличие патологического перелома большеберцовой кости; характер перестройки аллотрансплантатов; прогрессирование деформаций костей голени. Признаки патологического перелома костей голени выявляли на основании данных рентгенологического исследования прооперированной нижней конечности через 6 и 12 мес после вмешательства, а затем ежегодно.

Результаты

Результаты хирургического лечения детей с ЛФВЛС костей голени были прослежены в сроки от 1 года до 16 лет. При анализе рентгенограмм уже через 6 мес после оперативного вмеша-

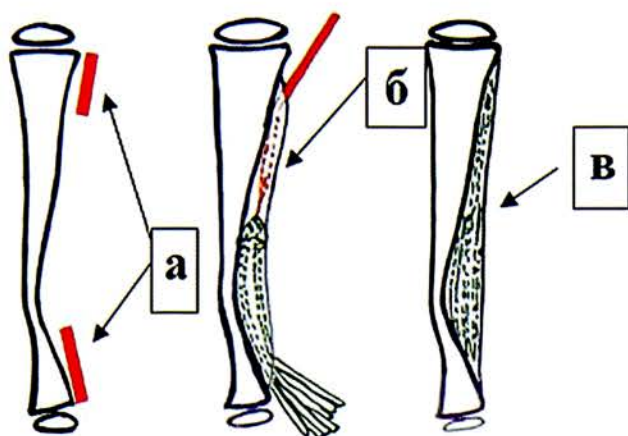


Рис. 2. Схема операции превентивной костной пластики. а — разрезы кожи для доступа к большеберцовой кости; б — формирование поднадкостничного канала для проведения аллотрансплантатов; в — вид кости после выполнения превентивной костной пластики.

Fig. 2. Scheme of preventive bone plasty operation. а — skin incisions to approach tibia; б — formation of subperiosteal canal for allograft insertion; в — view of the bone after preventive bone plasty.

ства в проекции костных трансплантатов на вогнутой поверхности большеберцовой кости отмечалось активное формирование костной ткани, а через 12 мес — формирование компактной костной ткани. Одновременно наблюдалась дифференциация костномозгового канала и кортикальной пластинки диафиза кости (рис. 3, 4).

Как свидетельствуют данные табл. 2, патологические переломы большеберцовой кости после выполненного вмешательства возникли у 6 (15,8%)



Рис. 3. Рентгенограммы пациента с ЛФВЛС на фоне миелодисплазии до (а), во время (б) и через 5 лет после (в) проведения превентивной костной пластики.

Fig. 3. Roentgenograms of the patient with LF CPT on the background myelodysplasia before (а), during (б) and 5 years after (в) preventive bone plasty.



Рис. 4. Рентгенограммы пациента с ЛФВЛС на фоне нейрофиброматоза до (а), во время (б) и через 3 года после (в) проведения превентивной костной пластики.

Fig. 4. Roentgenograms of the patient with LF CPT on the background neurofibromatosis before (а), during (б) and 3 years after (в) preventive bone plasty.

Табл. 1. Распределение пациентов в зависимости от этиологии ЛФВЛС костей голени и возраста, в котором выполнена превентивная костная пластика

Table 1. Distribution of patients depending on LF CPT etiology and the age at the time of preventive bone plasty

Возраст на момент операции	Этиология ЛФВЛС		Итого
	нейрофиброматоз	миелодисплазия	
От 5 мес до 2 лет	5	3	8
От 2 до 4 лет	15	8	23
От 4 до 7 лет	3	1	4
От 7 до 12 лет	1	—	1
Старше 12 лет	2	—	2
Всего	26	12	38

пациентов, из них 4 страдали нейрофиброматозом и 2 — миелодисплазией. Следует отметить, что у 5 пациентов патологические переломы произошли через 1 год после операции, а у 1, страдающего миелодисплазией, — спустя 3 года после хирургического вмешательства. Патологические переломы у пациентов с ЛФВЛС костей голени являлись низкоэнергетическими, т.е. их появлению не предшествовала значимая травма пораженной нижней конечности. Родители пациентов отмечали, что на фоне полного благополучия ребенок становился беспокойным и жаловался на боль в области максимальной деформации берцовых костей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали многочисленные наблюдения, истинные формы ВЛС костей голени у новорожденных встречаются крайне редко. По нашим данным, у 97,3% больных с рождения имеет место латентная форма ложного сустава. Важную роль в лечении патологии играет ранняя диагностика заболевания, которая, однако, существенно затруднена ввиду низкой встречаемости. Выявленную с рождения у детей с ЛФВЛС деформацию голени нередко расценивают как проявление рахита или рахитоподобных заболеваний, протекающих на фоне нарушения метаболизма кальция; остеохондропатию проксимального отдела большеберцовой кости; врожденные пороки развития костей голени; деформации голени, сформировавшиеся на фоне амниотических перетяжек; патологические переломы на почве неоссифицирующей фибромы и фиброзной дисплазии; остеофиброзную дисплазию; дисхондроплазию; идиопатический остеолит [3, 12]. Тем не менее ЛФВЛС имеет характерную клинко-рентгенологическую карти-

Табл. 2. Показатели частоты переломов после операции превентивной пластики на разных сроках наблюдения
Table 2. Index of fracture rate after preventive bone plasty at different follow up terms

Срок наблюдения	Число пациентов	Количество переломов
До 2 лет	12	4 (10,5%)
От 2 до 4 лет	4	2 (5,3%)
От 4 до 8 лет	5	—
От 8 до 15 лет	4	—
15 лет и более	13	—
Всего	38	6 (15,8%)

ну, которая позволяет заподозрить и выявить патологию при рентгенографии голени и даже при УЗИ в перинатальный период развития [1].

Учитывая, что двустороннее поражение костей голени встречается крайне редко, по нашим данным, в 1,8% случаев важную роль в диагностике заболевания играют рентгенография костей обеих голеней и их сравнительная оценка, что позволяет установить не только деформацию костей голени, но и нарушения структуры костной ткани, характерные для дистрофического процесса.

Немаловажное значение при выявлении ЛФВЛС костей голени имеет верификация основного заболевания, которое послужило причиной развития нейродистрофического процесса. Для уточнения диагноза необходимо комплексное обследование пациентов, которое позволяет выявить нейрофиброматоз или миелодисплазию.

В доступной литературе представлено очень мало работ, посвященных предупреждению патологических переломов у пациентов с ЛФВЛС костей голени. Так, в серии из 3 наблюдений [7] оригинальная методика пластики применялась у пациентов с уже состоявшимся псевдоартрозом. Все пациенты ранее получали безуспешное лечение, но, по мнению автора, за счет перераспределения осевой нагрузки деформированных берцовых костей при использовании массивных аллотрансплантатов удалось достигнуть консолидации фрагментов.

M. Strong и соавт. [13] сообщили о результатах профилактической пластики, выполненной у 9 пациентов с ЛФВЛС костей голени на фоне нейрофиброматоза. В качестве трансплантата для пластики использовали контралатеральную аутогенную большеберцовую кость, аутогенное ребро, малоберцовый аллотрансплантат. Средняя продолжительность наблюдения составила 8 лет 8 мес, а средний возраст на момент окончательного наблюдения — 11 лет 3 мес. У 3 из 9 пациентов было 5 эпизодов перелома голени с формированием истинного псевдоартроза, у 6 пациентов удалось предупредить развитие патологического перелома. В мультицентровом исследовании EPOS (Европейское общество детских ортопедов) методика, предложенная В. McFarland [7], была использована в лечении 19 пациентов с ЛФВЛС костей голени [6]. Только превентивная пластика или пластика с дополнительной установкой интрамедуллярного стержня или аппарата внешней фиксации была вы-

полнена в 16 наблюдениях. Изолированная пластика берцовых костей была проведена 13 пациентам, и только 7 из всех пациентов за период их наблюдения не потребовалось дополнительных оперативных вмешательств. В отличие от методики, использованной в нашей клинике, забор аутогенного трансплантата является дополнительным травмирующим фактором для пациентов, а последствия применения больших разрезов по всей длине большеберцовой кости обуславливают дополнительные эстетические проблемы, связанные с внешним видом пораженной голени.

Коллективом авторов во главе с О. Ofluoglu [14] было проведено профилактическое шунтирование берцовых костей в сочетании с долговременной фиксацией пораженной голени в ортезах. У всех 10 пациентов аллотрансплантат малоберцовой кости использовали в виде вогнутых несущих стоек от проксимального до дистального метафиза большеберцовой кости, минуя пораженную ее часть. Дополнительное использование губчатого костного трансплантата, помещенного между основным аллотрансплантатом и деформированной большеберцовой костью, по мнению авторов, повысило шансы на их костную консолидацию. Во всех наблюдениях использовали иммобилизацию оперированной конечности с запретом осевой нагрузки в течение 6 нед после операции, а затем рекомендовали ношение ортеза. Данная последовательность постепенного расширения двигательного режима была применена и у наших пациентов. Повторные патологические переломы имели место у 3 пациентов, но, по словам авторов, отмечалась их спонтанная консолидация. В данной работе результаты оказались лучше таковых, описанных выше, но сроки наблюдения были меньше, чем в нашей серии исследования.

Выполнение превентивной пластики берцовых костей позволяет снизить риски их патологического перелома, но не обеспечивает коррекцию деформаций пораженной конечности. Выраженная деформация костей голени как провоцирующий фактор рефрактур требует последующей ее коррекции как с помощью аппарата внешней фиксации в сочетании с ортопедическими гексаподами, так и путем выполнения временного гемиепифизиодеза порций зон роста большеберцовой кости [12].

ВЫВОДЫ

1. Комплексное обследование пациентов, включающее клинический, неврологический, генетический и рентгенологический методы исследования, позволяет верифицировать основное заболевание, лежащее в основе развития нейродистрофического процесса и, как следствие, формирования ЛФВЛС костей голени.

2. Выполненная по предложенным показаниям превентивная костная пластика дает возможность увеличить объем костной ткани на вогнутой поверхности диафиза кости, способствует улучшению или восстановлению структуры костной ткани и костномозгового канала и у 84,2% пациентов предотвращает патологический перелом костей голени.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Khan T., Joseph B. Controversies in the management of congenital pseudarthrosis of the tibia and fibula. *Bone Joint J.* 2013; 95-B (8): 1027-34. doi: 10.1302/0301-620X.95B8.31434.
2. Pannier S. Congenital pseudarthrosis of the tibia. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2011; 97 (7): 750-61. doi: 10.1016/j.otsr.2011.09.001.
3. Поздеев А.П., Захарьян Е.А. Особенности течения врожденных ложных суставов костей голени у детей дистрофического и диспластического генеза. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2014; 2 (1): 78-84. [Pozdeev A.P., Zakharyan E.A. Features of congenital pseudarthrosis of the tibia of dysplastic and neurodystrophic genesis. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery.* 2014; 2 (1): 78-84. (in Russ.)]. doi: 10.17816/PTORS2178-84.
4. Поздеев А.П. Ложные суставы и дефекты костей у детей (этиология, клиника, лечение): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб; 1998. [Pozdeev A.P. Pseudarthroses and bone defects in children (etiology, clinical picture, treatment). *Dr. med. sci. Diss.* St. Petersburg; 1998. (in Russ.)].
5. Кутиков С.А. Оптимизация лечебно-реабилитационного процесса у больных врожденным ложным суставом костей голени: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курган; 2015. [Kutikov S.A. Optimization of the treatment-rehabilitation process in patients with congenital shin bones pseudarthrosis. *Cand. med. sci. Diss.* Kurgan; 2015. (in Russ.)].
6. Grill F., Bollini G., Dunl P. et al. Treatment approaches for congenital pseudarthrosis of tibia: results of the EPOS multicenter study. *European Paediatric Orthopaedic Society (EPOS). J. Pediatr. Orthop. B.* 2000; 9 (2): 75-89.
7. McFarland B. Pseudarthrosis of the tibia in childhood. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1951; 33-B (1): 36-46.
8. Hefti F., Bollini G., Dunl P. et al. Congenital pseudarthrosis of the tibia: history, etiology, classification, and epidemiologic data. *J. Pediatr. Orthop.* 2000; 9: 11-5.
9. Lloyd-Roberts G.C., Shaw N.E. The prevention of pseudarthrosis in congenital kiphosis of the tibia. *J. Bone Joint Surg.* 1969; 51-B (1): 100-5.
10. Morrissey R.T., Riseborough E.J., Hall J.E. Congenital pseudarthrosis of the tibia. *J. Bone Joint Surg.* 1981; 63-B (3): 367-75.
11. Андрианов В.Л., Поздеев А.П. Способ лечения патологически измененной кости. Патент РФ №1123655. [Andrianov V.L., Pozdeev A.P. Method for the treatment of pathologically changed bone. *Patent RF, N1123655.* (in Russ.)].
12. Захарьян Е.А. Комплексное лечение деформаций нижней конечности у пациентов с врожденным ложным суставом костей голени: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб; 2017. [Zakharyan E.A. Complex treatment of lower extremity deformities in patients with congenital shin bones pseudarthrosis. *Cand. med. sci. Diss.* St. Petersburg; 2017. (in Russ.)].
13. Strong M.L., Wong-Chung J. Prophylactic bypass grafting of the prepseudarthrotic tibia in neurofibromatosis. *J. Pediatr. Orthop.* 1991; 11 (6): 757-64.
14. Ofluoglu O., Davidson R., Dormans J. Prophylactic bypass grafting and long-term bracing in the management of anterolateral bowing of the tibia and neurofibromatosis-1. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008; 90 (10): 2126-34. doi: 10.2106/JBJS.G.00272.

Сведения об авторах: Поздеев Александр Павлович — доктор мед. наук, проф., науч. рук. отделения костной патологии НИДОИ им. Г.И. Турнера, <https://orcid.org/0000-0001-5665-6111>; Захарьян Екатерина Анатольевна* — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения костной патологии НИДОИ им. Г.И. Турнера, <https://orcid.org/0000-0001-6544-1657>, e-mail: zax-2008@mail.ru; Виленский Виктор Александрович — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения костной патологии НИДОИ им. Г.И. Турнера, <https://orcid.org/0000-0002-2702-3021>.

Для контактов: Поздеев А.П. — e-mail: hospital@rostrurner.ru

Information about the authors: Pozdeev A.P. — Dr. Sci. (Med.), professor, scientific director, department of bone pathology, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, <https://orcid.org/0000-0001-5665-6111>; Zakharyan E.A. * — Cand. Sci. (Med.), researcher, department of bone pathology, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, <https://orcid.org/0000-0001-6544-1657>, e-mail: zax-2008@mail.ru; Vilensky V.A. — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, department of bone pathology, The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, <https://orcid.org/0000-0002-2702-3021>.

Contact: Pozdeev A.P. — e-mail: hospital@rostrurner.ru

БИОМЕХАНИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫЙ ЧРЕСКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ У ПАЦИЕНТОВ С ЛОЖНЫМИ СУСТАВАМИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ, ОСЛОЖНЕННЫМИ ХРОНИЧЕСКИМ ОСТЕОМИЕЛИТОМ

А.В. Цискарашвили, А.В. Жадин, К.А. Кузьменков, К.М. Бухтин, Р.Э. Меликова

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

Минздрава России, Москва, Россия

Цель исследования: изучить и оценить результаты биомеханически обоснованного чрескостного остеосинтеза у пациентов с ложными суставами бедренной кости, осложненными хроническим остеомиелитом.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов чрескостного остеосинтеза у 72 пациентов с инфицированными ложными суставами бедренной кости методом с учетом критериев биомеханической концепции фиксации костных отломков в период с 2011 по 2017 г. Остеосинтез аппаратом гибридной компоновки выполнен 38 (52,8%) пациентам, стержневой — 34 (47,2%).

Результаты. Купирование гнойно-воспалительного процесса и полная консолидация костных отломков бедренной кости достигнута во всех исследуемых случаях. Отличные результаты получены у 21 (29,5%) пациента, хорошие результаты констатированы у 41 (57,7%) больного, удовлетворительные — у 7 (9,8%), неудовлетворительные результаты отмечены у 2 (3%) больных.

Заключение. При инфицированных псевдоартрозах бедренной кости чрескостный остеосинтез с учетом биомеханических свойств каждого отломка обеспечивает до 97% положительных исходов.

Ключевые слова: бедро, ложный сустав, хронический остеомиелит, дефект костной ткани, биомеханическая концепция, чрескостный остеосинтез

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: авторы не получали финансирования за данную работу

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Цискарашвили А.В., Жадин А.В., Кузьменков К.А., Бухтин К.М., Меликова Р.Э. Биомеханически обоснованный чрескостный остеосинтез у пациентов с ложными суставами бедренной кости, осложненными хроническим остеомиелитом. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018;3-4:71-78. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04171>

BIOMECHANICALLY VALIDATED TRANSOSSEUS FIXATION IN PATIENTS WITH FEMUR PSEUDARTHROSIS COMPLICATED BY CHRONIC OSTEOMYELITIS

A.V. Tsiskarashvili, A.V. Zhadin, K.A. Kuzmenkov, K.M. Bukhtin, R.E. Melikova

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation

The aim of the study is to evaluate results of follow-up in patients with femur pseudarthrosis complicated by chronic osteomyelitis who underwent biomechanically validated transosseus fixation.

Materials and methods. A retrospective study of transosseus fixation in 72 patients with femur pseudarthrosis complicated by chronic osteomyelitis was conducted. Described fixation was completed according to the biomechanical fixation conception from 2011 to 2017. Hybrid external fixator was applied to 38 (52,8%) patients, rod-based external fixator — to 34 (47,2%).

Results. Full bone consolidation and pyoinflammatory process remission in treated femur bone is achieved in all cases. Results classified as excellent were acquired in 21 patients (29,5%), good — in 41 (57,7%), satisfactory — in 7 (9,8%), unsatisfactory — in 2 (3%). patients results were classified as unsatisfactory because of lacking of weight-bearing ability of the leg because of other reasons not related to consolidation.

Conclusion. In patients with infected femur pseudarthroses external fixation using biomechanical conception allows to provide up to 97% positive clinical outcomes of the treatment.

Keywords: femur, pseudarthrosis, chronic osteomyelitis, bone defect, biomechanical conception, transosseus fixation.

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

Funding: the authors declare no funding for completing this study.

TO CITE THIS ARTICLE: Tsiskarashvili A.V., Zhadin A.V., Kuzmenkov K.A., Bukhtin K.M., Melikova R.E. Biomechanically validated transosseus fixation in patients with femur pseudarthrosis complicated by chronic osteomyelitis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:71-78. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04171>

Введение. Несмотря на совершенствование техники оперативных вмешательств, применение современных методов остеосинтеза, процент несращений переломов длинных костей по-прежнему остается достаточно высоким и варьирует, по данным разных авторов, от 10 до 30% [1,13]. Формиро-

вание псевдоартрозов длинных костей колеблется в пределах 4,5—16% [9,14], причем при закрытых переломах бедра ложные суставы формируются в 3—11% случаев, при открытых — в 34% [9].

В структуре последствий травм длинных костей на долю ложных суставов бедренной кости прихо-

дится 10,7–30,8% случаев, и по частоте встречаемости бедро занимает 2-е место, уступая костям голени (15–50,6%) [14].

Хронический остеомиелит развивается в 21–46,2% наблюдений после оперативного лечения открытых и в 7,6–13,2% — закрытых переломов длинных костей [10, 12], из них в 27,1–44,7% случаев остеомиелит приходится на бедренную кость [4, 8, 12].

Сочетание инфекционного процесса и ложного сустава бедренной кости усложняет процесс лечения, увеличивает его стоимость и в 18,7% случаев инвалидизирует пациентов трудоспособного возраста [4, 13].

В формировании ложных суставов бедренной кости, в том числе осложненных гнойной инфекцией, играют роль тактические и технические ошибки в процессе лечения: нестабильный первичный остеосинтез, неадекватный выбор фиксатора, не обеспечивающий жесткую фиксацию костных отломков, не отвечающий биомеханическим принципам фиксации последних, а также нерадикальная первичная хирургическая обработка и игнорирование противопоказаний применения погружных металлоконструкций при открытых переломах. Открытый перелом костей является главной причиной инфекционных осложнений. При открытых переломах костей гнойно-воспалительные осложнения наблюдаются в 75% случаев при накостном остеосинтезе, в 24% случаев при интрамедуллярном [3].

К факторам, негативно влияющим на костную ткань и создающим неблагоприятный фон для консолидации костных фрагментов, относят сопутствующие заболевания (сахарный диабет, ожирение, остеопороз, анемия, системная красная волчанка и др.) [9].

Мы считаем методику управляемого внеочагового чрескостного остеосинтеза наиболее целесообразной, биомеханически обоснованной при лечении инфицированных ложных суставов бедра. Компрессионно-дистракционные манипуляции без перемонтажа аппарата внешней фиксации возможны при продуманной первичной его компоновке. Чрескостный остеосинтез имеет недостатки: прорезывание и нагноение мягких тканей вокруг элементов фиксации, развитие спинового остеомиелита, невриты [6]. Частота специфических осложнений, по данным литературы, колеблется в пределах 12–60% [1, 6].

Цель настоящей работы: оценить эффективность биомеханически обоснованного чрескостного остеосинтеза при ложных суставах бедренной кости, осложненных хроническим остеомиелитом.

Табл. 1. Распределение больных по виду травмы и переломов бедренной кости

Table 1. The distribution of patients by type of injury and fracture of the femur

Вид травмы	Вид перелома					
	Закрытый		Открытый		Всего	
	n	%	n	%	n	%
ДТП	28	38,9	20	27,8	48	66,7
Бытовая	14	19,4	1	1,4	15	20,8
Производственная	2	2,8	—	—	2	2,8
Огнестрельная	—	—	4	5,6	4	5,6
Патологический	3	4,1	—	—	3	4,1
Всего	47	65,2	25	34,8	72	100

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа представляет собой ретроспективный анализ результатов оперативного лечения 72 больных с ложными суставами бедренной кости, осложненными хроническим остеомиелитом. Лечение пациентов проводилось в отделении последствий травм опорно-двигательной системы и гнойных осложнений ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» в период с 2011 по 2017 г. Из них 21 (29%) женщина, возраст которых колебался от 22 до 79 лет, и 51 (71%) мужчина в возрасте от 19 до 65 лет. Средний возраст пациентов составил 45 лет. Все пациенты ранее были оперированы многократно в разных лечебных учреждениях — от 2 до 14 раз. Длительность течения заболевания с момента травмы колебалась от 1,5 года до 4 лет. При получении травмы у 47 больных диагностирован закрытый перелом, у 25 — открытый. Распределение пациентов по виду перелома и травмы представлено в **табл. 1**. Подавляющее большинство пациентов имели высокоэнергетические травмы (66,7%).

Первичный накостный остеосинтез произведен у 19 больных, интрамедуллярный — у 17, чрескостный — у 9. Необоснованная замена одного фиксатора на другой и неоднократный реостеосинтез одним видом металлофиксатора при отсутствии признаков консолидации в области перелома были применены у 27 (37,5%) пациентов (**табл. 2**). Конверсия методик остеосинтеза была в различной последовательности.

Число больных с открытым переломом бедренной кости и выполненным первичным накостным остеосинтезом составило 12 человек, интрамедуллярным — 7. Основываясь на биомеханической классификации переломов длинных костей конечностей, двухрычаговые переломы диагностированы у 57 (79,2%) больных, однорычаговые — у 15 (20,8%).

Табл. 2. Распределение по видам примененных металлоконструкций у больных при лечении переломов бедренной кости

Вид перелома	Методы лечения до поступления							Всего
	Пластина	Штифт	Аппарат	Пластина + штифт	Пластина + аппарат	Штифт + аппарат	Пластина + штифт + аппарат	
Открытый	9	5	5	—	4	2	—	6
Закрытый	10	12	4	7	5	5	4	21
Всего	19	17	9	7	9	7	4	27

Важно отметить, что 59 (82%) пациентов госпитализированы в клинику с контрактурами коленного сустава и 28 (39%) больных — с укорочением поврежденного сегмента от 1 до 13 см. С послеоперационным гнойным осложнением после костной пластики области дефекта бедренной кости поступили 9 человек.

На догоспитальном этапе при обследовании проводились клинический и рентгенологический методы исследования пациентов. Для выявления обширности границ поражения костной ткани, точной локализации секвестров выполнялась КТ, для выявления гнойных затеков, определения границ пораженных мягкотканых структур — МРТ, при наличии свища выполняли фистулографию, микробиологическое исследование отделяемого с идентификацией возбудителей и тестированием чувствительности к антибиотикам.

Чрескостный остеосинтез осуществляли аппаратами стержневой и гибридной компоновок с учетом основных критериев биомеханической концепции фиксации костных фрагментов. При предоперационном планировании учитывали необходимость компактотомии для замещения костного дефекта пораженного сегмента.

Оценка результатов производилась на основании субъективных и объективных (клинические, рентгенологические) данных.

Статистические данные обработаны с помощью таблиц программы Microsoft Office Excel.

Алгоритм оперативного лечения

Для точного определения жизнеспособности тканей все операции проводили без применения гемостатического жгута.

При наличии свищевого хода после забора материала для микробиологического исследования через катетер вводили 1% раствор бриллиантовой зелени. Разрез производили по ходу старого рубца с иссечением свищевого хода. Осуществляли доступ к металлическому импланту (при его наличии) с последующим его удалением и санацией области нахождения металлоконструкции. После удаления интрамедуллярного штифта производилась санация костномозгового канала на всем его протяжении. При облитерации каналов в проксимальном и дистальном отломках производили их реканализацию сверлами. Обязательно брали материал (костные фрагменты, мягкие ткани) на гистологическое и микробиологическое исследование. Далее осуществляли резекцию отломков в пределах жизнеспособной костной ткани до появления «кровяной росы». Добивались конгруэнтности резецированных концов для оптимальной их адаптации.

Выполняли чрескостный остеосинтез аппаратами спице-стержневой и гибридной компоновки. Количество уровней фиксации определяли с учетом биомеханических критериев костных отломков. На проксимальном уровне бедра не использовали кольца и спицы, ограничивающие движения в тазобедренном суставе и вызывающие дискомфорт у пациентов.

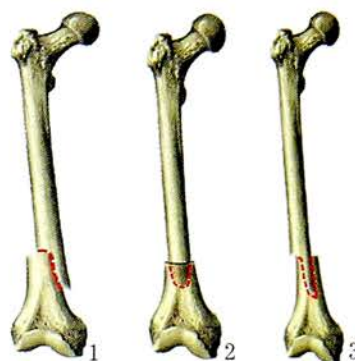


Рис 1. «Дубликатура» кортикального слоя.

Fig. 1. «Duplicate» cortical layer

Рис 2. Вколачивание.

Fig. 2. Bone insertion.

Рис 3. Комбинация 2 методов.

Fig. 3. Combination of two methods.

Элементы крепления аппарата (стержни или спицы) вводили в проксимальный и дистальный отломки по латеральной поверхности бедра, в относительно безопасной зоне при согнутом положении коленного сустава под углом 90—110° с одновременной тракцией по оси бедра. Трансоссальные фиксирующие элементы конструкции вводили под углом 90° друг к другу для удобного их размещения на одном секторе. При этом в дистальной метафизарной зоне бедренной кости проводили спицу диаметром 3 мм строго во фронтальной плоскости. Такой способ введения стержней или спиц исключает повреждение основных сосудисто-нервных образований и ограничение подвижности широкой фасции бедра в дистальном отделе, что способствует сохранению амплитуды движений в коленном суставе в отдаленном послеоперационном периоде.

При относительно небольшом пострезекционном дефекте бедренной кости (менее 3 см), конгруэнтности поперечников костных отломков, отсутствии выраженного склероза и инфильтрации окружающих мягких тканей одномоментно создавали плотный контакт их концов на всей площади соприкосновения. В остальных случаях компрессию производили постепенно. В частности, при наличии косой линии излома и небольшого дефекта кортикального слоя на одном из отломков использовался метод создания «дубликатуры» кортикального слоя для достижения максимальной компрессии во фронтальной или сагиттальной плоскостях (**рис. 1**). Также использовали технологию «вколачивания» диафизарного отломка в метафиз (**рис. 2**).

В отдельных ситуациях, при дисконгруэнтности концов по ширине и наличии косой линии излома с дефектом кортикального слоя применяли комбинацию методов «дубликатуры» и «вколачивания» (**рис. 3**). Подобная тактика минимизирует потерю костной ткани и сохраняет длину бедренной кости.

Осуществляли интраоперационный рентгенологический контроль состояния стыковки костных отломков, а самое главное — правильность анатомической оси конечности во всех плоскостях. Далее переходили к завершающим этапам операции — дренированию и ушиванию раны. Дренаж устанавливали параоссально, а после удаления интрамедуллярного штифта — в костно-мозговой канал на всем протяжении. В некоторых ситуациях рану дренировали послойно (ярусное дренирова-

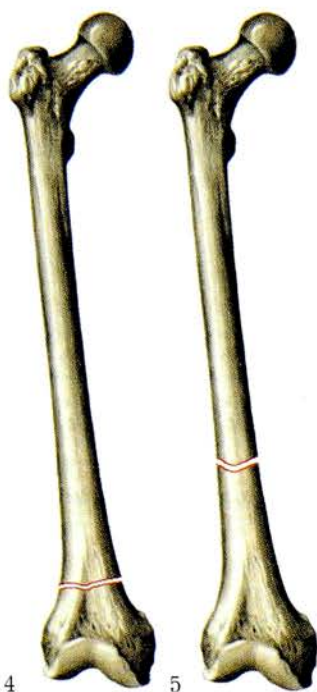


Рис. 4. Однорычаговый перелом.

Fig. 4. Single lever fracture.

Рис. 5. Двухрычаговый перелом.

Fig. 5. Two-lever fracture.

ние). При этом дренажные трубки размещали в каждой полости между мышцами и под апоневрозом. Рану ушивали. Аппарат стабилизировали. Накладывали асептические повязки на рану и вокруг стержней и спиц.

Послойное ушивание без ярусного дренирования при инфицированных ранах приводит к формированию так называемых замкнутых пространств и рецидиву воспалительного процесса.

Кровопотеря варьировалась в пределах от 100 до 400 мл и зависела от степени сложности и объема оперативного вмешательства.

Биомеханические аспекты чрескостного остеосинтеза

Биомеханическая классификация подразумевает деление костных отломков и осколков на обладающие и не обладающие рычаговыми свойствами [9]. Биомеханический принцип оценки и характеристики переломов является ведущим в построении данной классификации. Он предопределяет необходимое число уровней фиксации поврежденных длинных костей.

Основной принцип дифференциации костных отломков по рычаговым свойствам заключается в следующем: если длина отломка не превышает величину, равную двум диаметрам кости на уровне линии излома, то данный отломок считается не об-

ладающим свойствами рычага. Если же максимальная длина отломка превышает данную величину, то он обладает свойствами, характерными для рычага, нейтрализация которых является обязательным условием для достижения стабильной фиксации [7, 11]. Таким образом, переломы подразделяют на однорычаговые и двухрычаговые (рис. 4, 5).

Однорычаговые — с полным нарушением поперечника кости, распространяющимся до 5 см от метафизарной, т.е. наиболее широкой в поперечнике, зоны. Рычаговыми свойствами обладает только один отломок, а отломки суставного конца ими практически не обладают. Однорычаговые переломы фиксируются на 3 уровнях фиксации: отломок, не обладающий свойствами рычага, — на одном уровне фиксации, а обладающий данными свойствами — на 2 уровнях фиксации, т.е. на максимально возможном протяжении костного фрагмента (рис. 6). К двухрычаговым относятся метадиафизарные и диафизарные переломы с распространением линии излома далее диаметра вращения суставных концов кости. В этой группе повреждений оба отломка обладают свойствами рычага. Такие переломы фиксируются на 4 уровнях (рис. 7).

При стойкой контрактуре или анкилозе коленного сустава влияние дестабилизирующих сил на дистальный отломок усиливается за счет объединения нижнего фрагмента бедра с голенью, представляющих собой единый рычаг. Для нейтрализации этих свойств необходима дополнительная фиксация голени.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Остеосинтез аппаратом стержневой компоновки выполнен 34 (47,2%) пациентам, спице-стержневой компоновки применен у 38 (52,8%) пациентов. Аппарат компоновки «бедро—голень» наложен 9 больным со стойкими контрактурами коленного сустава, поскольку при отсутствии движений в коленном суставе дистальный отломок бедренной кости вместе с голенью представляют собой единый рычаг, действие которого необходимо нивелировать. Резекция зоны ложного сустава у 1 пациента привела к дисконгруэнтности проксимального и дистального отломков бедренной кости. В этом случае применен метод вколачивания диафизарного отломка в метафизарный. При дефектах кортикального слоя бедренной кости применены метод дубликатуры и гибридный вариант аппарата внешней фиксации у 3 больных.

Результаты лечения прослежены в сроки от 1 года до 7 лет у 71 пациента. Из исследования исключен 1 пациент из-за летального исхода от острого инфаркта миокарда через 1 год после выписки. В 69 наблюдениях гнойно-воспалительный процесс удалось купировать и добиться полной консолидации костных отломков пораженного сегмента.

Средний срок в аппарате внешней фиксации составил 244 дня, средний койко-день — 17 дней. Средняя продолжительность антибактериальной терапии составила 2 нед.

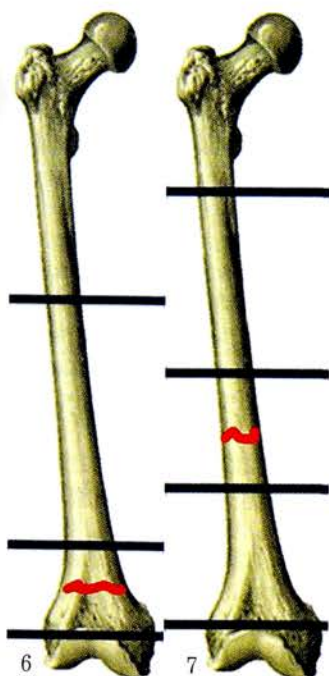


Рис. 6. Число уровней фиксации при однорычаговом переломе.

Fig. 6. The number of fixation levels for single lever fracture.

Рис. 7. Число уровней фиксации при двухрычаговом переломе.

Fig. 7. The number of levels of fixation in two-lever fracture

Табл. 3. Распределение осложнений в зависимости от выбранной компоновки аппарата
Table 3. The distribution of complications depending on the selected layout of the device

Осложнение	Компоновка аппарата		Всего	Частота в %
	Стержневая (n=34)	Гибридная (n=38)		
Воспаление мягких тканей	2	—	2	2,8
Нестабильность элементов фиксации	1	3	4	5,6
Угловая деформация	3	1	4	5,6
Замедленная консолидация	—	1	1	1,4
Смещение костных отломков	—	1	1	1,4
Всего	8	7	12	16,8

Повторные оперативные вмешательства выполнены 15 (16,8%) пациентам, из них 12 в связи с осложнениями (табл. 3). В 3 случаях, когда одномоментная компрессия резецированных костных концов не представлялась возможной ввиду наличия дефекта (3 см и более), после постепенного сближения концов проксимального и дистального отломков бедренной кости понадобилась адаптирующая резекция, заключающаяся в экономном (до 0,5 см) удалении костной ткани и иссечении рубцовых тканей в межкостном пространстве.

Результаты лечения оценены на основании модифицированной схемы Г.Л. Улицкого. Данная схема учитывает анатомическую, функциональную и рентгенологическую оценку состояния оперированной конечности и включает следующие критерии: функциональный (отсутствие болевого синдрома, полное восстановление опороспособности конечности, амплитуда движений в смежных суставах и утомляемость); физический (укорочение, деформация, наличие отека, атрофия мышц пораженного сегмента); рентгенологические критерии (консолидация костных фрагментов); клинические данные (купирование гнойно-воспалительного процесса), а также показатель восстановления трудовой способности пациента. При сумме баллов от 25 до 30 результат считается отличным, хороший — 20—25 баллов, удов-

летворительный — 10—20 баллов, неудовлетворительный — при сумме баллов от 0 до 10.

К отличным отнесены результаты лечения 21 (29,5%) больного со сращением области ложного сустава бедренной кости, полным анатомо-функциональным восстановлением пораженной конечности, отсутствием болевого синдрома, укорочением поврежденного сегмента до 3 см, ремиссией гнойно-воспалительного процесса. В категорию хороших включены результаты 41 (57,7%) пациента с укорочением бедра от 3 до 5 см, ограничением амплитуды движений в смежных суставах до 60°. Удовлетворительные результаты констатированы у 7 (9,8%) пациентов. У них сохранялись болевой синдром, выраженная хромота, ходьба была возможна с дополнительной опорой, имелось ограничение движений в смежных суставах до 90°, укорочение сегмента отмечалось в пределах 10 см. Неудовлетворительный исход отмечен у 2 (3%) пациентов с частыми рецидивами гнойно-воспалительного процесса.

Клинический пример

Пациент С., 46 лет. Травма в результате ДТП. Диагноз: ЗЧМТ. Множественные травмы внутренних органов. Закрытый перелом шейки левой бедренной кости. Открытый перелом средней трети диафиза левой бедренной кости. Через 2 дня с момента травмы в больнице по месту жительства произведен интрамедуллярный остеосинтез левой бедренной кости штифтом с блокированием (рис. 8). Послеоперационный период осложнился повышением температуры тела до 38 °С, отеком, покраснением области оперативного вмешательства.

Через 2 мес после выписки признаки воспаления не регрессировали. По месту жительства с целью замены имеющейся металлоконструкции на фиксатор большего диаметра с предварительным расверливанием костномозгового канала выполнено удаление штифта. Однако во время операции из костномозгового канала выделился гной жидкой консистенции. Операцию завершили промыванием канала и дренированием.

Через 6 мес с момента травмы с жалобами на боли в области левого бедра в средней трети и коленном суставе госпитализирован в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» МЗ РФ. Диагностирован ложный сустав левой бедренной кости, осложненный хроническим остеомиелитом (рис. 9).

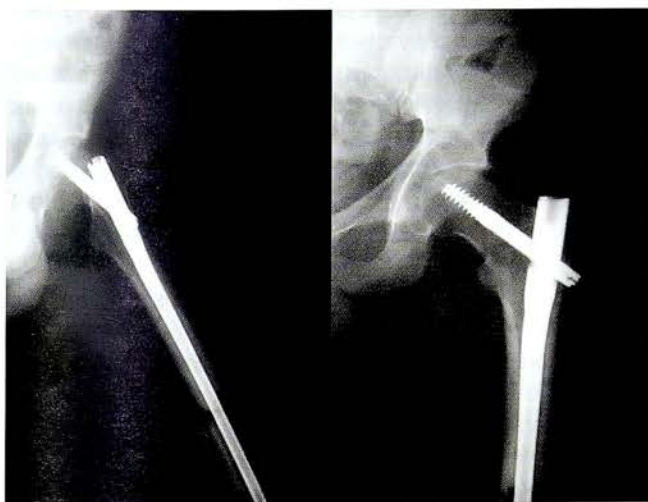


Рис. 8. Первичный остеосинтез левой бедренной кости интрамедуллярным штифтом с блокированием.

Fig. 8. Primary osteosynthesis of the left femur by an intramedullary nail with blocking.



Рис. 9. Ложный сустав средней трети левой бедренной кости. Состояние после удаления штифта.

Fig. 9. Pseudarthrosis of the middle third of the left femur. Status after removing the pin.

При поступлении конечность не опорна, фиксирована тутором. При осмотре — патологическая подвижность в области ложного сустава, локальная гипертермия области послеоперационного рубца. Движения в коленном суставе в полном объеме, болезненные.

Пациенту выполнена резекционная секвестрнекрэктомия зоны ложного сустава левой бедренной кости, остеосинтез аппаратом внешней фиксации стержневой компоновки. Резекция костной ткани осуществлена в пределах жизнеспособной ткани. Дефект составил 2,5 см. Число уровней фиксации определялось согласно принципам биомеханической концепции. На проксимальном и дистальном костных фрагментах сформировано по 2 уровня фиксации, захватывающих

более $\frac{2}{3}$ длины каждого фрагмента. Учитывая небольшой размер дефекта, осуществлена одномоментная компрессия сопоставленных в аппарате костных концов. Операцию завершили выполнением контрольной рентгенографии, стабилизацией систем аппарата, установкой дренажа, ушиванием послеоперационной раны и наложением асептических повязок (**рис. 10**).

Пациент активизирован на 2-е сутки после операции. В послеоперационном периоде проводилась антибактериальная (с учетом данных микробиологического исследования), антикоагулянтная, инфузионная, симптоматическая терапия. Послеоперационная рана зажила первичным натяжением. Дренажная трубка удалена на 9-е сутки после получения трехкратного отрицательного бактериологического исследования. Через 9 мес констатирована консолидация костных отломков. Аппарат демонтирован (**рис. 11**). Срок фиксации в аппарате составил 251 день.

В результате лечения достигнуто купирование гнойно-воспалительного процесса, укорочение сегмента составило 2,5 см, восстановлена анатомо-функциональная целостность бедренной кости и опороспособность конечности, объем движений в коленном суставе не изменился, болевой синдром отсутствует. Больной ходит без дополнительных средств опоры с полной нагрузкой на оперированную конечность.

ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении клинического анализа методов лечения больных с ложными суставами бедренной кости, осложненными хроническим остеомиелитом, выявлена закономерность: к неудовлетворительным результатам лечения переломов приводил неадекватный выбор первичных металлофиксаторов, не обеспечивающих необходимую стабильную фиксацию костных отломков, ввиду отсутствия объективной оценки биомеханических свойств бедренной кости на различных уровнях, либо игнорирование противопоказаний к применению погружных металлоконструкций при открытых переломах. Для стабильной фиксации погружными металлоконструкциями метадиафизарных и диафизарных переломов бедренной кости несущая часть фиксатора должна превышать $\frac{2}{3}$ длины каждого отломка, фиксируя их минимум на 2 уровнях с разносом элементов фиксации на расстояние не менее 50% длины отломка [5].

Анализ клинических данных также показал, что одним из часто применяемых способов лечения инфицированных ложных суставов бедренной кости, является методика необоснованной замены одного погружного фиксатора на другой, т.е. пластины на штифт или наоборот, в сочетании с различными способами костной пластики, применяемыми с целью замещения дефекта и стимуляции процессов остеогенеза [2, 4]. Такая тактика не только вызывает нарушение периостального и эндостального кровообращения в очаге, но и способствует дополни-



Рис. 10. Остеосинтез аппаратом внешней фиксации левой бедренной кости.

Fig. 10. Osteosynthesis with external fixation device of the left femur.



Рис. 11. Сросшийся ложный сустав среднего отдела левой бедренной кости.

Fig. 11. The accrete pseudarthrosis of the middle section of the left fem.

гнойно-воспалительного очага в бедренной кости. Применяемая нами технология позволяет провести сложное лечение в один этап, что значительно сокращает сроки окончательной реабилитации пациента.

Лечение пациентов с псевдоартрозами бедренной кости методом биомеханически обоснованного чрескостного остеосинтеза включает радикальную санацию остеомиелитического очага, стабильную фиксацию костных фрагментов с учетом их рычаговых свойств, адекватное дренирование, раннюю функциональную активизацию пациентов. Несмотря на выявленную частоту осложнений 16,8%, полученные нами положительные исходы (97%) лечения ложных суставов бедренной кости, осложненных хроническим остеомиелитом, подтверждают целесообразность применения предложенной технологии внеочагового остеосинтеза у больных с данной патологией.

ВЫВОДЫ

1. Ложные суставы бедренной кости, осложненные инфекцией, формируются в результате ошибочных действий при выполнении первичного остеосинтеза, не соответствующего основным биомеханическим критериям.

2. Основными этапами оперативного лечения ложных суставов бедренной кости, осложненных хроническим остеомиелитом, являются радикальная санация пораженного очага кости с последующим применением методики биомеханически обоснованного управляемого чрескостного остеосин-

тельной травматизации мягких тканей, что также приводит к неудовлетворительным исходам лечения.

Проанализировав результаты неоднократных оперативных вмешательств у больных, необходимо отметить, что удаление погружного импланта и его замена на чрескостный остеосинтез с недостаточной резекцией пораженной кости и выбором компоновки аппарата, не отвечающим основным требованиям биомеханической концепции фиксации отломков, не позволяет добиться желаемых положительных результатов.

Биомеханически обоснованный метод чрескостного остеосинтеза решает одновременно две проблемы: ортопедическую и ликвидацию

теза наряду с адекватным дренированием зоны поражения.

3. Компоновка аппарата внешней фиксации в соответствии с биомеханической концепцией создает благоприятные условия для консолидации костных отломков бедренной кости, способствуя ранней активизации больных, и обеспечивает до 97% положительных исходов. Применение биомеханически обоснованной компоновки аппарата внешней фиксации позволяет сократить число повторных оперативных вмешательств, позволяя свести лечение инфицированных ложных суставов к одному этапу.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Гайко Г.В., Козак Р.А. Факторы риска развития ложных суставов бедренной кости. Политравма. 2012; 4 [декабрь]. С. 14-18. [Gayko G.V., Kozak R.A. Risk factors of femur pseudoarthrosis development // Polytrauma. 2012. № 4 [december]. P. 14-18.]
2. Аранович А.М., Ключин Н.Ю., Десятниченко К.С., Тимофеев В.Н. Управляемый чрескостный остеосинтез в лечении больных с хроническим остеомиелитом // Гений ортопедии. 1999. № 1. С. 88-93. [Aranovich A.M., Kliushin N.Yu., Desiatnichenko K.S., Timofeyev V.N. Controlled transosseus osteosynthesis for treatment of patients with chronic osteomyelitis // Orthopaedic genius. 1999. № 1. P. 88-93.]
3. Жукусов Е.Т. Исходы лечения больных с открытыми переломами длинных костей // Гений ортопедии. 2005. № 3. С. 15-19. [Zhoukusov E.T. The outcomes of treatment of patients with open fractures of long bones // Orthopaedic genius. 2005. № 3. P. 15-19.]
4. Девятова Т.А., Тимофеев В.Н. К вопросу применения чрескостного остеосинтеза при лечении больных с хроническим остеомиелитом длинных трубчатых костей (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2001. № 3. С. 133-137. [Deviatova T.A., Timofeyev V.N. Use of transosseus osteosynthesis in treatment of patients with chronic osteomyelitis of long tubular bones (review of literature) // Orthopaedic genius. 2001. № 3. P. 133-137.]
5. Реквава Г.Р., Лазарев А.Ф., Жадин А.В., Цискарашвили А.В., Кузьменков К.А. Анализ основных способов остеосинтеза при лечении метадифизарных и диафизарных переломов бедренной кости // Гений ортопедии. 2011. № 3. С. 5-11. [Rekva G.R., Lazarev A.F., Zhadin A.V., Tsiskarashvili A.V., Kuz'menkov K.A. The analysis of the main osteosynthesis techniques in treatment of metadiaphyseal and diaphyseal femoral fractures // Orthopaedic genius. 2011. № 3. P. 5-11.]
6. Ямщиков О.Н. Лечение переломов бедренных костей у пациентов с множественной травмой и травматическим шоком // Вестник ТГУ. 2015. Т. 20. Вып. 4. С. 817-819. [Yamshikov O.N. treatment of patients with fractures of femurs, with multiple trauma and traumatic shock // Tomsk State University Journal. 2015. T. 20. Iss. 4. P. 817-819.]
7. Пичхадзе И.М. Атлас переломов костей конечностей и таза // (Биомеханическая концепция). М.; Лондон, 2002. [Pichkhadze I.M. Atlas of long bones and pelvis fractures // (Biomechanical concept). M.; London, 2002.]
8. Ташпулатов А.Г., Исроилов Р., Яхшимуратов К.Х. Морфологическая оценка репаративной регенерации тканей в зоне ложных суставов и дефектов длинных костей в условиях гнойной инфекции // Гений Ортопедии. 2010. № 4. С. 51-54. [Tashpulatov A.G., Isroilov R., Yakhshimuratov K.Kh. Morphological assessment of tissue reparative regeneration in the zone of pseudoarthroses and long bone defects under purulent unfections // Orthopaedic genius. 2010. № 4. P. 51-54.]
9. Миронов С.П., Котельников Г.П. Ложные суставы // Ортопедия: национальное руководство. 2-е изд. М., 2013. С. 578-589. [Mironov S.P., Kotelnikov G.P. Pseudoarthrosis // Orthopedics: national leadership. Iss. 2., M., 2013. P. 578-589.]

10. Мированов А.М., Борзунов Д.Ю. Доклиническая диагностика хронического травматического остеомиелита при переломах длинных костей конечностей // Геней Ортопедии. 2012. № 4. С. 21-23 [Miromanov A.M., Borzunov D.Iu. Preclinical diagnostics of traumatic chronic osteomyelitis for limb long bone fractures // Orthopaedic genius. 2012. № 4. P. 21-23].
11. Цискарашвили А.В. Лечение больных с переломами длинных костей, осложненными гнойной инфекцией, с учетом биомеханической концепции фиксации отломков // Дисс. кан. мед. наук. М., 2009. [Tsiskarashvili A.V. Treatment of patients with fractures of long bones complicated by purulent infection, taking into account the biomechanical concept of fixation of fragments // Cand disser. Moscow, 2009].
12. Mudiganty S., Daolagupu A.K., Sipani A.R., Das S.K., Dhar A., Gogoi P.J. Treatment of infected non-unions with segmental defects with a rail fixation system // Strategies Trauma Limb Reconstr. 2017 Apr. 12(1): 45-51.
13. Bauer T., Klouche S., Grimaud O., Lortat-Jacob A., Hardy P. Treatment of infected non-unions of the femur and tibia in a French referral center for complex bone and joint infections: Outcomes of 55 patients after 2 to 11 years // Orthop Traumatol Surg Res / 2018 Feb; 104 (1): 137-145.
14. Giannoudis P.V., Gudipati S., Harwood P., Kanakaris N.K. Long bone non-unions treated with the diamond concept: a case series of 64 patients // Injury / 2015 Dec; 46 Suppl 8: S 48-54.

Сведения об авторах: Цискарашвили Арчил Важаевич — к. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, E-mail: armed05@mail.ru; Жадин Андрей Валерьевич — ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; Кузьменков Константин Александрович — врач Российской Федерации, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; Бухтин Кирилл Михайлович — к. м. н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; Меликова Регина Энверпашаевна — ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия

Для контактов: Цискарашвили Арчил Важаевич — e-mail: armed05@mail.ru

Information about the authors: Tsiskarashvili A.V. — M.D., Ph.D., National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation, Email: armed05@mail.ru; Zhadin A.V. — National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation; Kuzmenkov K.A. — National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation; Bukhtin K.M. — M.D., Ph.D., National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation; Melikova R.E. — National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation

Contact: Tsiskarashvili A.V. — e-mail: armed05@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО НАНОСТРУКТУРНОГО ИМПЛАНТАТА ПРИ ОПУХОЛЕВЫХ, ОПУХОЛЕПОДОБНЫХ И ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ СКЕЛЕТА В ПРАКТИКЕ ДЕТСКОЙ КОСТНОЙ ПАТОЛОГИИ

С.Г. Баламетов*, С.Ю. Батраков, Н.С. Гаврюшенко

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

Минздрава России, Москва, Россия

Цель исследования: оценка результатов применения углеродных наноструктурных имплантатов (УНИ) при опухолевых, опухолеподобных и воспалительных заболеваниях скелета в практике отделения детской костной патологии.

Пациенты и методы. Прооперированы 52 пациента в возрасте от 11 до 18 лет с опухолями, опухолеподобными и воспалительными заболеваниями скелета. УНИ устанавливали в пострезекционные дефекты костей в изолированном виде и в сочетании с ауто- и аллотрансплантатами. Проводили сравнительный анализ процессов остеоинтеграции в УНИ с помощью лучевых методов исследования (рентгенография, радиоизотопное исследование, компьютерная томография — КТ). Максимальный срок наблюдения составил 3 мес.

Результаты. Как при изолированном, так и при сочетанном использовании УНИ на сроках 3, 6 и 12 мес после операции не зафиксировано случаев отторжения имплантата и местных воспалительных реакций. По данным КТ, при изолированном применении УНИ не отмечено свежих периостальных реакций в зоне имплантат—материнская кость на всех сроках наблюдения, что свидетельствовало о слабой остеоинтеграции в УНИ. При комбинированном использовании также констатировали слабовыраженную остеоинтеграцию в УНИ, однако имелась периостальная реакция между материнской костью и ауто- и аллотрансплантатами, что является условием для более надежной биологической фиксации УНИ в пострезекционном дефекте.

Заключение. Полученные в ходе исследования данные позволяют предполагать возможность использования УНИ в практике детской костной патологии. При небольших, не более 4 см, краевых дефектах кости не исключается изолированное применение УНИ, когда слабая остеоинтеграция в имплантат не повлияет на процесс реабилитации в условиях ранних осевых нагрузок. При дефектах кости более 4 см целесообразно использовать УНИ в сочетании с ауто- или аллотрансплантатами, так как есть основания предполагать усиление процесса остеоинтеграции.

Ключевые слова: углеродный наноструктурный имплантат, пострезекционный дефект, аллотрансплантаты, костная патология

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Баламетов С.Г., Батраков С.Ю., Гаврюшенко Н.С. Результаты применения углеродного наноструктурного имплантата при опухолевых, опухолеподобных и воспалительных заболеваниях скелета в практике детской костной патологии. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:79-88. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04179>

THE RESULTS OF THE APPLICATION OF THE CARBON NANOSTRUCTURED IMPLANT FOR TUMOROUS, TUMOR LIKE AND INFLAMMATORY SPINAL DISEASES IN PEDIATRIC BONE PATHOLOGY

S.G. Balametov*, S.Yu. Batrakov, N.S. Gavryushenko

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Priorova str., 10, Moscow, 127299, Russia

Purpose: to study the results of the use of the carbon nanostructured implants (CNI) for tumorous, tumor like and inflammatory spinal diseases in the department of pediatric bone pathology.

Patients and methods. Fifty two patients aged from 11 to 18 years with tumorous, tumor like and inflammatory spinal diseases were operated on. Carbon nanostructured implants were placed into post-resection bone defects either separately or in combination with auto- and allografts. Comparative analysis of the osteointegration processes was performed with radiologic methods of examination (roentgenography, radioisotope examination, CT). Maximum follow up period made up 12 months.

Results. At application of both isolated CNI and in combination with auto- and allografts neither graft rejection nor local inflammatory reactions were recorded in 3, 6 and 12 months after operation. In case of isolated CNI application CT did not show fresh periosteal reactions in the zone of implant — native bone at all observation terms that was indicative of poor osteointegration into CNI. Combined application also showed poorly pronounced osteointegration into CNI but with periosteal reaction between the native bone and auto- and allografts that was a condition for more reliable biological fixation of CNI in the post-resection defect.

Conclusion. The data obtained allow suggesting the possibility of CNI application in pediatric bone pathology. In small, up to 4 cm, marginal bone defects the use of isolated CNI is not excluded as poor osteointegration into the graft will not affect the rehabilitation process under conditions of early axial loads. In bone defects over 4 cm it is reasonable to use CNI in combination with auto- and allografts as the activation of the osteointegration processes may be assumed.

Key words: carbon nanostructured implant, post-resection defect, allografts

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Balametov SG, Batrakov SYu, Gavryushenko NS. The results of the application of the carbon nanostructured implant for tumorous, tumor like and inflammatory spinal diseases in pediatric bone pathology. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:79-88. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04179>

Одной из важнейших проблем детской костной патологии в настоящее время являются вопросы и условия восстановления целостности костных структур при замещении пострезекционных дефектов костей [1].

В практике современной реконструктивной хирургии опорно-двигательного аппарата для замещения дефектов костей все большее распространение получают искусственные материалы [2]. Основными требованиями, предъявляемыми к материалам, используемым для имплантации, являются их надежность и безопасность [3]. Такие материалы должны быть инертны по отношению к живым тканям, не канцерогенны, иметь достаточный запас механической прочности, быть стойкими к воздействию факторов внутренней среды организма [4].

Поиск пластических материалов, которые по своим биологическим характеристикам приближались бы к кости, привел к внедрению в медицинскую практику углеродных композиционных имплантатов [5].

Первые шаги в использовании углерода в медицинской практике приходятся на 60-е годы XX века [6]. Сравнительно хорошая биологическая совместимость и отсутствие иммунологического конфликта открыли перспективы применения изделий из углерода в хирургической практике с целью имплантации. Результаты первых попыток внедрения углеродных материалов в реконструктивной хирургии продемонстрировали их положительные качества. Основное их достоинство — инертность к окружающим тканям [7]. Однако механические свойства обычного углеродного материала не позволили при-

менять его в условиях значительных и даже умеренных механических нагрузок, в связи с чем интерес к углеродным имплантатам в ортопедии на некоторый период времени ослаб [8]. Однако в стремлении найти материалы, которые по своим медико-биологическим характеристикам, насколько это возможно, соответствовали бы кости, было создано новое поколение углеродных композиционных наноструктурных материалов, механические свойства которых могут быть заданы [9].

Прообразом при создании углеродного композиционного материала и изготовления из него углеродных наноструктурных имплантатов (УНИ) стала структура кости человека. Ее можно рассматривать как композиционный материал, армирующей основой которого является оссеин, а связующей матрицей — соли кальция.

Структурно материал состоит из армирующей основы — углеродных волокон и связующей их углеродной наноструктурной матрицы. В композите имеются поры, размер которых составляет 600–800 мкм (рис. 1). Материал называется наноструктурным, так как состоит из графитовых фрагментов размером менее 30 нм. Данная структура композиционного материала максимально приближает его по основным биомеханическим характеристикам (плотность, предел прочности при сжатии, предел прочности при изгибе, модуль упругости при сжатии) к кости человека.

Таким образом, была разработана инновационная технология получения прочного пористого углеродного композитного материала путем связывания каркаса из углеволоконистых стержней углеродной

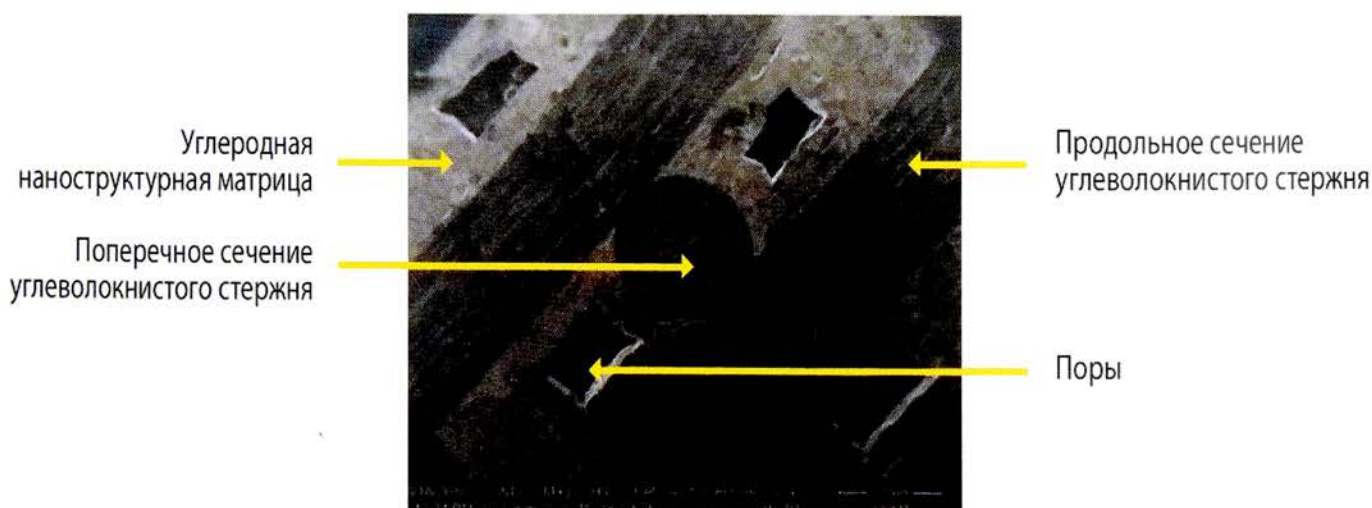


Рис. 1. Макроструктура углеродного наноструктурного композиционного материала. Ув. 13.

Fig. 1. Macrostructure of the carbon nanostructured composite material. Ув. 13.

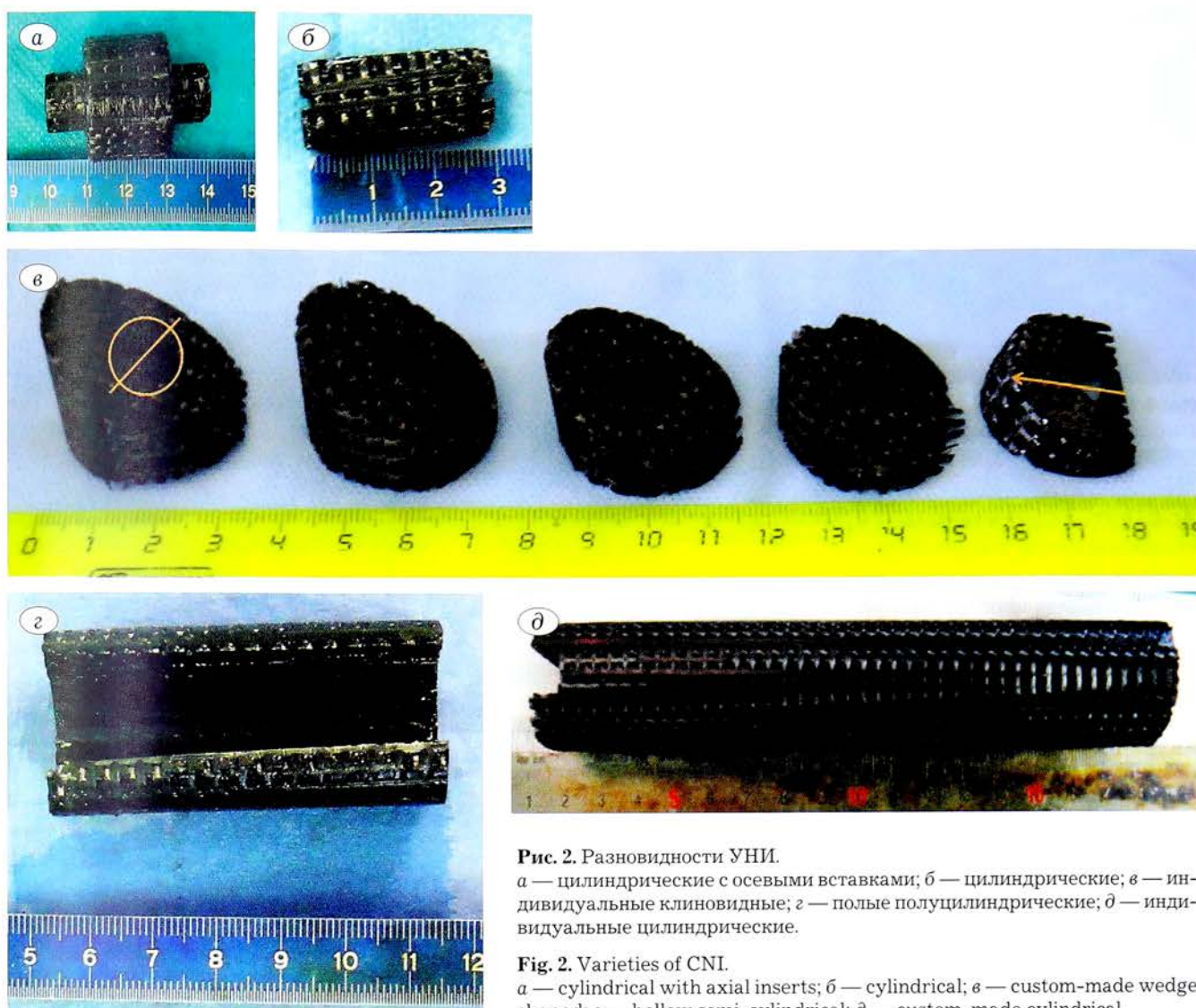


Рис. 2. Разновидности УНИ.

а — цилиндрические с осевыми вставками; б — цилиндрические; в — индивидуальные клиновидные; г — полые полуцилиндрические; д — индивидуальные цилиндрические.

Fig. 2. Varieties of CNI.

а — cylindrical with axial inserts; б — cylindrical; в — custom-made wedge shaped; г — hollow semi-cylindrical; д — custom-made cylindrical.

наноструктурной матрицей, образующейся в процессе пиролиза углеводородной газовой смеси.

Данные УНИ выпускаются с 2008 г. российской компанией «НаноТехМед Плюс» (регистрационный номер медицинского изделия РЗН2014/2080).

Перед внедрением в клиническую практику УНИ были подвергнуты ряду экспериментальных и лабораторных испытаний. Биомеханические тесты подтвердили высокую механическую прочность УНИ [10]: кажущаяся плотность углерода 1,50—1,78 г/см², открытая пористость не менее 5%, предел прочности при сжатии не менее 30 МПа, предел прочности при изгибе не менее 20 МПа, модуль упругости при сжатии не менее 1,5 ГПа.

При проведении санитарно-химических и токсикологических испытаний сертификационно-исследовательским центром (акт №2503298114 Сертификационного исследовательского центра оценки результатов технических испытаний медицинских изделий «Имплантатов углеродных наноструктурных». СПб; 2014) установлено, что УНИ нетоксичны, не оказывают раздражающее, сенсибилизирующее действие, не вызывают реакции отторжения, т.е. характеризуются высокой биологической совместимостью.

Совместно на базах двух крупнейших научно-исследовательских институтов, а также вивария ветеринарной клиники Государственного аграрного университета Северного Зауралья был проведен ряд экспериментальных исследований, цель которых — изучить общую реакцию организма на УНИ, их osteoconductive свойства, возможности замещения ими костных пострезекционных дефектов. В эксперименте были задействованы 69 животных (кролики породы шиншилла и взрослые беспородные собаки). На основании морфологических данных лабораторных и рентгенологических исследований были сделаны выводы об отсутствии токсичности имплантатов, также было отмечено, что имплантаты не вызывали реакций отторжения и изменения общего состояния организма.

Кроме того, результаты электронно-микроскопических исследований показали, что структурная организация углеродного материала служит матриksom для прорастания микрососудов и адгезии остеогенных клеток на его поверхности, демонстрируя osteoconductive свойства углеродного материала. Эти данные послужили основанием для использования УНИ в клинической практике [11].

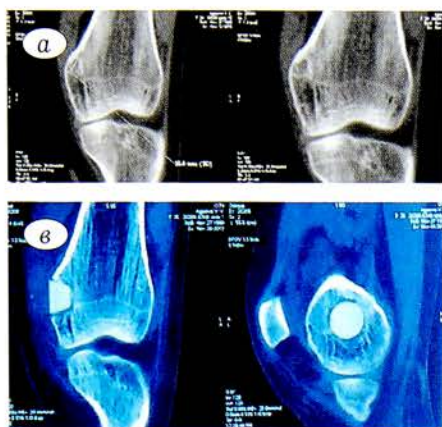
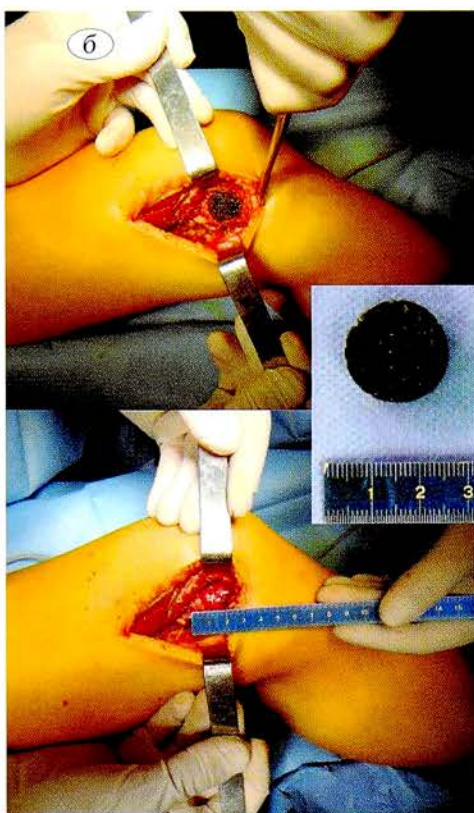


Рис. 3. Изолированное применение УНИ. Пациент С., 12 лет, диагноз: киста нижней трети бедренной кости. а — данные КТ до операции; б — операция: краевая резекция нижней трети бедренной кости, замещение дефекта УНИ; в — данные КТ после операции.

Fig. 3. Isolated application of CNI. Patient S., 12 years old. Diagnosis: cyst of the lower third of the femur. а — preoperative CT; б — operation: marginal resection of the lower third of the femur, defect substitution with CNI; в — postoperative CT.



В настоящее время композиционные изделия из углерода, пока в ограниченном количестве, используются при реконструктивно-восстановительных операциях в челюстно-лицевой хирургии, при оперативном лечении дегенеративно-дистрофических поражений позвоночника и замещении костных дефектов при травмах позвоночника и длинных костей, и лишь в единичных случаях УНИ применяли при замещении пострезекционных дефектов костей у детей с опухолями и опухолеподобными заболеваниями скелета [12–14].

Цель исследования: оценка результатов применения УНИ при опухолевых и опухолеподобных и воспалительных заболеваниях скелета в практике отделения детской костной патологии.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В отделении детской костной патологии и подростковой ортопедии с применением УНИ прооперированы 52 пациента в возрасте от 11 до 18 лет со следующими диагнозами: внутрикостный хондроматоз ($n=6$), солитарная киста ($n=14$), неосифицирующая фиброма ($n=7$), незрелость или несостоятельность регенерата после удлинения костей нижних конечностей ($n=3$), аневризмальная киста ($n=7$), хондрома ($n=9$), деформации нижних конечностей вследствие перенесенного гематогенного остеомиелита ($n=3$), остеофиброзная дисплазия ($n=2$), злокачественная опухоль бедренной кости, состояние после комбинированного лечения, нагноение ($n=1$).

Применяли УНИ различной формы и вида в зависимости от геометрии пострезекционного дефекта: цилиндрические, полуцилиндрические, цилиндрические с осевыми вставками, полые полуцилиндрические, клиновидные, индивидуальный цилиндрический имплантат аналог 2-го типа (рис. 2).

Показаниями к использованию УНИ служили 1) замеще-



Рис. 4. Комбинированное использование УНИ. Пациентка Ц., 11 лет, диагноз: киста проксимального отдела бедренной кости.

а — рентгенограмма до операции; б — операция: краевая резекция проксимального отдела бедренной кости; пластика костного дефекта УНИ в сочетании со свежеморожеными трансплантатами; в — рентгенограмма после операции.

Fig. 4. Combined application of CNI. Patient Ts., 11 years old. Diagnosis: cyst of the proximal femur. а — preoperative roentgenogram; б — operation: marginal resection of the proximal femur, defect substitution using CNI in combination with fresh frozen grafts; в — postoperative roentgenogram.

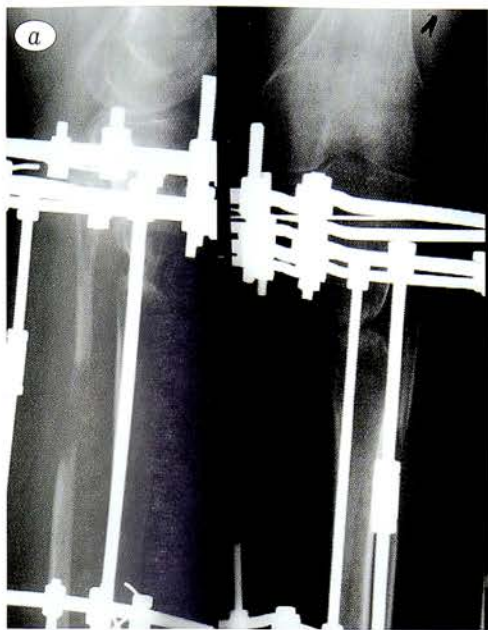


Рис. 5. Пациент Г., 18 лет, с укорочением нижней конечности на фоне перенесенного гематогенного остеомиелита. а — рентгенограммы до операции: состояние после удлинения конечности в аппарате внешней фиксации, несостоятельность регенерата; б — интраоперационное контрастирование УНИ посредством вакуумирования; в — рентгенограммы после операции: сегментарная резекция регенерата, замещение дефекта УНИ с осевыми вставками, фиксация в аппарате внешней фиксации.

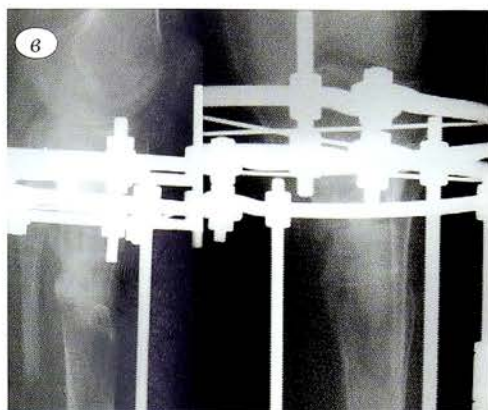


Fig. 5. Patient G., 18 years old with the lower limb shortening after hematogenic osteomyelitis. а — preoperative roentgenograms: condition after limb elongation with external fixation apparatus, regenerate incompetence; б — intraoperative UNI contrast by vacuumization; в — postoperative roentgenograms: regenerate segmental resection, defect substitution using UNI with axial inserts, external fixation in the apparatus.

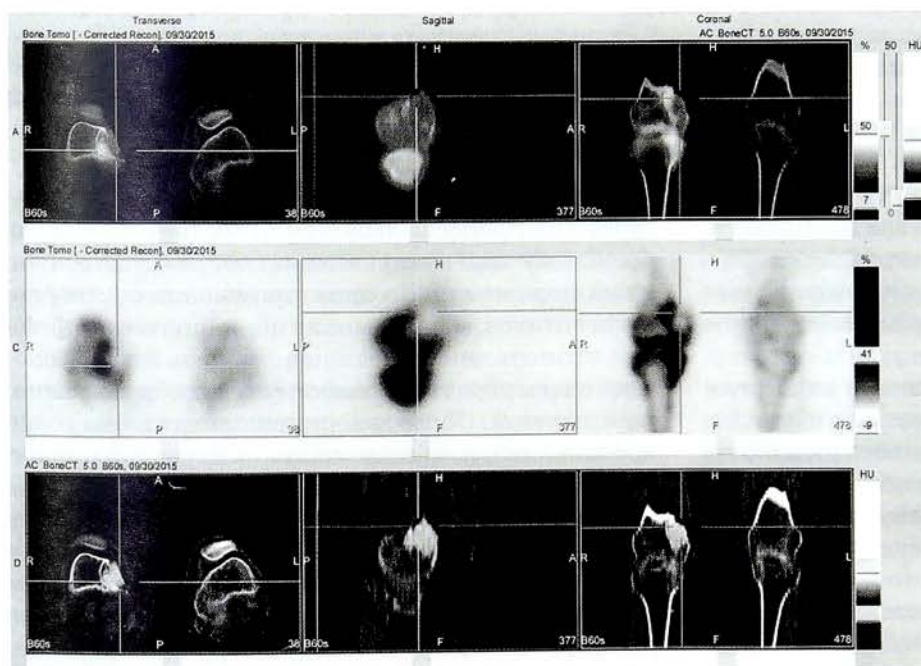


Рис. 6. Пациентка К. 18 лет. Диагноз: хондрома дистального отдела бедренной кости. Операция: краевая резекция дистального отдела бедренной кости, изолированное замещение дефекта УНИ. Радиоизотопное исследование через 9 мес после операции.

Fig. 6. Patient K., 18 years old. Diagnosis: chondroma of the distal femur. Operation: marginal resection of the distal femur, isolated substitution of the defect with UNI. Radioisotope examination in 9 month after surgery.

ние небольших пострезекционных дефектов костей после оперативного лечения доброкачественных опухолей и опухолеподобных заболеваний скелета; 2) слабость регенерата после удлинения костей конечностей; 3) заполнение дефектов костей после корригирующих остеотомий длинных костей; 4) замещение дефектов костей после удаления металлоконструкций и секвестрнекрэктомий при остеомиелитическом поражении.

УНИ использовали в изолированном виде (в 18 случаях) и в сочетании с другими имплантатами: аутогтрансплантат (у 2 пациентов), кортикоспонгиозные чипсы (у 13), замороженные кортикальные имплантаты (у 3), спонгиозные блоки (у 7), с металлоконструкциями — аппараты внеочагового остеосинтеза (у 6), наkostная пластина (у 2), штифт (у 1).

В изолированном виде УНИ использовали при небольших ограниченных дефектах, если пострезекционный дефект не превышал $\frac{1}{3}$ диаметра кости и по длине был не более 4 см (рис. 3). В остальных наблюдениях УНИ сочетали с другими видами костной пластики и металлоостеосинтезом (рис. 4).

Так как, по данным производителя, УНИ является рентгеноконтрастным имплантатом, нами предложено два метода его контрастирования посредством замачивания и вакуумирования в рентгеноконтрастном растворе Визипак.

Предварительно был проведен анализ результатов контрастирования УНИ различными способами в эксперименте. При контрастировании путем замачивания отмечено, что имплантат остается четко рентгеноконтрастным в течение 24 ч, а при вакуумировании — в течение 72 ч. В последующем имплантат с каждым днем последовательно теряет свои рентгеноконтрастные свойства.

Предоперационное контрастирование УНИ посред-

ством замачивания имплантата в рентгеноконтрастном растворе. Перед началом операции предполагаемый для замещения костного дефекта имплантат (УНИ) замачивают в рентгеноконтрастном растворе (Визипак) таким образом, чтобы имплантат полностью погружался в заранее подготовленную стерильную емкость с раствором на 30 мин. Непосредственно перед имплантацией УНИ в пострезекционный дефект имплантат извлекают из рентгеноконтрастного раствора мягким зажимом и промакивают стерильной салфеткой с целью удаления избыточного контраста с его поверхности. После этого УНИ помещают непосредственно в пострезекционный дефект кости.

Обработка по данной методике позволяет проконтролировать расположение имплантата в пострезекционном дефекте кости сразу после завершения операции с помощью стандартной рентгенографии или под электронно-оптическим преобразователем.

Интраоперационное контрастирование УНИ посредством вакуумирования. Перед непосредственной имплантацией УНИ в пострезекционный дефект имплантат извлекают из стерильной упаковки и помещают в цилиндр шприца Жане емкостью 150 мл. Затем цилиндр шприца заполняют Визипаком таким образом, чтобы имплантат полностью погружался в рентгеноконтрастный раствор. После этого отверстие наконечника шприца герметизируют и с помощью тяги поршня создают вакуум в полости цилиндра шприца. Данная манипуляция дает возможность заполнить все имеющиеся в УНИ поры рентгеноконтрастным раствором. Затем имплантат мягким зажимом извлекают из цилиндра шприца, промакивают стерильной салфеткой для удаления избыточного контраста с его поверхности. После этого УНИ помещают непосредственно в пострезекционный дефект кости (рис. 5).

Наряду с возможностью рентгенологического контроля расположения имплантата этот метод позволяет сократить время с момента извлечения УНИ из стерильной упаковки до непосредственной имплантации в костный дефект.

Предоперационная подготовка заключалась в стандартном клинично-рентгенологическом и лабораторном обследовании пациента. Обязательно выполняли компьютерную томографию (КТ), по результатам которой определяли истинный размер и объем патологического очага. При необходимости оценивали величину и уровень осевой деформации, укорочение сегмента. Кроме того, определяли раз-

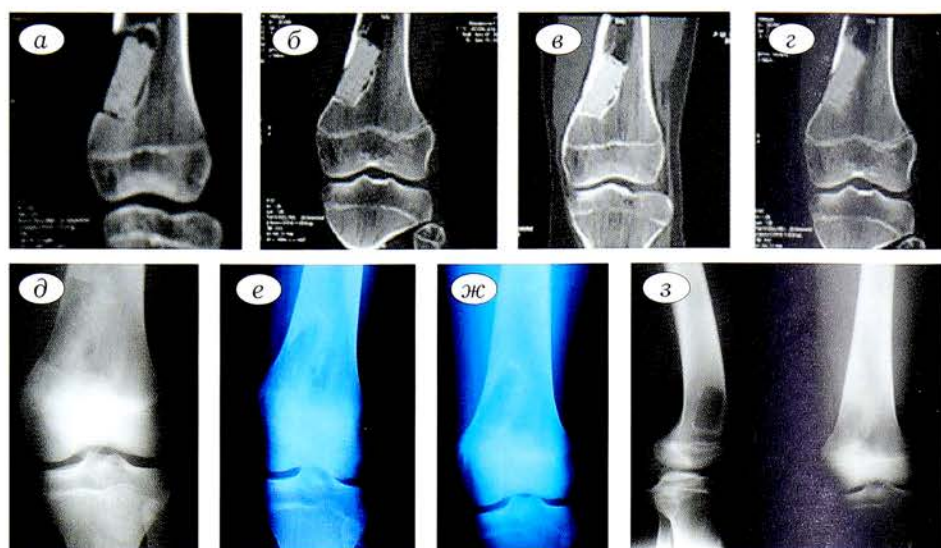


Рис. 7. Пациентка К., 18 лет. Диагноз: хондрома дистального отдела бедренной кости. Операция: краевая резекция дистального отдела бедренной кости, изолированное замещение дефекта УНИ.

Данные КТ (а–г) и рентгенограммы (д–з) сразу после (а, д), через 3 мес (б, е), 6 мес (в, ж), 12 мес (г, з) после операции.

Fig. 7. Patient K., 18 years old. Diagnosis: chondroma of the distal femur. Operation: marginal resection of the distal femur, isolated substitution of the defect with CNL.

CT (a–g) and roentgenograms (d–z) after operation (a, d), in 3 (б, е), 6 (в, ж) and 12 (г, з) months postoperatively.

меры и форму планируемого к использованию УНИ и необходимость в использовании дополнительных пластических материалов и металлоконструкций.

Подготовка УНИ к применению. Непосредственно до начала пластики пострезекционного дефекта осуществляли смену хирургических перчаток. УНИ извлекали из двойной стерильной упаковки и в зависимости от выбранного метода контрастирования осуществляли вакуумирование или замачивание имплантата в рентгеноконтрастном растворе. После указанных манипуляций имплантат был готов к применению. Подготовка имплантатов по данной методике была использована нами в 10 наблюдениях.

Техника операции. В зависимости от патологического процесса выполняли соответствующую по объему краевую резекцию кости с удалением очага поражения. Полость промывали раствором антисептиков, обрабатывали цилиндрической фрезой, что позволяло тщательно удалить патологический очаг и убрать неровности стенок образовавшегося дефекта. После завершения подготовки костной полости с помощью специально разработанного инструментария УНИ имплантировали в пострезекционный дефект. Набор инструментов включал 6 типоразмеров импакторов, молоток, гибкое сверло, реклинатор, измеритель пострезекционного дефекта, дисковую насадку с алмазным напылением для обработки имплантата. Инструментарий создан совместно с фирмой OSTITAN.

В ряде случаев при недостаточно плотном контакте имплантата с материнской костью имеющиеся полости заполняли кортикоспонгиозными «чипсами». При обширных дефектах наряду с УНИ использовали замороженные кортикальные транс-



Рис. 8. Пациентка С., 18 лет. Диагноз: хондрома проксимального отдела бедренной кости. Операция: краевая резекция проксимального отдела бедренной кости, комбинированное замещение дефекта УНИ в сочетании с аллотрансплантатами, металлоостеосинтез. Данные КТ (а–г) и рентгенограммы (д–з) сразу после (а, д), через 3 мес (б, е), 6 мес (в, ж), 12 мес (г, з) после операции.

Fig. 8. Patient S., 18 years old. Diagnosis: chondroma of the proximal femur. Operation: marginal resection of the proximal femur, combined substitution of the defect with CNI and allografts, metal osteosynthesis. CT (a–g) and roentgenograms (д–з) after operation (а, д), in 3 (б, е), 6 (в, ж) and 12 (г, з) months postoperatively.

плантаты или аутоотрасплантаты. При необходимости осуществляли металлоостеосинтез пораженного сегмента.

В раннем послеоперационном периоде всем пациентам проводили курс антибактериальной терапии — цефалоспорины (проксим) 0,75 г 2 раза в день в течение 5 сут. В 34 наблюдениях субфебрильная температура сохранялась в течение 2–3 сут с последующей ее нормализацией. В раннем послеоперационном периоде в клиническом анализе крови отмечали повышение СОЭ, которое в 35 наблюдениях не превышало 35 мм/ч. Все остальные показатели клинического анализа крови были в пределах нормы.

Пациентам разрешали принимать вертикальное положение на 2-е сутки после операции. Пациентам с аппаратами внеочагового остеосинтеза и на костными пластинами нагрузку на оперированную конечность разрешали на 7-е сутки, в остальных случаях — через 3 мес с момента операции. Внеш-

няя фиксация оперируемой конечности (гипсовыми лонгетами и ортезами) продолжалась в течение 1 мес, в дальнейшем рекомендовали разработку движений в суставах и ходьбу на костылях без нагрузки на оперируемую конечность.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты имплантации оценивали, прежде всего, лучевыми методами исследования. Рентгенографию проводили сразу после оперативного вмешательства, а КТ — на 3-и сутки (для контроля корректности положения имплантата) и через 3, 9 и 12 мес после операции.

По прошествии 3 мес согласно данным КТ во всех случаях имплантаты компактно прилежали к контуру дефекта материнской кости, пострезекционный дефект был интимно заполнен имплантатом. Однако ни в одном наблюдении свежих периостальных наслоений в зоне имплантат—материнская кость выявлено не было, что свидетельствует об отсутствии периостальной регенерации в зоне УНИ.

На сроке наблюдения 9 мес при комбинированном использовании УНИ во всех случаях, но с различной степенью выраженности, констатировали наличие свежей периостальной реакции на границе материнской кости с ауто- или ал-

лотрансплантатами, что способствовало улучшению биологической фиксации УНИ. При изолированном применении УНИ контур пострезекционного дефекта прослеживался нечетко за счет перестройки костной ткани, однако свежих периостальных наслоений в зоне имплантата не выявлено. В одном наблюдении при проведении радиоизотопного исследования у пациентки с изолированным использованием УНИ отмечено повышенное накопление радиофармпрепарата по периферии имплантата и отсутствие его в центральной зоне УНИ, что не исключало наличие периостальной реакции материнской кости по поверхности имплантата, т.е. прорастание кости по периферии (рис. 6).

Спустя 12 мес наблюдения в случаях комбинированного использования УНИ по данным КТ материнская кость вместе с аллотрансплантатами образовывали единый конгломерат вокруг УНИ, что обеспечивало биологическую фиксацию УНИ

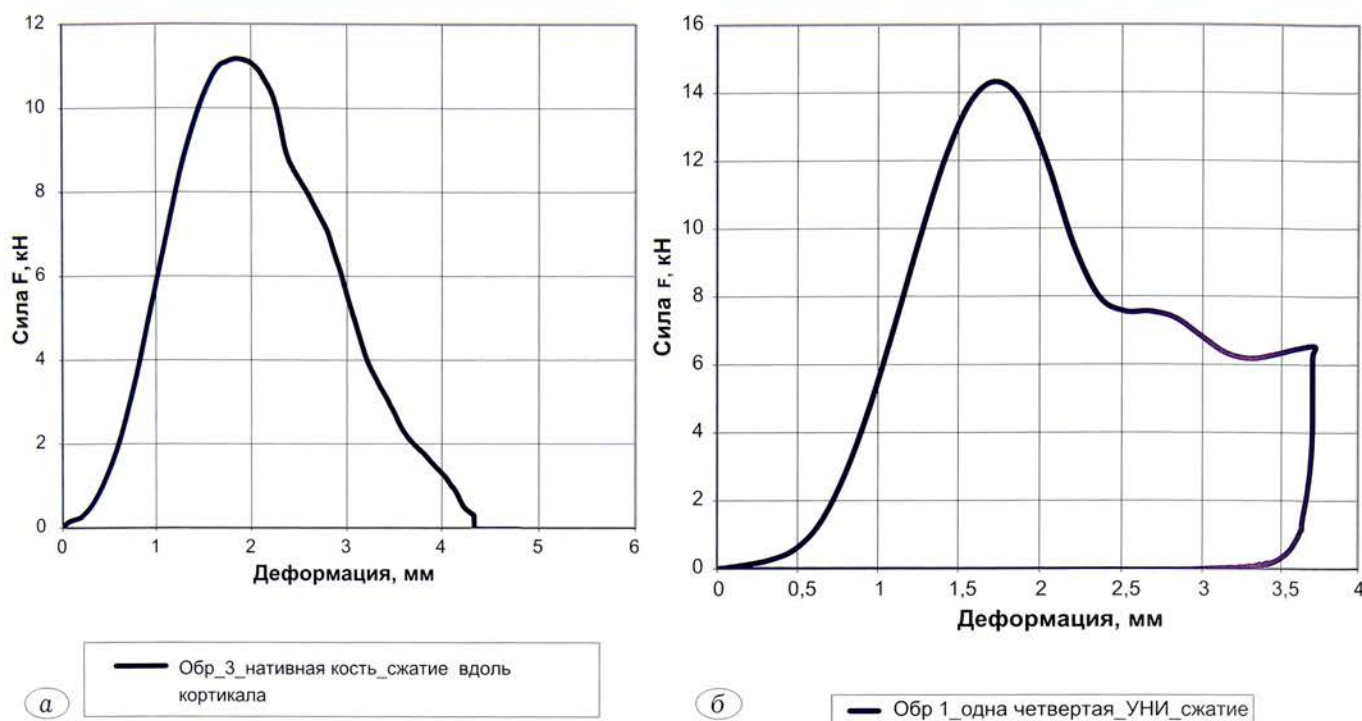


Рис. 9. Показатели предела прочности при сжатии для кортикальной бедренной кости (а) и УНИ (б).

Fig. 9. Indices of compression strength for cortical femur (а) and CNI (б).

в материнской кости. При изолированном использовании УНИ свежих периостальных наслоений в зоне имплантат—кость, как и признаков остеосклероза вокруг УНИ, выявлено не было (рис. 7, 8).

В целом к окончанию периода наблюдения (12 мес) в 50 случаях констатировали отсутствие отторжения имплантата и местных воспалительных реакций. В 2 случаях имплантаты (длиной более 4 см) пришлось удалить из-за нестабильности и последовавшим за этим воспалением в области операционного вмешательства.

Коротко остановимся на применении УНИ при злокачественной опухоли бедренной кости. Пациенту Т., 16 лет, с саркомой Юинга левой бедренной кости после химиотерапии и лучевой терапии была проведена операция: сегментарная резекция бедренной кости с удалением опухоли, одномоментной аутопластикой и фиксацией на костной пластине. Однако из-за миграции пластины произошло повреждение кожного покрова, сопровождавшееся скудным серозно-гнойным отделяемым. Потребовалась установка цементного спейсера с системой приточно-отточного дренирования. В посеве был обнаружен *Staphylococcus aureus*. После купирования воспалительного процесса выполнена замена спейсера на индивидуальный цилиндрический УНИ. В течение 1 года пациент находился под динамическим наблюдением: рецидива основного заболевания и метастазирования не было. Затем связь с пациентом была потеряна. Известно, что в одной из клиник Германии пациенту выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава. Отдаленный результат проследить не удалось, о дальнейшем состоянии пациента неизвестно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты применения УНИ при замещении пострезекционных дефектов кости в раннем и позднем послеоперационных периодах показали, что данные имплантаты не вызывают токсической реакции, что не противоречит результатам ранее проведенных исследований на токсичность при имплантации УНИ, проведенных сертификационным исследовательским центром Санкт-Петербурга.

Несмотря на то что для УНИ ранее были получены показатели ряда физико-химических характеристик [10], нами было принято решение на базе испытательной лаборатории медицинских изделий и материалов провести сравнительную оценку пределов прочности и модулей упругости нативной кортикальной кости и наноструктурных имплантатов, изготовленных из углеродного композита. По нашему мнению, именно эти показатели являются определяющими в физико-механической связи УНИ—кость.

Согласно данным [10], предел прочности УНИ при сжатии составляет не менее 30 МПа, модуль упругости при сжатии — не менее 1,5 ГПа. В нашем эксперименте предел прочности УНИ при сжатии составил не менее 60 МПа, модуль упругости при сжатии — не более 1 ГПа. Показатели нативной кортикальной бедренной кости составили не менее 120 и 2,5 ГПа соответственно (рис. 9).

Имплантаты из наноструктурного углеродного композиционного материала выдерживают меньшую нагрузку на сжатие, чем трансплантаты из нативной (бедренной) кости. Показатели модуля упругости нативной кости также превышают таковые УНИ. Последний показатель указывает на воз-

возможность УНИ адаптироваться в дефекте кости как в более упругой среде, при этом не вызывая грубой деформации кости при физических нагрузках. Данный факт снижает вероятность ранней резорбции кости. При этом различие прочности УНИ и нативной кости не слишком велико в отличие от такового для высокопрочных керамических и титановых имплантатов. Это служит одним из важных критериев подбора материала для имплантации, который обеспечивает оптимальное перераспределение нагрузок в системе кость–имплантат и предотвращает резорбцию костной ткани.

Полученные экспериментальным путем данные не дают повода усомниться в положительных взаимоотношениях УНИ и костной ткани и не противостоят выводам других авторов о целесообразности его использования.

Результаты электронно-микроскопических исследований, проведенных на животных, показали, что имплантат играет роль механической опоры и пористого костяка для врастания кровяных сосудов и проникновения костных клеток. Ряд авторов также описывают контакт углеродных композитов с костной тканью, при котором образуется тонкая слабоабсорбируемая белковая прослойка на поверхности контактного участка соединительной и костной тканей [11]. В результате наших исследований (по данным КТ) не получено убедительных данных о полноценной остеоинтеграции материнской кости в УНИ. Для окончательных выводов, возможно, необходимо более длительное наблюдение.

Заключение. Результаты применения УНИ как в изолированном виде, так и в сочетании с ауто- или аллотрансплантатами при замещении пострезекционных дефектов костей свидетельствуют о возможности использования данного имплантата в практике детской костной патологии. В течение всего периода наблюдения (12 мес) не выявлено участков резорбции кости, что можно объяснить схожими физическими свойствами УНИ и кости. При этом углеродный имплантат не терял в механической прочности, обеспечивая условия для ранней осевой нагрузки на конечность. Однако следует иметь в виду, что при изолированном применении УНИ процесс остеоинтеграции в данный имплантат будет протекать медленнее. В связи с этим изолированное использование УНИ, по нашему мнению, обосновано при небольших ограниченных дефектах, когда величина пострезекционного дефекта не превышает $\frac{1}{3}$ диаметра кости и по длине составляет не более 4 см. В этом случае слабая остеоинтеграция, скорее всего, не повлияет на процесс реабилитации в условиях ранних осевых нагрузок. При пострезекционных дефектах более 4 см целесообразно устанавливать УНИ в сочетании с ауто- или аллотрансплантатами, так как есть основания надеяться на остеоинтеграцию на границе не только материнская кость–ауто-/аллотрансплантат, но и УНИ–материнская кость.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Белокрылов А.Н. Хирургические аспекты замещения доброкачественных кистозных дефектов костной ткани в детском возрасте: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь; 2017 [Belokrylov A.N. Surgical aspect of the substitution of benign cystic bone tissue defects in children. Cand. med. sci. Diss. Perm'; 2017 (in Russ.)].
2. Неверов В.А., Малинин В.Л., Соболев И.П. Выбор имплантата с учетом качества костной ткани. Травматология и ортопедия России. 2006;2:215. [Neverov V.A., Malinin V.L., Sobolev I.P. Choice of the graft based on the bone tissue quality. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2006;2:215. (in Russ.)].
3. Снетков А.И., Лекишвили М.В., Батраков С.Ю., Ильина В.К., Павлов Р.Н., Васильев М.Г., Фазилова А.А., Авакян А.М., Касымов И.А. Использование пластического материала Перфоост в клинике детской костной патологии. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2003;4:74-79. [Snetkov A.I., Lekishvili M.V., Batrakov S.Yu., Il'ina V.K., Pavlov R.N., Vasil'ev M.G., Fazilova A.A., Avakyan A.M., Kasymov I.A. Application of plastic material «Perfoost» in children with bone pathology. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2003;4:74-79. (in Russ.)].
4. Loktionova M.V., Zhakhbarov A.G., Yumashev A.V., Utyuzh A.S., Nefedova I.V. Rehabilitation of patients with total mandible defects. *J Appl Sci*. 2016;2:10-12.
5. Baker D., Kadambande S.S., Alderman P.M. Carbon fibre plates in the treatment of femoral peri-prosthetic fractures. *Injury*. 2004;35(6):596-598. doi: 10.1016/j.injury.2003.10.014.
6. Benson J. Elemental carbon as a biomaterial. *J Biomed Material Rec*. 1971;5(44):44-46.
7. Беляков М.В., Гусева В.Н., Гарбуз А.Е. Применение углерод-углеродных имплантатов в хирургии туберкулезного спондилита. Проблемы туберкулеза и болезней легких. 2003;10:37-41. [Belyakov M.V., Guseva V.N., Garbuz A.E. Use of carbon-carbon implants in tuberculous spondylitis. *Problemy tuberkuleza i boleznei legkikh*. 2003;10:37-41. (in Russ.)].
8. Bruckmann H., Hutterer K.J. Carbon as a promising material in endoprosthesis. *Biomaterials*. 1980;1:67-72.
9. Вагнер Е.А., Денисов А.С., Скрябин В.Л. Углеродный материал нового поколения в эндопротезировании костей и суставов. Пермь: издательство Пермского университета; 1993. [Vagner E.A., Denisov A.S., Skryabin V.L. Carbon material of the new generation in bone and joint replacement. Perm': izdatel'stvo Permskogo universiteta; 1993. (in Russ.)].
10. Головин Р.К. Клинико-экспериментальное изучение эффективности применения рентгеноконтрастного углеродного материала при реконструктивно-восстановительных операциях в челюстно-лицевой области. Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2005 [Golovin R.K. Clinical and experimental study of the efficacy of radiopaque carbon material in maxillofacial reconstructive surgery. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2005. (in Russ.)].
11. Миронов С.П., Шевицов В.И., Кононович Н.А., Степанов М.А., Горбач Е.Н., Голубев Г.Ш., Сергеев К.С., Архипенко В.И., Гринь А.А., Скрябин В.Л., Резник Л.Б., Шатохин В.Д., Баймуратов А.А. Углеродные наноструктурные имплантаты — инновационный продукт для травматологии и ортопедии. Часть I: результаты экспериментальных исследований. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2015;3:46-53. [Mironov S.P., Shevtsov V.I., Kononovich N.A., Stepanov M.A., Gorbach E.N., Golubev G.Sh., Sergeev K.S., Arkhipenko V.I., Grin' A.A., Skryabin V.L., Reznik L.B., Shatokhin V.D., Baimuratov A.A. Carbonic nano-structural grafts — innovation product for traumatology and orthopaedics. Part 1: experimental study results. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2015;3:46-53. (in Russ.)].
12. Гусева В.Н., Беляков М.В., Мушкин А.Ю., Виноградова Т.И., Бурлаков С.В., Олейник В.В., Гордеев С.К., Демиденко А.В. Передний спондилодез с применением углеродных наноструктурных имплантатов. Клинические рекомендации. Санкт-Петербург; 2014. [Guseva V.N.,

- Belyakov M.V., Mushkin A.Yu., Vinogradova T.I., Burlakov S.V., Oleinik V.V., Gordeev S.K., Demidenko A.V.* Anterior spondylodesis with application of carbon nanostructured implants. Clinical recommendations. St. Petersburg; 2014. (in Russ.)).
13. *Сергеев К.С.* Межтеловой спондилодез с использованием углеродных наноструктурных имплантатов при травмах позвоночного столба. Клинические рекомендации. Тюмень; 2014. [*Sergeev K.S.* Interbody spondylodesis with carbon nanostructured implants in spinal column injuries. Clinical recommendations. Tyumen'; 2014. (in Russ.)].
14. *Скрябин В.Л.* Новые углеродные материалы в реконструктивной хирургии костей и суставов: Дис. ... д-ра мед. наук. Пермь; 2010. [*Skryabin V.L.* New carbon materials in bone and joint reconstructive surgery. Dr. med. sci. Diss. Perm'; 2010 (in Russ.)].

Сведения об авторах: Баламетов Самир Гюльяхмедович* — врач травматолог-ортопед, аспирант НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, e-mail: samirlez-gin25@mail.ru; Батраков Сергей Юрьевич — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения детской костной патологии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Гаврюшенко Николай Свиридович — доктор техн. наук, профессор, зав. испытательной лабораторией медицинских изделий и материалов НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Баламетов С.Г. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

Information about the authors: *Balametov S.G.** — trauma and orthopaedic surgeon, postgraduate, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, e-mail: samirlez-gin25@mail.ru; *Batrakov S.Yu.* — Cand. Sci. (Med.), senior researcher, department of pediatric bone pathology, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; *Gavryushenko N.S.* — Dr. Sci. (Tech.); professor, head of the testing laboratory for medical products and materials, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics.

Contact: Balametov S.G. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

**ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СКЕЛЕТА
НА СОВРЕМЕННОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ОБОРУДОВАНИИ****А.А. Артемьев^{1, 2*}, А.Ю. Силин¹, А.Н. Ивашкин², Б.И. Максимов³, А.А. Шипулин⁴,
Ю.С. Соловьев⁴**¹ООО «Клинический госпиталь на Яузе», Москва, РФ; ²Институт медико-социальных технологий
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия; ³ГБУЗ «Городская
клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия;⁴ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Современные травматология и ортопедия немыслимы без качественной рентгеновской диагностики. В последние годы в практику внедрено специальное оборудование, позволяющее получать длинномерные изображения разных частей человеческого тела. Детали проведения обследования, укладка (установка) пациентов, положение конечности и многие другие особенности требуют знания и опыта.

Цель исследования: оптимизация методики рентгеновского обследования пациентов и расширение возможностей получения качественных длинномерных изображений отделов скелета на современном оборудовании. Представлены особенности определения осей и длин сегментов у пациентов с деформациями и укорочениями нижних конечностей, проанализированы наиболее типичные ошибки. Этот вид исследования имеет большое значение при проведении экспертизы, документировании данных в практической, научной и преподавательской деятельности.

Ключевые слова: деформация конечностей, разная длина ног, рентгенография, рентгеновский аппарат, лучевая диагностика

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Артемьев А.А., Силин А.Ю., Ивашкин А.Н., Максимов Б.И., Шипулин А.А., Соловьев Ю.С. Возможности получения длинномерных изображений скелета на современном рентгеновском оборудовании. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:89-94. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04189>

**POSSIBILITIES FOR OBTAINING THE LENGTH-MEASURED IMAGES OF SKELETON USING
MODERN X-RAYS EQUIPMENT****A.A. Artemiev^{1, 2*}, A.Yu. Silin¹, A.N. Ivashkin², B.I. Maximov³, A.A. Shipulin⁴, Yu.S. Solovyov⁴**¹Clinical hospital on Yauza River, Moscow, Russia; ²Institute of Medical Social Technologies of Moscow State University
of Food Production, Moscow, Russia; ³Moscow city hospital №29 named after N.E. Bauman, Moscow, Russia;⁴RUDN University, Moscow, Russia

Modern traumatology and orthopaedics is inconceivable without high-quality X-rays diagnostics. In the recent years special equipment that enables to obtain the length-measured images of different parts of a human body was introduced into clinical practice. The details of examination process, i.e. the position of a patient, position of an extremity and many others require special knowledge and experience. The aim of the study is to optimize the possibilities for obtaining the length-measured images of the different parts of a skeleton using modern X-rays equipment. The peculiarities of the determination of segments' axes and length in patients with lower extremity deformities and shortening are presented; the most typical mistakes are analyzed. The results of the study are of great importance for medical expertise as well as for data documentation in practical, scientific and teaching activities.

Keywords: leg deformity, leg length discrepancy, roentgenography, x-ray equipment, diagnostic radiology

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Artemiev AA, Silin AY, Ivashkin AN, Maximov BI, Shipulin AA, Solovyov YuS. Possibilities for obtaining the length-measured images of skeleton using modern X-rays equipment. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:89-94. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04189>

Введение. Работа травматолога-ортопеда немыслима без визуализации костных структур. Чем выше качество изображения, больше деталей и элементов представлено на снимке без искажения, тем больше возможностей у врача оценить степень и протяженность повреждения или поражения отдельных частей скелета и принять верное решение при пла-

нировании лечения. В связи с расширением спектра реконструктивно-восстановительных операций на конечностях все чаще возникает необходимость точной оценки так называемых референтных линий и углов (РЛУ), которые характеризуют осевые и угловые взаимоотношения костей и суставных поверхностей [1, 2]. Для этого необходимо по-

лучить изображение, на котором были бы представлены как минимум отдельные сегменты с захватом смежных суставов, а лучше вся конечность целиком. До начала эпохи цифровых технологий для решения подобных задач использовали определенные способы выполнения рентгенограмм (некоторые из них представлены на **рис. 1**) [2]. Интересно, что они сохранили свою актуальность до настоящего времени.

В последние годы появилось рентгеновское оборудование, специально предназначенное для получения длинномерных изображений разных участков человеческого тела. При этом в публикациях и презентациях на научных конференциях редко можно увидеть методически верно и качественно выполненные изображения, позволяющие точно определить РЛУ. Особые требования к качественному документированию изображений предъявляют при проведении экспертизы, демонстрации интересных клинических наблюдений в учебном процессе и научной работе [3].

Цель исследования — оптимизация методики рентгеновского обследования пациентов и расширение возможностей получения качественных длинномерных изображений разных отделов скелета на современном оборудовании.

В силу специфики профессиональных и научных интересов авторов основное внимание в работе было уделено нижним конечностям, что, одна-

ко, позволяет применять описанные ниже приемы при исследовании других отделов, в частности верхних конечностей, и конечно же позвоночника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с 2016 г. по настоящее время при обследовании пациентов ортопедического профиля для получения длинномерных изображений используют аппарат Digital Diagnost R2.0 Stitching «Philips» (далее Philips DDS; **рис. 2**).

Аппарат представлен традиционным столом для рентгенографических исследований, рентгеновской трубкой на телескопическом кронштейне, синхронизирующейся с вертикально перемещающимся цифровым рентгеновским детектором, расположенным на напольной стойке-штативе, которая стыкуется со специальной стойкой для позиционирования пациента. Управление исследованием происходит с помощью панели на рентгеновской трубке и с рабочего места оператора, оборудованного пультом и монитором.

Philips DDS обеспечивает условия для обследования объекта длиной 120 см (нижние конечности) или 80 см (позвоночник). Изображение объекта длиной 120 см формируется из трех отдельно выполняемых снимков, которые затем «сшиваются» автоматически или вручную. В итоге получается единое изображение без искажения, без ви-

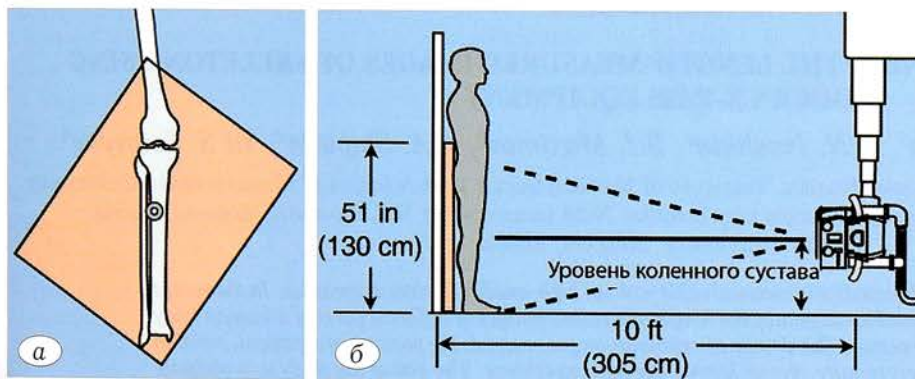


Рис. 1. Способы получения длинномерных изображений на обычном рентгеновском оборудовании [2].

а — укладка конечности по диагонали кассеты; *б* — проведение рентгенографии на специальных (или соединенных друг с другом обычных) кассетах с увеличением фокусного расстояния.

Fig. 1. Methods for obtaining length-measured images on a standard X-ray equipment [2].

a — placement of the extremity in a diagonal position; *b* — roentgenography on the special (or connected to each other standard) cassettes with increased focal distance.



Рис. 2. Внешний вид аппарата Philips DDS в процессе выполнения исследования у пациентки после корригирующей операции на берцовых костях (*а*) и полученное при этом изображение (*б*).

Fig. 2. View of Philips DDS during examination of a patient after reconstructive surgical intervention on shin bones (*a*) and obtained image (*b*).

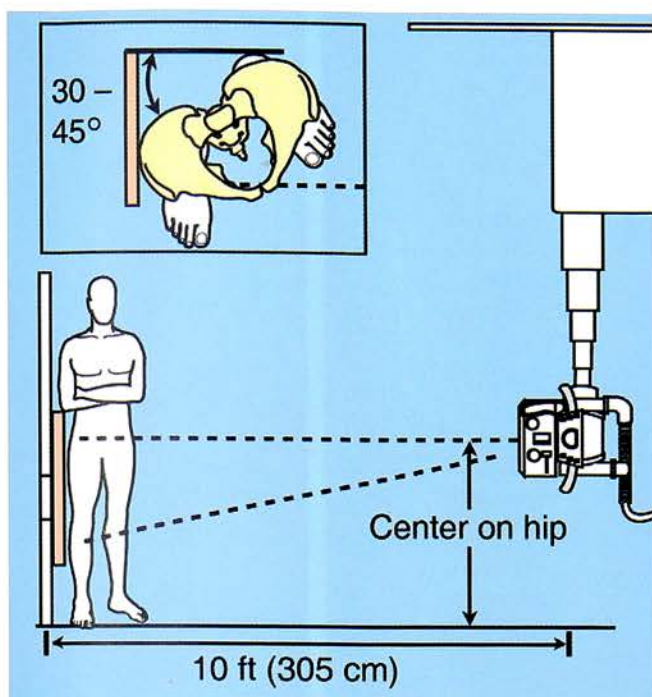


Рис. 3. Установка пациента при выполнении исследования в боковой проекции [2].

Fig. 3. Position of a patient for examination in a lateral projection [2].

димых границ сшивки, а также различий в яркости и контрастности.

В цель исследования не входило изучение и представление технических характеристик аппарата Philips DDS (напряжение, сила тока, дозы облучения, особенности программного обеспечения и пр.). Настоящее исследование посвящено оценке достоинств и недостатков прибора, актуальных для травматологов-ортопедов, возможности извлечения максимальной информации при проведении процедуры,

а также анализу типичных ошибок, которые затрудняют адекватную оценку результатов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дизайн настоящего исследования являлся специфическим и позволил получить информацию, которая была разделена на основную и дополнительную.

Основная информация: положение референтных линий и величина образуемых ими углов, длина сегментов, расстояние между различными отделами обеих конечностей. Это та информация, которую нельзя в полном объеме получить при выполнении и анализе обычных рентгенограмм.

Дополнительная информация: плотность костной ткани, изменения в суставах, состояние костной мозоли или регенерата, мягких тканей, признаки поражения кости. Следует отметить, что если нет необходимости в получении основной информации, то назначать и выполнять подобное рентгеновское обследование не обязательно. Возможно, есть смысл ограничиться обычной рентгенографией.

Можно выделить следующие основные задачи, которые ставят врачи, назначая рентгеновское обследование с получением длинномерных изображений:

- определение локализации и величины деформации;
- оценка длины сегментов конечностей;
- определение расстояния между отдельными точками противоположных конечностей.

Рассмотрим особенности выполнения и анализа длинномерных изображений в зависимости от названных выше задач.

Оценка локализации и величины деформации. Установка пациента для выполнения рентгенографии в прямой (переднезадней) проекции не пред-

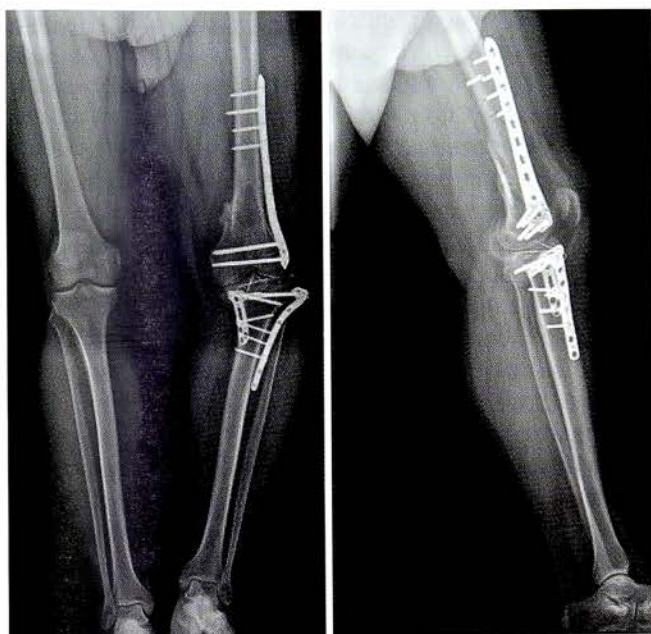


Рис. 4. Длинномерное изображение в двух проекциях при локализации патологических изменений на одной конечности.

Fig. 4. Length-measured image in two projections at localization of pathological changes on one extremity.



Рис. 5. Длинномерное изображение в двух проекциях при локализации патологических изменений на обеих конечностях.

Fig. 5. Length-measured image in two projections at localization of pathological changes on both extremities.



Рис. 6. Правильная установка пациента с посттравматической вальгусной деформацией правой голени и комбинированным (истинным и кажущимся) укорочением левого бедра (а) и полученное при этом изображение (б).

Fig. 6. Proper positioning of the patient with posttraumatic valgus deformity of the right shin and combined (true and seeming) shortening of the left femur (a) and obtained image (б).

ставляет трудностей, чего нельзя сказать о боковой проекции. Выполнение снимков в боковой проекции имеет особенности в зависимости от локализации патологических изменений — на одной либо на обеих конечностях, а также протяженности патологически измененного участка. При поражении одной из конечностей необходимо выполнять установку пациента, как это показано на **рис. 3** [2].

При этом можно получить качественное изображение конечностей в прямой и боковой проекции. Необходимо учитывать, что относительно небольшой участок в верхней трети исследуемого бедра в таких случаях с трудом визуализируется из-за значительной толщины тканей. Если есть необходимость исследования именно этой зоны, целесообразно применять другие специальные укладки либо выполнять компьютерную томографию этой зоны. На всем остальном протяжении качество изображения позволяет провести точные измерения РЛУ и оценить состояние костной ткани (**рис. 4**). При повреждении или поражении одной конечности нет показаний к выполнению снимка здоровой конечности в боковой проекции для сравнения длины сегментов. Это можно сделать по изображению, выполненному в прямой проекции.

При локализации патологических процессов на обеих конечностях целесообразно выполнять



Рис. 7. Определение величины варусной (а) и вальгусной (б) деформации коленного сустава.

Fig. 7. Determination of the degree of knee joint varus (a) and valgus (б) deformities.

рентгенографию в боковой проекции сразу обеих ног, как это показано на **рис. 5**.

Оценка длины сегментов конечностей. Как правило, эти данные представляют интерес при обследовании пациентов с разной длиной ног или, иными словами, с укорочением одной из конечностей. Длина всей нижней конечности складывается из длины (высоты) отдельных сегментов (таз, бедро, голень, стопа). При укорочении одной из конечностей необходимо использовать подставку с целью максимально полной компенсации разницы длины ног. Как известно, укорочение бывает истинное, кажущееся и относительное [4]. При всех видах укорочения это исследование является методом выбора, существенно дополняющим данные клинического обследования и по своим возможностям существенно превосходящим компьютерную томографию. При определении вида и величины укорочения в каждом конкретном случае процедура имеет свои особенности. Чаще всего трудности и ошибки возникают при диагностике кажущегося укорочения (**рис. 6**). Получить точные данные клиническими методами в таких ситуациях очень трудно, а иногда практически невозможно.

Определение расстояния между отдельными точками противоположных конечностей. Измерение расстояния между определенными



Рис. 8. Рентгенограмма всего скелета пациентки, 10 лет. Прослеживается зависимость деформации позвоночника от укорочения правой нижней конечности.

Fig. 8. Roentgenogram of the whole skeleton of a 10 years old patient. Dependence of spine deformity on the right lower extremity shortening is observed.

(как правило, идентичными) точками обеих конечностей необходимо для количественной оценки величины варусной или вальгусной деформации (рис. 7).

Особое значение это имеет при экспертизе годности к службе в Вооруженных силах РФ. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 4 июля 2013 г. №565 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе», расстояние между мыщелками бедренных костей является признаком варусной деформации, а расстояние между лодыжками — признаком вальгусной деформации нижних конечностей. Если указанные расстояния превышают 12 см, то имеются ограничения годности к службе в Вооруженных силах РФ.

Отсутствие технической возможности выполнить рентгенографию всего тела у взрослого человека несколько ограничивает объем получаемой информации в тех случаях, когда, например, требуется выявить связь деформации позвоночника



Рис. 9. Рентгенограмма пациента, при обследовании которого допущены наиболее типичные ошибки: линейка закрывает центральную часть изображения; стопы разведены в стороны.

Fig. 9. Roentgenogram of a patient after examination that was performed with the most common mistakes: The ruler covers the central image; the feet are spread apart.

и разной длины ног. При обследовании пациентов низкого роста такая возможность имеется (рис. 8).

Для получения максимального количества необходимой информации требуются слаженная работа, четкое взаимодействие и взаимопонимание сотрудников рентгенологической службы и врачей-клиницистов, при этом немаловажное значение имеет правильная установка пациента. Без участия заинтересованного в получении качественного снимка врача-клинициста полученные данные могут быть ограниченными или ошибочными. Участвующий в исследовании средний медицинский персонал, как правило, не знает (и не обязан знать) всех тонкостей укладки или установки пациента. Из-за этого могут возникнуть серьезные проблемы с интерпретацией данных. Ниже представлены основные ошибки, с которыми приходится сталкиваться в тех случаях, когда исследование выполняется без участия лечащего врача.

Перекрытие зоны исследования просвинцованной линейкой. Эта линейка служит не для измерения длины, а для качественной «сшивки» изображения (цифры на линейке должны полностью совпадать на «сшиваемых» изображениях). Эту линейку можно сдвинуть в сторону и даже вовсе обойтись без нее. Однако в случае отсутствия контроля со стороны заинтересованного специалиста она может быть размещена рентгенлаборантом по центру, закрывая собой важные элементы изображения.

Установка пациента с разведенными в стороны конечностями. Такая установка не позволяет измерить расстояние между отдельными точками противоположных конечностей, что исключает точное определение величины варусной или вальгусной деформации в соответствии с установленными требованиями, фактически делая невозможным проведение экспертизы.

Установка пациента без учета ротации конечности. Правильной считается установка пациента в положении, когда надколенники ориентированы кпереди. Несоблюдение этого правила приводит к тому, что обе или одна из конечностей могут быть развернуты в сторону, затрудняя точное определение положения РЛУ. На рис. 9 представлены основные из перечисленных выше ошибок при установке пациента.

Для их предотвращения врач должен либо сам присутствовать при проведении процедуры, либо обучить персонал правилам позиционирования пациента в наиболее типичных случаях.

Закключение. Совершенствование диагностического рентгеновского оборудования расширяет возможности неинвазивной визуализации разных структур человеческого тела. Естественно, специалисты рентгеновской службы осваивают современные аппараты и изучают особенности их эксплуатации в рамках тех задач, которые перед ними стоят. При этом врачи-клиницисты далеко не всегда знают о достоинствах и преимуществах новой техники. Представленный в настоящей работе собственный опыт освоения аппара-

та Philips Digital Diagnost R2.0 Stitching с целью получения длинномерных изображений, безусловно, будет полезен травматологам-ортопедам, невропатологам, нейрохирургам и врачам других специальностей, которым для полноценной диагностики различных патологических состояний скелета необходимо получение качественных рентгенограмм отдельных сегментов на всем протяжении. Используемый рентгеновский аппарат является одним из многих, которые в настоящее время представлены на рынке и установлены в крупных клиниках. Приборы разных фирм-производителей несколько отличаются по своим техническим характеристикам и качеству получаемого изображения. Однако описанные в настоящей статье способы установки пациента и принципы оценки информации являются универсальными и могут быть использованы при работе на установках различных типов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Соломин Л.Н., Щепкина Е.А., Кулеш П.Н. и др. Определение референтных линий и углов длинных трубчатых костей: пособие для врачей. СПб: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2010. [Solomin L.N., Shchepkina E.A., Kulesh P.N. et al. Determination of the reference lines and angles of long tubular bones: a manual for physicians. Saint-Petersburg: RNIITO im. R.R.Vredena; 2010. (in Russ.)].
2. Paley D. Principles of deformity correction. New York: Springer-Verlag; 2003.
3. Иванов П.А., Неведров А.В., Каленский В.О. и др. К вопросу о подготовке иллюстраций в публикациях травматолого-ортопедического профиля. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017; 1: 58-65 [Ivanov P.A., Nevedrov A.V., Kalenskiy V.O. et al. On preparation of illustrations for scientific publications on traumatology and orthopaedics. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2017; (1): 58-65 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2017-1-58-65>
4. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика (руководство-справочник). Минск: Наука и техника; 1978 [Marks V.O. Orthopedic diagnosis: manual-handbook. Minsk: Nauka i tekhnika, 1978. (in Russ.)].

Сведения об авторах: Артемьев Александр Александрович* — доктор мед. наук, профессор кафедры хирургии с курсами травматологии и ортопедии, анестезиологии и реаниматологии и нейрохирургии Института медико-социальных технологий МГУПП, e-mail: alex_artemiev@mail.ru; Силин Антон Юрьевич — зав. отделением лучевой диагностики Клинического госпиталя на Яузе; Ивашкин Александр Николаевич — доктор мед. наук, профессор кафедры хирургии с курсами травматологии и ортопедии анестезиологии и реаниматологии и нейрохирургии Института медико-социальных технологий МГУПП; Максимов Борис Игоревич — канд. мед. наук, зав. отделением травматологии ГКБ № 29 им. Н.Э. Баумана; Шипулин Александр Александрович — соискатель кафедры травматологии и ортопедии РУДН; Соловьев Юрий Сергеевич — соискатель кафедры травматологии и ортопедии РУДН.

Для контактов: Артемьев А.А. — e-mail: alex_artemiev@mail.ru

Information about the authors: Artem'ev A.A.* — Dr. Sci. (Med.), professor, chair of surgery with courses on traumatology and orthopaedics, anesthesiology and resuscitation and neurosurgery, Institute of Medical Social Technologies of Moscow State University of Food Production, e-mail: alex_artemiev@mail.ru; Silin A.Yu. — head of radiologic department, Clinical hospital on Yauza River, Moscow, Russian Federation; Ivashkin A.N. — Dr. Sci. (Med.), professor, chair of surgery with courses on traumatology and orthopaedics, anesthesiology and resuscitation and neurosurgery, Institute of Medical Social Technologies of Moscow State University of Food Production; Maximov B.I. — Cand. Sci. (Med.), head of traumatologic department, Moscow city hospital № 29 named after N.E. Bauman; Shipulin A.A. — applicant, chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University; Solovyov Yu.S. — applicant, chair of traumatology and orthopaedics, RUDN University.

Contact: Artem'ev A.A. — e-mail: alex_artemiev@mail.ru

СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

<https://doi.org/10.17116/vto201803-04195>

© П.А. Королев, О.В. Кожевников, 2018



ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ПРИ СИНДРОМЕ CURRARINO–SILVERMAN

П.А. Королев*, О.В. Кожевников

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, РФ

Синдром Currarino–Silverman (комбинированная деформация грудной клетки — ДГК) относится к редким формам ДГК. Часто этот вид деформации сочетается с пороками развития сердца (коарктация аорты, пролапс, стеноз митрального клапана). В статье выделены два типа комбинированной ДГК, что позволяет определять тактику хирургического лечения. Наиболее перспективен с точки зрения возможности оперативной коррекции 2-й тип деформации с протрузией манубриостерального сочленения, но без западения грудины. В работе представлено описание успешно выполненных операций у 3 пациентов с комбинированной ДГК, у одного из которых патология сочеталась с синдромом Поланда.

Ключевые слова: синдром Currarino–Silverman, торакопластика

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Королев П.А., Кожевников О.В. Хирургическая коррекция деформации грудной клетки при синдроме Currarino–Silverman. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:95-98. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04195>

SURGICAL CORRECTION OF THORAX DEFORMITY IN CURRARINO–SILVERMAN SYNDROME

P.A. Korolev*, O.V. Kozhevnikov

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

Currarino–Silverman syndrome (combined thorax deformity (CTD)) is a rare form of TD. Quite often this type of the deformity is combined with the failure of heart development (coarctation of aorta, prolapse, mitral stenosis). We mark out 2 types of CTD that enables to determine the tactics of surgical treatment. From the point of view of surgical correction potentialities the 2nd type of the deformity with protrusion of the manubriosternal junction but without sternum retraction is most perspective. Surgical results are presented for 3 patients, in one of them the pathology was combined with Poland syndrome.

Key words: Currarino–Silverman syndrome, thoracoplasty

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Korolev PA, Kozhevnikov OV. Surgical correction of thorax deformity in Currarino–Silverman syndrome. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;3-4:95-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04195>

Синдром Currarino–Silverman, также известный в литературе как комбинированная деформация грудной клетки (ДГК) или особый вид килевидной ДГК (pigeon breast, pectus carinatum type 2 deformity or upper pectus carinatum), относится к редким формам ДГК и характеризуется ранним синостозом частей грудины, остановкой роста последней и, как следствие, вторичной ДГК. Это проявляется протрузией манубриостерального сочленения и западением средней и нижней третей грудины. Чаше встречаются симметричные, реже — асимметричные формы комбинированной ДГК. Могут присутствовать и другие сопутствующие нарушения развития опорно-двигательного аппарата, такие как сколиоз, и в редких случаях синдром Поланда [1–4].

Первым описал комбинированный вид ДГК и предложил методику ее хирургической кор-

рекции М. Ravitch в 1952 г. [4, 5]. Он рассматривал эту деформацию в рамках килевидной ДГК, выделив ее в отдельный вид и назвав «грудью голубя» (pigeon breast). Операция заключалась в субнадхрящичной резекции 2–7 реберных хрящей с обеих сторон, отсечении мечевидного отростка и передней клиновидной стернотомии на уровне наибольшего выстояния грудины. В последующем грудину сшивали на уровне верхней стернотомии, тем самым устраняя ее аркообразную деформацию, опускали до нормального уровня и к передней поверхности нижней трети тела грудины фиксировали мечевидный отросток на мышечной ножке. Дополнительно проводили сшивание перихондра резецированных ребер. Никакие фиксаторы грудинореберного комплекса (ГРК) при этом не использовались.

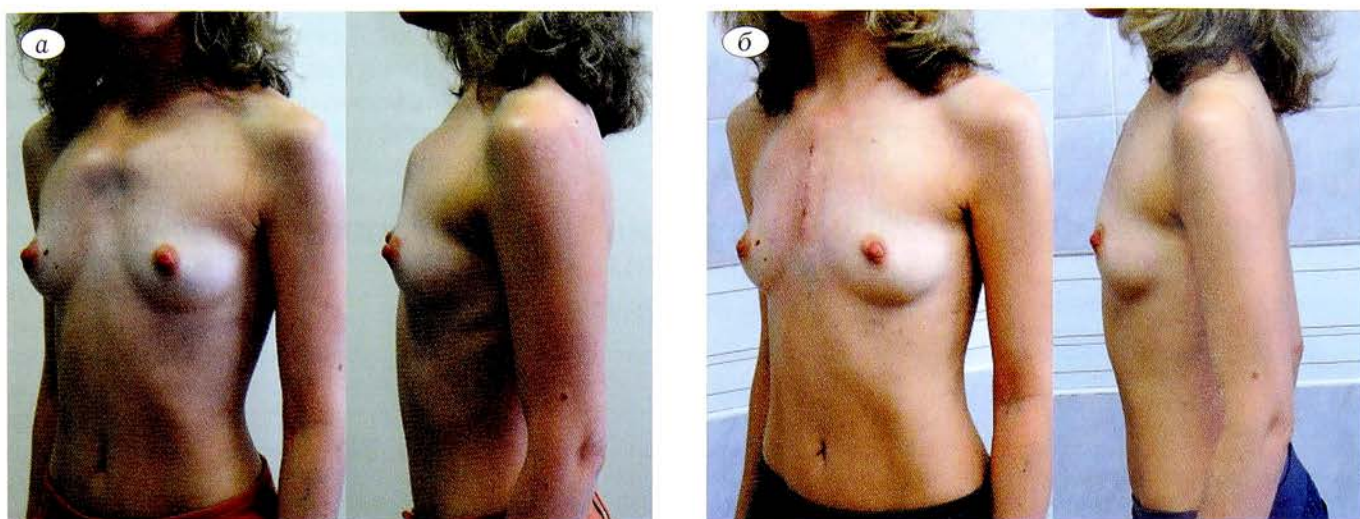


Рис. 1. Внешний вид пациентки Б., 33 лет, с комбинированной ДГК симметричной формы (2-й тип) до (а) и через 8 дней после (б) операции.

Fig. 1. Patient B., 33 years old, with symmetrical CTD (type 2) before (a) and 8 days after (b) surgical intervention.

В 1958 г. G. Currarino и F. Silverman [6] впервые обратили внимание на преждевременное закрытие зон роста грудины. Также они указали на большой процент сочетанных с комбинированным видом ДГК пороков развития сердца (коарктация аорты, пролапс, стеноз митрального клапана) и преобладание в этой категории пациентов женского пола.

С.С. Рудаков и соавт. [1, 7] рассматривают комбинированную ДГК как проявление мальформации или истинного порока развития. На это указывают проявление заболевания сразу после рождения и отсутствие быстрого прогрессирования, т.е. деформация прогрессирует по мере роста ребенка. Основным показанием к операции, по мнению авторов, выступает косметический дефект.

В литературе описанию данной патологии посвящены единичные сообщения. Так, в базе данных PubMed нашлось только три источника литературы с описанием комбинированной ДГК. Причем в двух из них [3, 8] акцент был сделан на лечении пороков развития сердца при синдроме Currarino–Silverman без упоминания о коррекции ДГК. В статьях R. Shamberger и K. Welch [9] и А.А. Печетова и соавт. [10] описаны 5 и 3 больных соответственно, оперированных по поводу синдрома Currarino–Silverman по методике Ravitch. Отдаленные результаты операций не приведены.

Учитывая травматичность оперативного вмешательства, высокую частоту сочетанных пороков развития сердца, почек и других внутренних органов, операции по исправлению ДГК у больных предпринимаются редко. Показанием к операции в большинстве случаев является косметический дефект.

В настоящем исследовании выделены два типа комбинированной ДГК: 1-й тип — с протрузией манубриостернального сочленения и западением средней и нижней третей грудины и 2-й тип — с протрузией манубриостернального сочленения, без западения грудины. Исходя из типа деформации, выстраивалась хирургическая тактика лечения. При 1-м типе комбинированной ДГК выполняли операцию

по методике Ravitch. Более перспективным для хирургической коррекции считается 2-й тип, поскольку в этом случае возможно выполнение менее травматичного хирургического вмешательства. Операция ограничивается только поднадкостничным удалением деформированного фрагмента грудины с замещением его трансплантатом или сшиванием фрагментов грудины.

Представляем собственный опыт хирургического лечения комбинированной ДГК у 3 пациентов.

Пациентка Б., 33 лет, в июле 2014 г. поступила в 10-е отделение ЦИТО им. Н.Н. Приорова с жалобами на наличие грубой ДГК и обусловленный этим косметический дефект (рис. 1, а). ДГК появилась с рождения и прогрессировала пропорционально росту организма. Наследственность не отягощена.

При осмотре, начиная с уровня 2-го ребра, наблюдалось аркообразное выстояние грудины и хрящевых отделов 2–4-го ребер. Средняя и нижняя трети грудины расположены правильно, без тенденции к западению. Реберные дуги не выстоят.

Пациентке провели комплексное предоперационное обследование. Был выявлен пролапс митрального клапана 1-й степени, без регургитации.

Операцию выполнили 08.07.14. По средней линии грудины был осуществлен доступ длиной 10 см. Мобилизовали грудные мышцы в пределах зоны деформации. Провели субнадхрящичную резекцию 2–4-го реберных хрящей с обеих сторон с костной частью, поднадкостничную резекцию деформированной части грудины на протяжении 6 см. В ложе удаленного фрагмента грудины были уложены фрагменты костной ткани. Была восстановлена целостность передней пластинки грудины отдельными швами. Осуществили сборивание перихондра резецированных реберных хрящей по Ravitch. Была достигнута правильная конфигурация грудины. Грудную клетку зафиксировали в корсете. Послеоперационный период протекал без осложнений, на 9-е сутки пациентка была выписана на амбулаторное лечение (см. рис. 1, б).

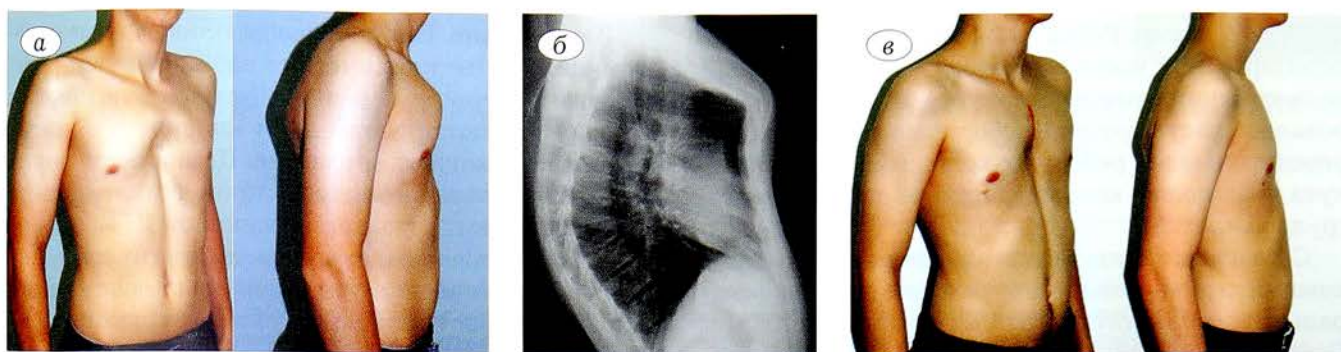


Рис. 2. Пациент М., 17 лет, с комбинированной ДГК симметричной формы (2-й тип).

а — внешний вид до операции; б — рентгенограмма грудной клетки в боковой проекции; в — внешний вид через 3 мес после операции.

Fig. 2. Patient M., 17 years old, with symmetrical CTD (type 2).

а — before surgery; б — lateral roentgenogram; в — 3 months after surgical intervention.

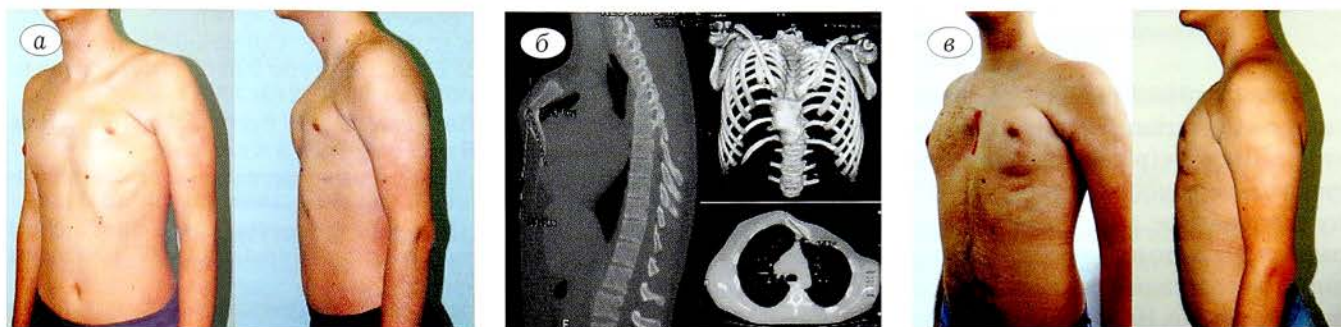


Рис. 3. Пациент К., 16 лет, с комбинированной ДГК асимметричной правосторонней формы и синдромом Поланда слева.

а — внешний вид до операции; б — данные КТ грудной клетки: отмечаются аркообразная, винтообразная деформация грудины, патологически широкая, оксифицированная грудина, аплазия грудных мышц слева; в — внешний вид через 4 мес после операции.

Fig. 3. Patient K., 16 years old, with asymmetrical right sided CTD and Poland syndrome on the left.

а — before surgery; б — thorax CT: arcuate, helical deformity of the sternum; pathologically wide ossified sternum; aplasia of pectoral muscles on the left; в — 4 months after surgical intervention.

Пациент М., 17 лет, в июне 2017 г. поступил с жалобами на наличие грубой ДГК и обусловленный этим косметический дефект (рис. 2, а). ДГК с рождения.

При осмотре, начиная с уровня 3-го ребра, наблюдалось аркообразное выстояние грудины и хрящевых отделов 3–5-го реберных хрящей. Нижние отделы грудины без тенденции к западению (рис. 2, б).

В ходе обследования был диагностирован пролапс митрального клапана 1-й степени с умеренной митральной регургитацией.

Операция была проведена 30.06.17. По средней линии грудины выполнили доступ длиной 10 см. Были мобилизованы грудные мышцы в пределах зоны деформации. С техническими сложностями осуществили субнадхрящичную резекцию 3–5-го реберных хрящей с обеих сторон с костной частью, поднадкостничную резекцию деформированной части грудины на протяжении 6 см. Фрагменты грудины сшивали проволокой. Была восстановлена целостность передней пластинки грудины, а также достигнута правильная конфигурация грудины.

Послеоперационный период прошел без осложнений, на 10-е сутки пациент был выписан на амбулаторное лечение. При осмотре через 3 мес: жалоб нет. Констатированы правильная конфигура-

ция грудной клетки и консолидация грудины в зоне остеотомии (рис. 2, в).

Пациент К., 16 лет, в марте 2018 г. поступил в 10-е отделение Центрального института травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова с жалобами на наличие грубой ДГК и обусловленный этим косметический дефект (рис. 3, а). Деформация с рождения.

При осмотре: левая половина грудной клетки недоразвита. Большая и малая грудные мышцы слева аплазированы. Начиная с уровня 2-го ребра, наблюдались аркообразное выстояние грудины с винтообразной деформацией и выстояние хрящевых отделов 2–5-го реберных хрящей, больше справа. Нижние отделы грудины без тенденции к западению (рис. 3, б). Реберные дуги не выстоят. Верхние конечности развиты симметрично, функция их не нарушена.

При обследовании сопутствующей патологии выявлено не было. Был поставлен диагноз: комбинированная ДГК, асимметричная правосторонняя форма. Синдром Поланда слева (аплазия большой и малой грудных мышц). Пациента стали готовить к операции.

Операция была выполнена 22.03.18. По средней линии грудины осуществили доступ длиной 10 см. Были мобилизованы грудные мышцы в пределах зоны деформации. Проведена субнадхрящичная резекция 2–7-го реберных хрящей справа

и 3–5-го — слева. Ребра со 2-го по 5-е справа были резецированы с костной частью. Осуществили поднадкостничную плоскостную резекцию деформированной части грудины, сбиривание перихондра резецированных реберных хрящей. Была достигнута правильная конфигурация костного каркаса грудной клетки.

Согласно линиям разметки, сформирован подкожный карман-ложе, в который установлен пекторальный имплантат (POLYTECH) объемом 231 мл. Грудная клетка приобрела правильную конфигурацию.

Послеоперационный период протекал без осложнений, на 8-е сутки пациент был выписан на амбулаторное лечение. При осмотре через 4 мес: жалоб нет. Конфигурация грудной клетки правильной формы (рис. 3, в).

ОБСУЖДЕНИЕ

Несколько названий одной и той же патологии — синдром Currarino–Silverman, комбинированная ДГК, «грудь голубя» (pigeon breast), килевидная ДГК 2-го типа или верхняя килевидная ДГК — вносят путаницу в литературе, затрудняют осмысление характера патологического процесса и не всегда позволяют принимать правильное решение при лечении пациентов этой категории. На взгляд авторов настоящей статьи, наиболее правильным следует считать термин «комбинированная ДГК». Патологию необходимо рассматривать как истинный порок развития, т.е. ДГК не прогрессирует, а в послеоперационном периоде практически не бывает рецидивов. В синдромальном спектре больных с комбинированной ДГК присутствуют такие синдромы, как Шерешевского–Тернера, Нунан и др. Высокий процент сочетания комбинированной ДГК и пороков развития сердца, почек и ряда других внутренних органов требует комплексного обследования пациентов. Хирургическая коррекция деформации предпринимается по косметическим показаниям при отсутствии у больного пороков развития внутренних органов, требующих хирургического лечения.

Заключение. Таким образом, приведенные в настоящей статье клинические наблюдения хирургического лечения редкой врожденной патологии грудной клетки представляют клинический интерес и заслуживают внимания. Правильное понимание сути патологического процесса, лежащего в основе развития комбинированной ДГК, позволяет использовать адекватное хирургическое пособие. Представления о высоком риске осложнений и травматичности операции у этой группы пациентов преувеличены.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Рудаков С.С. Изолированные и синдромальные дефекты развития грудной клетки и их лечение: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 1988. [Rudakov S.S. Isolated and syndromal defects of sternum development and their treatment. Dr. med. sci. Diss. Moscow; 1988. (in Russ.).]
2. Chidambaram B., Mehta A.V. Currarino-Silverman syndrome (pectus carinatum type 2 deformity) and mitral valve disease. Chest. 1992; 102 (3): 780-2.
3. Coelho M.S., Guimarães P.S.F. Pectus carinatum. J. Bras. Pneumol. 2007; 33 (4): 463-74.
4. Ravitch M.M. The Operative correction of pectus carinatum (pigeon breast). Ann. Surg. 1960; 151 (5): 705-14.
5. Ravitch M.M. Congenital deformities of the chest wall and their operative correction. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1977.
6. Currarino G., Silverman F.N. Premature obliteration of the sternal sutures and pigeon-breast deformity. Radiology. 1958; 70 (4): 532-40.
7. Вишневский А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. Хирургия грудной стенки: Руководство. М.: Издательский дом Видар; 2005 [Vishneskiy A.A., Rudakov S.S., Milanov N.O. Thoracic surgery. Manual. Moscow: Vidar; 2005 (in Russ.).]
8. Mehta A.V. Currarino-Silverman syndrome and congenital heart disease. Tex. Heart Inst. J. 1996; 23 (1): 69.
9. Shamberger R.C., Welch K.J. Surgical correction of chondromesenchymal deformity (Currarino-Silverman syndrome). J. Pediatr. Surg. 1988; 23 (4): 319-22.
10. Печетов А.А., Грицыута А.Ю., Есаков Ю.С., Бурякина С.А. Синдром Куррарино–Сильвермана: серия клинических наблюдений редкой врожденной деформации грудной клетки. Анналы хирургии. 2014; 4: 46-53 [Pechetov A.A., Gritsyuta A.Yu., Esakov Yu.S., Buryakina S.A. Currarino–Silverman syndrome: case report and review. Annals of Surgery. 2014; 4: 46-53 (in Russ.).]

Сведения об авторах: Королев П.А.* — канд. мед. наук, врач торакальный хирург отделения детской травматологии и ортопедии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, e-mail: pakorolev@yandex.ru; Кожевников О.В. — доктор мед. наук, зав. отделением детской травматологии и ортопедии НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, <https://orcid.org/0000-0003-3929-6294>

Для контактов: Королев П.А. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

Information about the authors: Korolyov P.A.* — Cand. of Sci. (Med.), thoracic surgeon, department of pediatric traumatology and orthopaedics, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, e-mail: pakorolev@yandex.ru; Kozhevnikov O.V. — Dr. of Sci. (Med.), head of the department of pediatric traumatology and orthopaedics, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, <http://orcid.org/0000-0003-3929-6294>

Contact: Korolyov P.A. — e-mail: cito@cito-priorov.ru

СТИМУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА В ЛЕЧЕНИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА

А.Е. Яковлев

Клиника комплексного лечения боли, Эпплтон, Висконсин, США

Центральный болевой синдром (ЦБС) является неврологическим расстройством, вызванным повреждением или дисфункцией центральной нервной системы. В его лечении используются как консервативные, так и оперативные методы, однако их эффективность в подавляющем большинстве случаев оказывается довольно низкой. Представлено описание клинического наблюдения пациента 60 лет с повреждением спинного мозга на уровне позвонка Th10 вследствие автомобильной аварии, произошедшей за 44 года до лечения в нашей клинике, фантомными болями, возникшими после двусторонней ампутации выше колена вследствие облитерирующего атеросклероза сосудов нижних конечностей. Ввиду неэффективности консервативного лечения было принято решение о проведении стимуляции спинного мозга. Наличие выраженных послеоперационных изменений в области повреждения спинного мозга осложнило чрескожное введение тестовых электродов на уровне L1–L2 и Th12–L1. Удалось ввести электроды на уровне Th7–Th8, установить их на уровне Th5–Th7. На фоне постоянной нейростимуляции у пациента купировались боли в крестце, в области тазобедренных суставов — и фантомные боли, исчезла потребность в болеутоляющих препаратах. Стимуляция спинного мозга может служить альтернативой в лечении пациентов с некупируемым ЦБС.

Ключевые слова: центральный болевой синдром, боль в спине, электрическая стимуляция, боль в ноге, фантомная боль, стимуляция спинного мозга

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Яковлев А.Е. Стимуляция спинного мозга в лечении центрального болевого синдрома. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:99-103. <https://doi.org/10.17116/vto201803-04199>

TREATMENT OF CENTRAL PAIN SYNDROME WITH SPINAL CORD STIMULATION

A.E. Yakovlev

Comprehensive Pain Management of the Fox Valley, Appleton, USA

Central pain syndrome (CPS) is a neurological disorder caused by damage or dysfunction of the central nervous system. Both conservative and operative methods of treatment are used in its treatment, but in most cases their effectiveness is rather low. We are presenting the clinical observation of a 60-year-old patient with spinal cord injury at the level of Th10 due to a car accident that occurred 44 years before the treatment in our clinic, who suffered from phantom pain that occurred after bilateral above the knee amputation because of advanced peripheral vascular disease. Due to the ineffectiveness of the conservative treatment, it was decided to proceed with spinal cord stimulation. The presence of pronounced postoperative changes in the area of spinal cord injury has complicated the transcutaneous placement of trial leads at the L1–L2 and Th12–L1 level. We managed to introduce leads at the level of Th7–Th8 and position them at the level of Th5–Th7. During continuous neurostimulation the pain in the sacrum, in the area of the hip joints, the phantom pain was relieved. The patient stopped using all pain medications. Spinal cord stimulation can be utilized as an alternative treatment for patients with intractable CPS.

Key words: back pain, central pain syndrome, electric stimulation, intractable leg pain, phantom limb pain, spinal cord stimulation

Conflict of interest: the author state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Yakovlev AE. Treatment of central pain syndrome with spinal cord stimulation. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:99-103. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-04199>

Введение. Развитие хронической боли, в частности центрального болевого синдрома (ЦБС), связано с перенесенными травмами или хирургическими вмешательствами, в том числе ортопедическими. Согласно определению Международной ассоциации по изучению боли, ЦБС может быть вызван поражением или дисфункцией центральной нервной системы на уровне головного мозга, ствола головного мозга и спинного мозга. Появление ЦБС вследствие дисфункции спинного мозга чаще всего обусловлено его травматическим повреждением, например в ре-

зультате дорожно-транспортного происшествия. При этом частота его развития варьирует в пределах от 25 до 85%. Боль при ЦБС может начаться в течение нескольких дней после воздействия этиологического фактора или же могут пройти годы, прежде чем появится болевой синдром, что наблюдают у пациентов, перенесших инсульт [1].

ЦБС является неврологическим состоянием, при котором запускается процесс сенситизации, что может быть следствием продолжающегося поступления сигналов с периферии или вызываться

определенными процессами в головном мозге, а также быть генетически детерминированным. Это приводит к таким клиническим проявлениям, как гиперпатия, гипералгезия и аллодиния. Считается, что ЦБС появляется из-за нарушения проведения болевого сигнала в проводящей системе спинного мозга или вследствие нарушения обработки болевых сигналов в головном мозге [1]. Боль может локализоваться в какой-либо части тела или носить генерализованный характер, при этом она постоянная, трудно контролируемая, изнурительная, угнетающе воздействующая на пациента [1]. Боль при ЦБС чаще всего имеет характеристики обжигающе горячей, реже — стреляющей и колющей (иногда все вместе). Обжигающая боль усиливается в ответ на холод, при легком прикосновении, но не изменяется при сильном давлении [2].

ЦБС, связанный с повреждением спинного мозга, может приводить к дисфункции вегетативной нервной системы, недержанию мочи, пролежням, отекам нижних конечностей, легочным осложнениям, автономной дисрефлексии, спастичности, сексуальной дисфункции.

В развитии фантомного болевого синдрома участвуют как центральные, так и периферические механизмы [3]. При ампутации, сопровождающейся пересечением периферических нервов, нарушается нормальное проведение афферентных импульсов в спинной мозг. Известно, что до 80% пациентов после ампутаций жалуются на фантомные боли.

Лечение ЦБС включает консервативное, медикаментозное лечение, различные блокады на уровне спинного мозга и периферических нервов, хирургические методики и психотерапию. Для восстановления оптимального функционирования пациента с ЦБС очень важна реабилитация. При хронической боли у пациентов часто развивается депрессия, что делает необходимым вовлечение в лечебный процесс психолога и психиатра [1]. Фармакологическая терапия включает в себя трициклические антидепрессанты (амитриптилин, нортриптилин), противоэпилептические препараты (карбамазепин, габапентин), антиаритмические средства, применяемые для лечения нейропатических болевых синдромов (мексилетин). Опиоидные средства используются очень редко и никогда в качестве препаратов первого выбора.

При выраженной трудноконтролируемой боли могут использоваться хирургические методики: пересечение нервов и проводящих путей спинного мозга. К сожалению, эти методики дают кратковременный эффект, у 60–80% пациентов боль рецидивирует. Проведенные исследования показали отсутствие положительных результатов лечения ЦБС при применении указанных выше хирургических способов лечения [4].

Стимуляция моторной коры головного мозга используется в лечении многих хронических болевых синдромов, включая ЦБС, связанный с повреждением спинного мозга, фантомную боль, постгерпетическую невралгию и комплексный региональный боле-

вой синдром [5]. Результатом стимуляции моторной коры головного мозга являются подавление возбудимости клеток таламуса, увеличение регионарного кровотока и улучшение моторной функции [6]. До начала применения этого метода использовался метод глубокой стимуляции головного мозга, который эффективно устранял болевой синдром, но сопровождался большим числом осложнений [7]. Стимуляция спинного мозга (spinal cord stimulation — SCS) используется в лечении фантомной боли с 1969 г., первые исследования были опубликованы в 1975 г. [8]. В настоящее время SCS является успешной интервенционной методикой лечения в том случае, если проведенное ранее консервативное лечение не обеспечило контроль болевого синдрома и улучшение функционального статуса пациента.

Представляем клиническое наблюдение

Пациент М., 60 лет, обратился в клинику с жалобами на выраженную постоянную тупую и ноющую боль в области поясничного и грудного отделов позвоночника, а также на колющую и жгучую боль в области живота и таза, иррадиирующую в ноги. Пациент находился под наблюдением терапевта и невролога, ему проводилась комплексная медикаментозная терапия, включающая морфин в суточной дозе 120 мг и габапентин 300 мг 3 раза в день (более высокие дозы вызывали когнитивные расстройства).

Из анамнеза известно, что в возрасте 16 лет пациент попал в автомобильную аварию и получил необратимое повреждение спинного мозга на уровне позвонка Th10 с развитием параплегии, в связи с чем ему были проведены две реконструктивные операции на позвоночнике с уровня Th8 до L3, которые не привели к улучшению неврологического статуса, и наложена илеостома.

В дальнейшем на фоне длительного курения (2 пачки в день) у пациента развились облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей и окклюзия дистальной аорты. С целью реваскуляризации нижних конечностей и таза были наложены аортофemorальные анастомозы и анастомоз между левой подмышечной и левой общей подвздошной артерией, что не сопровождалось значимым клиническим эффектом. У пациента начались гангрена нижних конечностей и пролежни в области крестца, бедер и промежности. В возрасте 54 лет ему была проведена двусторонняя ампутация выше колен, после чего возникли мучительные, некурабельные фантомные боли и боли в области крестца, живота и таза, которые пациент описывал как обжигающие, стреляющие, с ощущением жара. Кроме того, у пациента были диагностированы гипертоническая болезнь, гиперлипидемия и депрессия.

Комплексное консервативное лечение, включавшее в себя акупунктуру, массаж, метод биологической обратной связи, физиотерапию, кинезиотерапию, эффекта не имело. Симпатические блокады давали кратковременное облегчение. В связи с неэффективностью предшествующего длитель-



Рис. 1. Окончательная установка электродов на уровне позвонков Th5, Th6 и Th7.

Fig. 1. Final placement of the leads at Th5, Th6 and Th7.



Рис. 2. Имплантированный подзаряжаемый нейростимулятор в левой супраглютеальной области.

Fig. 2. Implanted rechargeable generator (Medtronic Inc., Minneapolis, MN) in the left supragluteal area.

ного комплексного лечения пациенту была предложена SCS. После успешного прохождения психологического тестирования была запланирована временная SCS с целью купирования фантомной боли в обеих нижних конечностях, боли в области крестца, живота и таза.

Методика. Временная SCS была проведена под местной анестезией с использованием С-дуги; две иглы Туохи были введены чрескожно в эпидуральное пространство на уровне позвонков L3—L4. К сожалению, из-за послеоперационных изменений в эпидуральном пространстве временные электроды для SCS не смогли пройти выше уровня Th12. При попытке ввести электроды на уровне L4—L5 результат был тот же. Комплексное интраоперационное программирование двух восьмикон-

тактных электродов было предпринято на уровне Th12, L1 и L2 с использованием различных параметров, но пациент не чувствовал парестезии. Было принято решение завершить неудавшуюся попытку временной нейростимуляции с удалением игл Туохи и электродов.

Пациент был осмотрен неврологом и нейрохирургом, и ему была предложена повторная SCS с установкой чрескожных электродов выше уровня перенесенных операций (Th8). Повторная операция через 1 мес была аналогична первой, но две иглы Туохи были введены чрескожно в эпидуральное пространство на уровне Th7—Th8 с установкой двух восьмиконтактных электродов на уровне Th5—Th7. Оба тестовых электрода были присоединены к временному нейростимулятору с последующим комплексным программированием. На фоне начавшейся спинальной стимуляции пациент отмечал ярко выраженные субъективные ощущения в виде «мурашек и теплоты» в области крестца и обеих нижних конечностях. Обе иглы Туохи были удалены, и электроды фиксированы к коже с использованием пластырных полосок Steri-Strips. В тот же день пациент был выписан домой для 3-дневной тестовой нейростимуляции. При повторном осмотре он отмечал снижение фантомной боли в обеих нижних конечностях, боли в области спины и таза на 80% (уровень боли до тестовой нейростимуляции соответствовал 10/10 по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), во время тестирования — 2/10) и выразил свое согласие на имплантацию постоянного нейростимулятора. Временные электроды были удалены.

Через 1 нед в амбулаторном хирургическом центре под местной анестезией и внутривенной седацией пациенту была проведена имплантация постоянных электродов и нейростимулятора. Так же, как во время тестирования, две иглы Туохи были введены в эпидуральное пространство на уровне Th7—Th8 под контролем С-дуги. Затем два восьмиконтактных электрода («Medtronic Inc.», США) были проведены через иглы и установлены на уровне Th5, Th6 и Th7 (рис. 1). В ходе интраоперационного тестирования было выполнено программирование установленных электродов, и пациент вновь подтвердил эффективную стимуляцию в области поясницы, крестца и обеих нижних конечностях. После дополнительной внутривенной седации электроды были подведены через проводник в левую супраглютеальную область, где между фасцией и подкожной жировой клетчаткой было сформировано ложе для стимулятора (рис. 2). Электроды присоединены к подзаряжаемому нейростимулятору («Medtronic Inc.», США), раны послойно ушиты.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Нейростимуляция была начата через 2 нед после операции. Пациент использовал следующие параметры стимуляции: частота 60 Гц, длительность импульса 450 мкс, амплитуда импульса 1,5—2,3 В. Повторные обследования пациента для оценки уровня боли в послеоперационном периоде были проведены через 2, 4, 8, 12 нед и 6 мес

после имплантации нейростимулятора. При каждом послеоперационном визите к врачу пациент отмечал значительное снижение боли на фоне круглосуточного использования нейростимулятора. Он прекратил прием морфина и габапентина, улучшилось его функционирование и произошла социальная интеграция. Также была частично восстановлена способность пациента к бытовой и профессиональной деятельности, активному отдыху.

ОБСУЖДЕНИЕ

Стимуляция нейрональных структур спинного мозга обуславливает ингибирование передачи болевых импульсов в головной мозг. Феномен блокирования передачи ноцицептивных импульсов объясняется теорией воротного контроля боли («gate-control theory»), предложенной R. Melzack и P. Wall в 1965 г. [9]. Теория предполагает, что воздействие на афферентные нервные волокна крупного диаметра и активация неноцицептивных путей способны блокировать ноцицептивные импульсы и таким образом закрывать «ворота боли». Как показывают последние исследования, эффект, оказываемый нейростимуляцией, комплексный и включает в себя влияние на локальный кровоток, нейротрансмиссию, выброс эндорфинов, концентрацию биологически активных веществ, нейромедиаторов. Кроме того, нейростимуляция блокирует мембранную деполяризацию, стимулирует ангиогенез, подавляет симпатическую иннервацию и оказывает нейропротективный эффект [10]. Точный механизм нейромодуляции только предстоит раскрыть, что объяснит многовекторность воздействия этой методики.

С момента первой имплантации нейростимуляторов с эпидуральными электродами для SCS более 30 лет тому назад опубликовано много работ, подтверждающих высокую эффективность этой технологии в лечении хронических болевых синдромов различной этиологии [11–24]. Методика SCS успешно используется в лечении пациентов с синдромом оперированного позвоночника, трудно контролируемой болью вследствие облитерирующего атеросклероза сосудов нижних конечностей [12, 13], ишемической болью [14], стенокардией [15], нейропатиями [16, 17], хронической висцеральной болью [18], хроническим панкреатитом, постоперационными невромами и посттравматической спленэктомией [19–24].

В представленном наблюдении первая попытка ввести электроды в эпидуральное пространство не увенчалась успехом из-за произошедших в нем послеоперационных изменений (временные электроды для SCS не смогли пройти выше уровня Th12). Последующее интраоперационное программирование электродов на уровне Th12, L1 и L2 не дало ожидаемого эффекта из-за повреждения спинного мозга. Однако программирование на уровне Th5—Th7 обеспечило эффективную стимуляцию в области крестца и обеих нижних конечностях. Путем тщательного программирования удалось не только обеспечить планируемую стимуляцию

в областях ощущаемой пациентом боли, но и избежать появления ненужных парестезий в области грудной клетки. Для такого характера боли, как у нашего пациента, идеально было бы расположение электродов на уровне Th8—Th9—Th10 с входом в эпидуральное пространство на уровне Th12—L1 или L1—L2 с целью упрощения процесса введения электродов и снижения риска повреждения спинного мозга. Тем не менее успешно ввести электроды в эпидуральное пространство можно было только выше уровня позвонков, на котором были ранее перенесены операции. Однако этот осложняющий интраоперационный фактор не должен служить причиной отказа от попыток установить чрескожные электроды.

Заключение. Трудности в лечении пациентов с ЦБС испытывают специалисты разных профилей, в том числе травматологи-ортопеды. В представленном клиническом наблюдении пациента с ЦБС с безуспешным медикаментозным и интервенционным лечением в анамнезе показана актуальность использования методики SCS, которая обеспечила стойкий клинический эффект. Методика позволяет провести предварительное тестирование, дает возможность изменять параметры стимуляции как самому пациенту, так и клиницисту через программатор, является нетравматичной и может быть прекращена несложным удалением нейростимулятора в условиях амбулаторной операционной. Методика SCS может быть предложена пациентам с некупирующимся ЦБС как альтернативное лечение, которое имеет выраженный и стойкий болеутоляющий эффект. Она позволяет пациентам избежать побочных эффектов медикаментозной терапии, улучшить функциональный статус, повысить качество жизни и способствует социальной адаптации.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Bowsher D. Central pain: clinical and physiological characteristics. *J. Neural. Neurosurg. Psychiatry*. 1996; 61: 62-9.
2. Bowsher D. Cerebrovascular Disease: Sensory consequences of stroke. *Lancet* 1993; 341: 156.
3. Flor H., Nikolajsen L., Jensen T.S. Phantom limb pain: a case of CNS plasticity? *Nat. Rev. Neurosci.* 2006; 7 (11): 873-81. doi: 10.1038/nrn1991.
4. Harris R. Central pain states: a shift in thinking about chronic pain. *J. Fam. Pract.* 2011; 60 (9 Suppl): S37-42.
5. Kim J., Ryu S.B., Lee S.E. et al. Motor cortex stimulation and neuropathic pain: how does motor cortex stimulation affect pain-signaling pathways? *J. Neurosurg.* 2016; 124 (3): 866-76. doi: 10.3171/2015.1.JNS14891.
6. Tsubokawa T., Katayama Y., Yamamoto T. et al. Treatment of thalamic pain by chronic motor cortex stimulation. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 1991; 14 (1): 131-4.
7. Tsubokawa T., Katayama Y., Yamamoto T. et al. Chronic motor cortex stimulation for the treatment of central pain. *Acta Neurochir. Suppl. (Wien)*. 1991; 52: 137-9.
8. Nielson K.D., Adams J.E., Hosobuchi Y. Phantom limb pain: treatment with dorsal column stimulation. *J. Neurosurg.* 1975; 42 (3): 301-7. doi: 10.3171/jns.1975.42.3.0301.
9. Melzack R., Wall P. Pain mechanisms: A new theory. *Science*. 1965; 150: 971-9.
10. Li H., Dong X., Jin M., Cheng W. The protective effect of spinal cord stimulation postconditioning against spinal cord ischemia/reperfusion injury in rabbits. *Neuromodulation*. 2018; 21: 448-56. doi: 10.1111/ner.12751.

11. Kemler M.A., de Vet H.C., Barendse G.A. et al. Effect of spinal cord stimulation for chronic complex regional pain syndrome Type I: five-year final follow-up of patients in a randomized controlled trial. *J. Neurosurg.* 2008; 108 (2): 292-8. doi: 10.3171/JNS/2008/108/2/0292.
12. Ohnmeiss D.D., Rashbaum R.F., Bogdanorffy G.M. Prospective outcome evaluation of spinal cord stimulation in patients with intractable leg pain. *Spine (Phila Pa1976).* 1996; 21 (11): 1344-50.
13. Yakovlev A.E., Timchenko A.A., Parmentier A.M. Spinal cord stimulation and sacral nerve stimulation for postlaminectomy syndrome with significant low back pain. *Neuromodulation.* 2014; 17 (8): 763-5. doi: 10.1111/ner.12144.
14. Ubbink D.T., Vermeulen H., Spincemaille G.H. et al. Systematic review and meta-analysis of controlled trials assessing spinal cord stimulation for inoperable critical leg ischaemia. *Br. J. Surg.* 2004; 91 (8): 948-55. doi: 10.1002/bjs.4629.
15. Mesa J., Yakovlev A.E. Treatment of intractable angina pectoris utilizing spinal cord stimulation. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2008; 9 (1): 70-4.
16. Levy R.M. Progress in the technology of neuromodulation: the emperor's new clothes? *Neuromodulation.* 2013; 16 (4): 285-91. doi: 10.1111/ner.12103.
17. Slangen R., Schaper N.C., Faber C.G. et al. Spinal cord stimulation and pain relief in painful diabetic peripheral neuropathy: a prospective two-center randomized controlled trial. *Diabetes Care.* 2014; 37 (11): 3016-24. doi: 10.2337/dc14-0684.
18. Yakovlev A.E., Karasev S.A., Resch B.E. Neuromodulation for intractable abdominal pain after laparoscopic repair of epigastric ventral hernia. *Neuromodulation.* 2011; 14: 479.
19. Khan Y.N., Raza S.S., Kahn E.A. Application of spinal cord stimulation for the treatment of abdominal visceral pain syndromes: Case reports. *Neuromodulation.* 2005; 8: 14-27.
20. Jackson M., Simpson K.H. Spinal cord stimulation in a patient with persistent oesophageal pain. *Pain.* 2004; 112: 406-8. doi:10.1016/j.pain.2004.09.009.
21. Cameron T. Safety and efficacy of spinal cord stimulation for the treatment of chronic pain: a 20-year literature review. *J. Neurosurg.* 2004; 100: 254-67.
22. Kapural L., Deer T., Yakovlev A. et al. Technical aspects of spinal cord stimulation for managing chronic visceral abdominal pain: the results from the national survey. *Pain Med.* 2010; 11 (5): 685-91. doi: 10.1111/j.1526-4637.2010.00806.x.
23. Yakovlev A.E., Tamimi M.A., Barolat G. et al. Spinal cord stimulation as alternative treatment for chronic postherniorrhaphy pain. *Neuromodulation.* 2010; 13 (4): 288-90. doi: 10.1111/j.1525-1403.2010.00276.x.
24. Kapur S., Mutagi H., Raphael J. Spinal cord stimulation for relief of abdominal pain in two patients with familial Mediterranean fever. *Br. J. Anaesth.* 2006; 97: 866-8. doi: 10.1093/bja/ael279.

Сведения об авторе: Яковлев Александр Евгеньевич — медицинский директор клиники комплексного лечения боли, e-mail: aeyakovlev@yahoo.com.

Для контактов: Яковлев А.Е. — e-mail: aeyakovlev@yahoo.com

Information about the author: Yakovlev A.E. — medical director, Comprehensive Pain Management of the Fox Valley, Appleton, WI 54911, USA, e-mail: aeyakovlev@yahoo.com.

Contact: Yakovlev A.E. — e-mail: aeyakovlev@yahoo.com

ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ПЯСТНО-ФАЛАНГОВЫХ СУСТАВОВ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ**В.М. Прохоренко^{1, 2}, Е.Н. Симонова^{1*}, Т.И. Александров¹**¹ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, РФ; ²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия

В статье представлен обзор литературы, в котором описаны основные типы эндопротезов пястно-фаланговых суставов, разработанные за период с 1950 по 2017 г. Эндопротезирование пястно-фаланговых суставов показывает эффективные функциональные результаты, позволяя избавить пациентов от болевого синдрома, улучшить социальную адаптацию и внешний вид рук. Особое внимание уделено модификации конструкций в трех поколениях эндопротезов. Приведено обоснование изменений шарнирных соединений, форм ножек, способов фиксации. На основании анализа осложнений использования имплантатов каждого из поколений определены причинно-следственные связи между конструкциями, нежелательными явлениями и разработанными модификациями. Отдельно рассмотрен вопрос о выборе материала. Несмотря на трудности при попытках удержания силиконовых имплантатов в костномозговых каналах, а также риск разрывов, силикон является единственным материалом, который пережил все поколения протезов практически без изменений. Его можно считать отправной точкой для дальнейших исследований.

Ключевые слова: эндопротезирование, пястно-фаланговые суставы, силикон, кисть, пальцы

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Прохоренко В.М., Симонова Е.Н., Александров Т.И. Эндопротезирование пястно-фаланговых суставов пальцев кисти. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018;3-4:104-112. <https://doi.org/10.17116/vto201803-041104>

ENDOPROSTHESIS OF METACARPOPHALANGEAL JOINTS OF THE HAND**V.M. Prokhorenko^{1, 2}, E.N. Simonova^{1*}, T.I. Aleksandrov¹**¹Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsvyan, Novosibirsk, Russia; ²Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

The literature review presents information about the main types of prostheses for metacarpophalangeal joints that were elaborated from 1950 to 2017. Metacarpophalangeal joints arthroplasty shows good functional results enabling to eliminate the pain syndrome, improve social adaptation of a patient and cosmetic view of the hands. Special attention is paid to the modification of constructions in 3 generations of the implants. The changes in hinged joints, stem shape and methods of fixation are stipulated. Based on the analysis of complications for the implants of each generation the cause-effect relationships between the constructions, side-effects and the elaborated modifications are determined. The question on the choice of the material is discussed separately. In spite of the difficulties in retaining silicone implants in the bone marrow canals and the risk of ruptures, silicone is the only material that survived all the generation of implants with practically no changes. It can be considered as a starting point for further studies.

Key words: arthroplasty, metacarpophalangeal joints, silicone, wrist, fingers

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Prokhorenko VM, Simonova EN, Aleksandrov TI. Endoprosthesis of metacarpophalangeal joints of the hand. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:104-112. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-041104>

Введение. В последние 60 лет велось активное изучение одного из ортопедических способов помощи пациентам с заболеваниями и последствиями травм пястно-фаланговых суставов. Речь идет о протезировании пястно-фаланговых суставов искусственными поверхностями. Наравне с другими хирургическими методами эта методика протезирования прошла этапы становления и развития, модернизации и поиска различных путей решений возникающих вопросов и конфликтов. Многие технические аспекты были заимствованы из смежных направлений: эндопротезирования крупных суставов, ревма-

тологии, реконструктивно-пластической хирургии. Другие — были узкоспецифическими в связи с анатомо-физиологическими особенностями.

Особенности пястно-фаланговых суставов. Это суставы мышечного типа с двумя степенями свободы. Площадь двояковыпуклых поверхностей дополняется специальной фиброзно-хрящевой пластинкой, увеличивающей амплитуду движений. Последняя также «расширяется» за счет «мобильной» капсулы и синовиальной оболочки. Амплитуда активного сгибания/разгибания составляет 90/30–40°. Амплитуда пассивного разгибания может до-

стигать 90° в зависимости от натяжения связочного аппарата. Пястно-фаланговые суставы II–V пальцев действуют в основном синхронно, обеспечивая функцию хвата [1]. Наибольшей подвижностью обладает II палец, который раньше выполняет захват предмета. Функцию продолжительного удерживания захваченного предмета выполняет III палец, IV и V пальцы завершают захват и обеспечивают устойчивость.

Проблематику восстановления анатомии и функции пястно-фаланговых суставов, а также болевой синдром определяет ряд заболеваний — посттравматический остеоартроз, ревматоидный артрит, деформирующий остеоартроз и др. Деформирующий остеоартроз поражает суставы в 20% случаев у мужчин и в 10% — у женщин, тогда как картина при ревматоидном артрите зеркально противоположна. Доля поражения пястно-фаланговых суставов доходит до 95%, при том что на 2002 г. были зафиксированы 280 тыс. пациентов с достоверным диагнозом «ревматоидный артрит» [2]. В рамках того или иного повреждения кисть перестает выполнять свою основную функцию «хвата». Это в свою очередь серьезно отражается на качестве жизни пациента. Появляются жалобы на невозможность выполнения профессиональных и повседневных действий (удержание кружки, расчески, столовых приборов, ключей и т.д.). Таким образом, перед врачом ставится задача не только вылечить пациента, но и повысить качество жизни [3].

Известно, что консервативные методы лечения пациентов результативны только на начальных этапах заболеваний. При серьезном разрушении суставных поверхностей — вывихах и подвывихах при ревматоидном артрите, фиксированном положении при посттравматическом остеоартрозе этой локализации и т.д. — приходится прибегать к хирургическим методам лечения. На сегодняшний день в арсенале травматолога-ортопеда имеется несколько методик, позволяющих избавить пациента от боли и восстановить функцию кисти. Хорошо зарекомендовала себя артропластическая операция с использованием различных вариантов имплантатов.

По материалам базы данных PubMed, Scopus, Российской государственной библиотеки был проведен анализ исторических моделей протезов за период с 1950 по 2017 г. Для их описания использовали критерии двух следующих классификационных систем:

I. Классификация протезов пястно-фаланговых суставов, основанная на историческом этапном становлении:

1) первое поколение (с 1950 по 1970 г.): Brannon & Klein, Flatt, Blair;

2) второе поколение (с 1970 по 1990 г.): Schultz, Steffe, St. Georg-Buchholtz, Nicolle, Walker, KY (Minami);

3) третье поколение (с 1990 г. по настоящее время): Hagert, Lundborg, Kessler, Beckenbaugh, Ascension;

4) силиконовые протезы — спейсеры (с конца 1960-х годов по настоящее время). Следует уточнить, что силиконовые протезы не относятся ни к одному из поколений, так как, во-первых, их разработка шла на протяжении всего времени существования протезов этой локализации, во-вторых, их конструкция позволяет говорить о спейсере, целью использования которого первоначально являлось заполнение пустого пространства и восполнение объема, а не восстановление функции.

II. Классификация J. Filderhoff, в соответствии с которой протезы подразделяют по их функциональным типам:

— по взаимодействию (связанные, несвязанные, полусвязанные);

— по типу фиксации (цементные, бесцементные);

— по парам трения (металл–металл, металл–полиэтилен, керамические, пирокарбоновые, силиконовые и т.д.).

Информация в статье представлена хронологически в соответствии с первой классификацией. В некоторых случаях для более корректного описания конструкций протезов были использованы критерии второй классификации.

ПЕРВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОТЕЗОВ

Отдельные виды протезов для пястно-фаланговых суставов создавались еще в 1950-х годах. Специалисты разрабатывали модели связанных протезов с парой трения металл–металл. В 1959 г. E. Brannon и G. Klein [4] представили 2 случая использования моделей из титана для протезирования пястно-фаланговых суставов. Протез состоял из двух компонентов, соединяющихся закруткой с половинной резьбой. Поверхность была скошена для уменьшения трения и раздражения окружающих мягких тканей. Каждая секция содержала центрированную ножку с треугольной плоскостью сечения для устранения ротационного компонента после установки. Жесткий прямоугольный контур узлового соединения обеспечивал одну степень свободы в суставе.

Клиническое исследование ограничилось 2 случаями использования с продолжительностью наблюдения 2 года. Авторы отмечали значительное уменьшение среднего объема движения суставов, укорочение пальцев. Один из протезов вызвал костную резорбцию с проседанием в кость после операции. Впоследствии ими же были представлены сведения о «намагничивании» окружающих тканей металлическими компонентами. С целью уменьшения степени проседания модификация протеза заключалась во введении специальных скрепок как через ножки протеза, так и через узловое соединение (рис. 1). Возможно, с целью уменьшения намагничивания к титану была добавлена нержавеющая сталь [4]. Не стоит забывать и о «металлозе». В результате трения образуются продукты износа компонентов. Они индуцируют реакцию с образованием простагландинов E2, активирующих в свою очередь остеокласты, следствием деятельности которых яв-

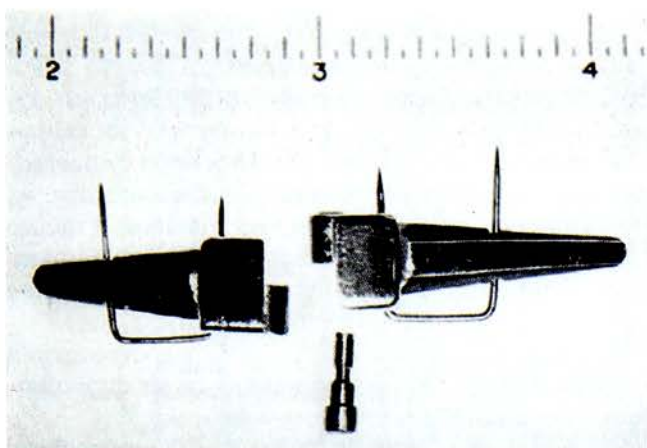


Рис. 1. Эндопротез, предложенный Е. Brannon и G. Klein (1959) [5].

Fig. 1. E. Brannon и G. Klein endoprosthesis (1959) [5].

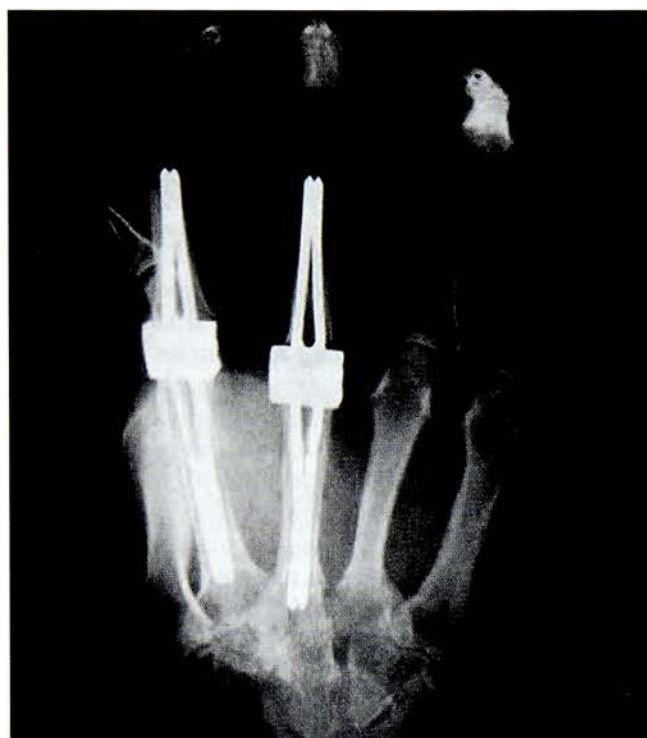


Рис. 2. Рентгенограмма кисти через 5,5 мес после установки протеза Flatt (1961).

Fig. 2. Wrist roentgenogram in 5.5 months after arthroplasty with Flatt implant (1961).

ляются локальные процессы резорбции, снижающие стабильность компонентов в костных каналах [6]. Хотя результаты использования модификации этого протеза не освещены в литературе, считается, что это послужило основой для дальнейшего изучения возможностей протезирования пальцев.

А. Flatt [7], взяв за основу модель Brannon & Klein [4], в 1960 г. модифицировал дизайн протеза и представил собственную модель. В качестве материала была использована нержавеющая сталь, получаемая вакуумным способом из низкоуглеродного сплава. Этот материал характеризовался отсутствием эффекта «намагничивания» и высокими антикоррозийными свойствами. В протезе имелись сдвоенные интрамедуллярные ножки, кото-

рые должны были увеличить остеоинтеграционные способности протеза, снизить ротационный компонент и эффект проседания в кость, имевшие место при имплантации протезов Brannon & Klein. Однако можно предположить, что дублирование ножек способствовало формированию системы «напряженности» между ними, увеличению выраженности локальных резорбтивных процессов и, в конечном итоге, нестабильности компонентов. Это нашло подтверждение в результатах рентгенологического исследования: в абсолютном большинстве случаев наблюдалась костная резорбция, определяемая в виде щели между костью и протезом. Это становилось причиной проседания, а затем и миграции конструкции в проксимальную фалангу или пястную кость [9]. В арсенале хирурга имелось четыре типоразмера (рис. 2).

А. Flatt и M. Ellison [8] несколько лет спустя модифицировали протез, расположив ось сгибания и разгибания более волярно по отношению к ножкам протеза с целью обеспечения лучшего функционирования. В серии Flatt & Ellison описано значительное уменьшение среднего объема движений в послеоперационном периоде. Также сообщалось о сохранении физиологичности функционирования арок движений в замененных суставах и увеличении объема движений в ассоциированных межфаланговых суставах благодаря их реципрокному раздражению.

Осложнения использования этого же протеза описаны в серии наблюдений [10]. Протезы устанавливали не только в пястно-фаланговые, но и в межфаланговые суставы. Разделения осложнений по локализациям представлено не было. Тем не менее были приведены сведения о четырех основных типах осложнений: разгибательных дислокациях, аксиальной ротации пальцев, возвращении ульнарной девиации и «проседании» имплантатов. Если первые три осложнения встречались в 50% случаев, то частота последнего осложнения достигала 80%. В отношении этих протезов можно предположить чрезмерную жесткость шарнирного соединения, обеспечивающую только одну степень свободы, как и в моделях Brannon & Klein. Обращает на себя внимание и избыточная длина ножек проксимального и дистального компонентов. Возможно, автор за счет длинного рычага движения и большей площади соприкосновения «кость-материал» хотел повысить стабильность имплантата. С другой стороны, длинное действующее «плечо» протеза ведет к дополнительной нагрузке и появлению переломов конструкции в перспективе.

ВТОРОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОТЕЗОВ

Второе поколение имплантатов было связано с изменением замкового механизма. Жесткая прямоугольная форма, исключая абдукцию/аддукцию, трансформировалась в форму «ball & socket». Таким образом, в протезах была реализована возможность двух степеней свободы. Пару трения чаще стали составлять металл и полиэтилен. На примере

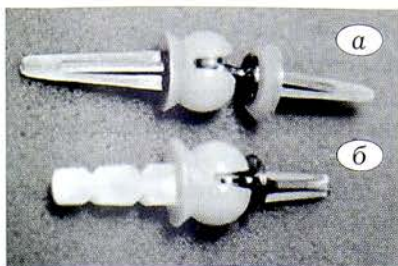


Рис. 3. Имплантаты Mark I (а), Mark II (б) [15].

Fig. 3. Mark I (a), Mark II (б) implants [15].

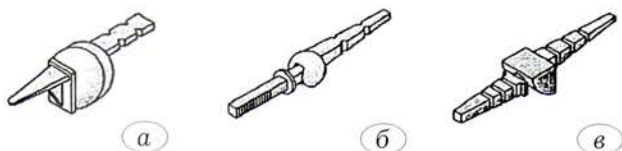


Рис. 4. Внешний вид имплантатов Schultz (а), Steffee (б), St. Georg-Buchholtz (в) [14].

Fig. 4. Schultz (a), Steffee (б), St. Georg-Buchholtz (в) implants [14].

протеза Griffit–Nikoll был представлен роликовый компонент проксимальной фаланги из стали, сопоставляемый с чашечным компонентом пястной кости, сделанным из полипропилена. Гемисферическая сопоставляемая часть была покрыта силиконом для минимизации повреждения мягких тканей.

Трехлетняя серия исследований [11] показала очень низкий уровень переломов таких имплантатов. Дополнительная степень свободы, по-видимому, способствовала перераспределению напряжения на узловое сочленение. Центральной проблемой стало возвращение ульнарной девиации, а также несколько случаев инфицирования. С другой стороны, возвращение ульнарной девиации может быть объяснено недостаточностью подготовки окружающего сустав мягкотканного компонента. Другими словами, возник вопрос об индивидуальной пластической реконструкции сухожильно-связочного аппарата или расширении возможностей геометрии сочленяющихся поверхностей.

За этим последовал огромный ряд разработок моделей имплантатов из разных видов материалов. Все исследования проводились на небольших группах пациентов, презентовался высокий уровень осложнений. В результате большинство из них — Garcia–Moral, Strickland, Walker I, Walker II и др. — было запрещено к использованию [12]. Положительной стороной этих работ стали выводы о необходимости проработки многих вопросов. Исследователи работали над длиной, количеством, формой сечения и шероховатостью ножек протеза. Последнее в совокупности с вырезками и поперечными выемками, возможно, было направлено на повышение стабильности фиксации компонентов в костном канале. В связи с использованием нового материала появлялись осложнения, обусловленные образованием продуктов распада полиэтилена, также отмечались трудности ревизионных оперативных вмешательств при цементном способе фиксации [12].

Примером работ того времени с оценкой ранних и среднесрочных результатов являются ис-

следования R. Beckenbaugh и A. Steffee [13]. Авторами последовательно было предъявлено три модели протеза Mark (рис. 3). Модели представляли собой пару трения металл–полиэтилен, фиксируемую цементным способом. Каждую модель изучали в течение 10 лет, начиная с 1964 г. Результаты применения последней модели были опубликованы в 1997 г. Осложнения возникли в 50% случаев, после чего последняя модификация (протез Mark III) также была запрещена к использованию. Продукты распада металл–полиэтиленовой пары трения также обуславливали развитие воспалительных и резорбтивных процессов. Цементирование в свою очередь стало «камнем преткновения» при ревизионных операциях, так как удаление цемента представляло собой техническую трудность.

В плане выявления новых осложнений важной вехой стала работа B. Adams и соавт. [16] по использованию моделей Shultz (рис. 4, а). Двухкомпонентный протез был представлен парой трения высокоэффективного полиэтилена и кобальт–хрома. Устанавливали его методом цементирования. HDPE-полиэтилен характеризуется твердостью, жесткостью, прочностью на растяжение и сжатие, химической устойчивостью, гибкостью и эластичностью в интервале температур от -70 до 100°C . Что касается кобальтохромового сплава, то механические прочностные качества кобальта поддерживаются антикоррозийными свойствами хрома. Сплав, обработанный методом «полирования», характеризуется исключительно низкой шероховатостью и соответственно низким уровнем образования продуктов распада и трения. Главной проблемой протеза стали частые случаи переломов компонентов вблизи узлового соединения, гетеротопическая остеолизация в 100% случаев и расшатывание компонентов, подтверждавшееся рентгенологическими изменениями окружающей костной ткани в виде полос повышенной интенсивности. Кроме того, после установки протезов возникала ульнарная девиация. Результаты дают основание задуматься о направлении сил напряженности, «срезающих» силах, предельно допустимых нагрузках по отношению к каждому из дизайнов.

Приблизительно в то же время была представлена серия исследований алюмокерамических протезов KY, базировавшихся на модели MINAMI [17, 18]. Обе модели имели пястную ножку из поликристаллического алюминия и проксимально-фаланговую ножку из монокристаллического алюминия, покрытого высокоплотным полиэтиленом. Все протезы устанавливали без использования цемента. Протез также имел две степени свободы. Результаты выявили чрезвычайно маленький средний объем движений в послеоперационном периоде. Слабыми сторонами протеза этого дизайна стали качество керамики, неконтролируемая порозность материала при изготовлении, однородность керамических «зерен» и присутствие добавочных включений. Этим, вероятно, можно объяснить большое количество переломов (серия Mahoney и Dimon). Та-

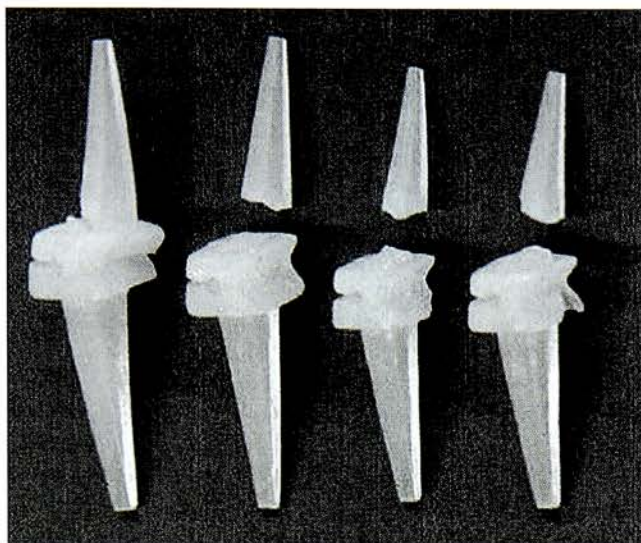


Рис. 5. Переломы протезов Sutter, полученные в ходе тестов-симуляций [27].

Fig. 5. Fractures of Sutter implants during simulation tests [27].

ким образом, фокус внимания переместился на использование других материалов.

СИЛИКОНОВЫЕ СПЕЙСЕРЫ

Наравне с представленными выше моделями с 1962 г. в пястно-фаланговые суставы стали устанавливать силиконовые протезы Swanson из силикона «флекспан». Если все другие протезы со временем были запрещены по тем или иным соображениям, то силиконовые протезы, прошедшие ряд модификаций, прочно обосновались в арсенале травматологов-ортопедов. Протез связанного типа свободно устанавливался в костные каналы и фиксировался, по задумке автора, формированием плотной фиброзной капсулы вокруг него. За 55-летний период проведено более 60 крупных исследований, направленных на изучение свойств имплантата, сравнение его с другими моделями. Абсолютное большинство врачей видят в нем «золотой стандарт» при имеющихся у него отрицательных свойствах [5].

Споры ведутся в связи с целесообразностью использования протеза в «ревматоидной» кисти. С одной стороны, эластические свойства силикона способствуют меньшей травматизации разряженной костной ткани. С другой стороны, не стоит забывать о необходимости формирования плотной капсулы и стабильности мягкотканного компонента, так необходимых для функционирования сустава в послеоперационном периоде. Ввиду того, что ревматоидный артрит — это системное заболевание, поражающее не только костные компоненты сустава, возникает необходимость проработки вопроса о сухожильно-связочном балансе в патологически измененной кисти. Установка силиконового имплантата сама по себе не является законченным оперативным вмешательством, так как требует дополнительного этапа — реконструктивно-пластического вмешательства на сухожильно-мышечном аппарате.

Тем не менее все исследователи пришли к выводу о несомненной эффективности силиконовых

протезов при этом заболевании. Во-первых, от 80 до 99% опрошенных пациентов указывали и ставили на первое место по важности устранение болевого синдрома. Во-вторых, на фоне распространенного метода артродезирования, исключающего любые типы движения, эндопротезирование не только сохраняет имеющийся объем, но и зачастую увеличивает его, выравнивает осевые компоненты. Наконец, немаловажным условием, предъявляемым пациентами, является внешний косметический результат операции. В исследованиях по всему миру доказано повышение социальной адаптации и качества жизни пациентов в послеоперационном периоде [3].

Попытки модифицировать имплантат Swanson путем добавления тех или иных материалов не дали выраженных результатов. Как правило, модификации уступали некоторым свойствам оригинальной модели, ни разу не превосходя его в эффективности.

Примером служит модель Niebauer, созданная в 1966 г. [19, 20]. Силиконовый протез усиливали как изнутри, так и снаружи дакроновой нитью для прочностных характеристик и фиксации соответственно. Использование дакрона — синтетической плетеной неразстворяющейся полиэстеровой нити высокой прочности — должно было повысить способность к фиксации в костном канале. Однако никаких изменений выявлено не было. Более того, возникал конфликт двух разных материалов — более мягкий из них деформировался. И R. Beckenbaugh [13], и C. Hagert [21] сообщили о высокой частоте переломов этих моделей, предположив, что протез недостаточно прочен, чтобы противостоять испытываемым пациентом нагрузкам.

В 1987 г. была представлена модель Sutter, созданная с целью устранить или хотя бы уменьшить недостатки модели Swanson [22–24]. В этом протезе использовался силикон «силфлекс». Хирургу были доступны 7 типоразмеров. Утверждалось, что этот протез обеспечивает больший объем движений, так как центр фиксации располагался пальмарнее продольной оси имплантата. За счет этого облегчался процесс разгибания. В серии Joyce 25% протезов были удалены по причине полного разрыва. Все разрывы возникли в типичном месте, как и в протезе Swanson [25, 26].

В 2003 г. Т. Joyce и соавт. [27] провели серию тестов-симуляций. При циклическом процессе сгибания и разгибания было выявлено, что один тип протеза Sutter рвался через 10 млн циклов, а второй — через 5,3 млн циклов (рис. 5). Локализация разрыва соответствовала таковой у удаленных протезов Sutter и Swanson. Силикон рвался по малому радиусу в месте соединения дистальной ножки и узла, место разрыва имело треугольную форму сечения. Принимая во внимание полученные данные, можно сделать следующее предположение. В связи с тем, что протез сделан из силикона, он будет изгибаться не только в узле, но и в ножке, которая, имея маленькую площадь сечения, не может противостоять воздействию, а значит, большинство переломов будет возникать именно здесь.

Для повышения стабильности была создана модель Helal с дорсоульнарной «створкой», благодаря которой должна была быть преодолена ульнарная девиация [28]. В исследовании приняли участие 40 пациентов. Результатом стал рецидив ульнарной девиации. Нововведение в геометрию «замка» не дало эффекта. Положительной стороной стал небольшой процент переломов.

Проводились экспериментальные исследования по разработке способов фиксации силиконовых протезов. Так, в модели Calnan–Riese один из компонентов фиксировали цементом [29]. Ее модификацией стала модель Calnan–Nikoll: полипропиленовый монокомпонент, облаченный снаружи в силиконовую капсулу. За 1 год исследования в серии Calnan–Nikoll 1972 г. производства констатировали хороший объем движений на фоне высокой частоты рецидива ульнарной девиации [30]. В серии Griffiths–Nikoll объем движения в позднем отдаленном периоде был меньше, чем в раннем послеоперационном [31]. Показатели частоты развития инфекционного процесса и переломов остались на прежнем уровне. Результат был хорошим, однако протез Swanson по-прежнему считался превосходящим все другие модели по большинству показателей.

В отечественной практике был известен силиконовый протез Мовшовича–Гришина, изготавливаемый из вспененного силикона [32]. Протез служил в качестве эластической распорки соответствующего дефекту размера. Целью являлось предупреждение подвывиха и восстановление функции.

На сегодняшний день используются очень близкие к оригинальной модели протеза Swanson 1962 г. силиконовые протезы: Swanson («Wright»), Sutter («Avanta»), NeuFlex («DePuy»), PreFlex («Avanta»), SiliconeMCP («Ascension»), SBI. Модели различаются длиной, формой поперечного сечения «ножек», предизогнутостью шарнирного соединения. Их сравнивают между собой, тестируют в автоматизированных системах на прочность разрыва.

Протез NeuFlex — более современная модель на рынке, созданная в 1998 г. компанией «DePuy» [33–37]. Главной особенностью дизайна стал 30-градусный нейтральный угол, направленный на воссоздание естественной «отдыхающей» позиции руки, что, предположительно, устраняет стресс-воздействие на имплантат, особенно на узловое соединение. Разработчики утверждали, что он обеспечивает комфорт и требует меньших усилий для сгибания пальца. Он состоит из силиконового монокомпонента (материал «Anasil») и имеет 7 возможных типоразмеров, которые должны удовлетворить любым индивидуальным запросам. R. Delaney и соавт. [38] сравнили результаты использования протезов Swanson и NeuFlex по прошествии 2 лет после операции. Не было выявлено ни одного случая перелома, однако сообщалось о случаях силиконового синовита и инфекционного процесса. Также было обнаружено, что средний объем движений после операции был больше в новой модели. Тем не менее не было обнаружено различий в отношении функ-

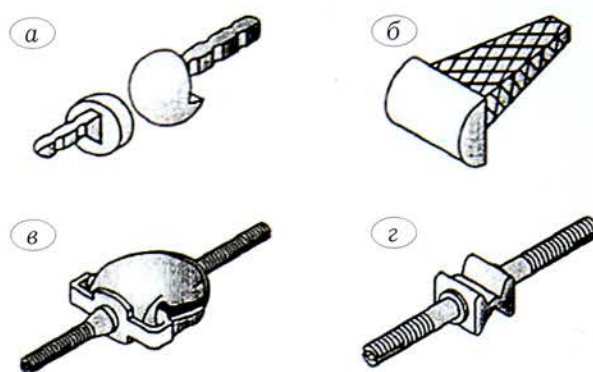


Рис. 6. Гибридные протезы Beckenbaugh (а), Kessler (б), Hagert (в), Lundborg (г).

Fig. 6. Hybrid Beckenbaugh (a), Kessler (б), Hagert (в), Lundborg (г) implants.

ционирования, силы и частоты рецидива ульнарной девиации. При тестировании трех типоразмеров в 30 имплантатах была констатирована возможность выполнения 9,4, 10,3 и 19,9 млн циклов сгибания и разгибания до возникновения перелома. Все три перелома возникли вдоль стержня центрального узлового соединения. Для сравнения: имплантат Sutter ломается через 10 и 5,3 млн, Swanson — 400 млн циклов.

ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ ПРОТЕЗОВ

К третьему поколению зарубежные ученые относят модели, полностью восполняющие поверхности суставов, «тотальные» протезы или гибриды связанных и эластичных моделей. В них доступны как флексия/экстензия, так и абдукция/аддукция.

Попытки решить вопрос о необходимости правильного сопоставления центров ротации в отношении пястно-фалангового сустава и имплантатов привели к созданию несвязанных протезов, повторяющих суставные поверхности. Эта концепция широко использовалась в моделях из пирокарбона. Изучение свойств этого материала в протезировании не вызвало широкого интереса на территории РФ. Тем не менее зарубежные коллеги изучают его с таким же интересом, как и протезы Swanson.

Примером может служить модель Ascension, показавшая достаточную стабильность, вызвавшая высокую удовлетворенность пациентов, увеличившая средний объем движений и выживаемость. Однако модель была запрещена по двум причинам: 1) из-за низкой костной фиксации и последующей сублюкации; 2) из-за неудовлетворительных рентгенологических показателей (ободок просветления на границе имплантат–кость) [33, 39].

R. Beckenbaugh создал бесцементный несвязанный двухкомпонентный протез (рис. 6, а) из пирокарбона. Через 1 год исследований средний объем движений составил 47°, о случаях инфекции не сообщалось. Через 8 лет клинических испытаний арка движения увеличилась, наблюдались исправление деформации и низкий уровень переломов [39].



Рис. 7. Протезы Daphne (a), Mathys (б).

Fig. 7. Daphne (a), Mathys (б) implants.



Кроме пирокарбоновых имплантатов, известны модели Kessler [41], Hagert [42], Lundborg [43] (см. рис. 6, б—г), выполненные из разных материалов. Они все находятся на стадии изучения с целью выявления положительных и отрицательных характеристик. Однако из-за отсутствия эластических свойств они уже исключены из списка имплантатов, рекомендуемых к использованию у пациентов с грубой ревматоидной кистью. В этом отношении протез Swanson является предпочтительным.

Протез Kessler (1974) — это силиконовый протез для замещения головки пястной кости, укрепленный в ножках дакроновой нитью. В открытых источниках на сегодняшний день отсутствует информация о результатах применения этих протезов в объеме, позволяющем судить об их эффективности [39]. Можно предположить возникновение проблем и осложнений в связи с отсутствием сферичности в геометрии протеза (нарушение функции), а также ввиду несоответствия силикона и дакрона как материалов.

Протез Hagert (1986), выполненный по технологии титанового дистального компонента и UHMWPE-полиэтиленовой головки проксимального компонента (ball & socket), допускает сгибание, разгибание, флексию и экстензию. За 3,5 года авторского наблюдения были выявлены арка движения в 65° сгибания, отсутствие рецидива деформации, однако наблюдалась высокая частота переломов [42].

В СССР и РФ (В.Н. Кустов, 1987; С.П. Лушников, 1991; С.В. Архипов, 1997; С.Л. Кабаргин, 2002; П.П. Пашук, 2002; В.Г. Абросимов, 2004; А.Л. Свистков, 2016) было предложено большое количество разнообразных моделей пястно-фаланговых эндопротезов, но ни один из них не получил массового распространения, а клинические результаты их использования в литературе практически не представлены.

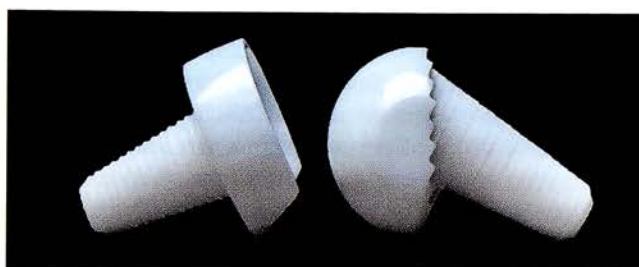


Рис. 8. Протез МОЖЕ.

Fig. 8. MOJE implant.

В ЦИТО в 1970-е годы был предложен протез оригинальной конструкции Мовшовича—Гришина [32]. Силиконовая монолитная конструкция представляла собой фигурный стержень с расширенной средней частью и двумя концами в виде штуцера. Ножки протеза дополнительно армировались металлическими стержнями и имели специальные выступы, что позволяло более прочно фиксировать протез в костномозговых каналах. В исследовании на 97 пациентах в 4 случаях имел место неудовлетворительный результат вследствие нагноения; в 4 случаях отмечался разрыв конструкции, два из которых потребовали резэндопротезирования. При ревизии был сделан акцент на формирование хорошо выраженной фиброзной капсулы [44].

В отечественной литературе часто упоминаются и другие модели протезов пястно-фаланговых суставов: Mathys, Daphne [45, 46].

Установка выполненного из полиметилметакрилата и полимеров связанного протеза Daphne в 1/2 случаев осложнялась переломом ножек и возвращением ульнарной девиации. В протезе два цилиндрических компонента были связаны между собой шарнирным соединением из нержавеющей стали. Создатели пришли к четырехгранному сечению ножек для устранения ротационного компонента в каналах (рис. 7, а) [45, 46].

Связанный протез Mathys выполнен из полиэфирэфиркетона. Блокирование в костных каналах осуществляется путем закручивания титановых винтов в ножках протеза. Имеется 9 типоразмеров (см. рис. 7, б).

Около 10 лет назад в арсенал травматологов-ортопедов вернулись керамические модели в лице несвязанных протезов МОЖЕ (рис. 8).

Оба компонента имеют угол подъема 6°, наклон головки 30° и общую флексию 90°. Для повышения устойчивости компонентов в костных каналах ножки имеют рифленую поверхность. На сегодняшний день имеется опыт установки свыше 50 протезов МОЖЕ, ближайшие результаты оцениваются как благоприятные, однако окончательный анализ будет представлен позже.

Заключение. 1. Эндопротезирование пястно-фаланговых суставов кисти является перспективным и современным методом лечения заболеваний кисти.

2. Проблема создания оптимальной конструкции все еще далека от своего решения, на что указыва-

ют большое число моделей имплантатов и продолжающиеся разработки.

3. Отсутствие единой концепции в отношении формы протеза, материала, из которого он должен быть изготовлен, способа фиксации требует углубленного изучения анатомических и биомеханических особенностей сустава.

4. Учитывая сложность конструирования моделей протезов и незавершенность исследований, такой вид оперативного пособия должен проводиться в специализированных отделениях.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Капанджи А.И. Верхняя конечность. Физиология суставов. М.: Эксмо; 2009: 220-9. [Kapandji A.I. Upper Extremities. Physiology of the Joints. Moscow: Eksmo; 2009: 220-9. (in Russ.)].
2. Насонов Е.Л., Насонова В.А. Национальное руководство. Ревматология. М.: «Гэотар-Медиа»; 2008: 290-1. [Nasonov E.L., Nasonova V.A. National guide. Rheumatology. Moscow: Geotar-Media; 2008: 290-1. (in Russ.)].
3. Bogoch E.R., Escott B.G., Ronald K. Hand appearance as a patient motivation for surgery and a determinant of satisfaction with metacarpophalangeal joint arthroplasty for rheumatoid arthritis. *Am. J. Hand Surg.* 2011; 36 (6): 1007-14. doi:10.1016/j.jhsa.2011.02.002.
4. Brannon E.W., Klein G. Experiences with a finger-joint prosthesis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1959; 41-A (1): 87-102.
5. Lester L.E. The Biomechanical analysis of the hand in rheumatoid arthritis patients with MCP arthroplasty. E-thesis. Jan.2009 (www.etheses.bham.ac.uk/id/eprint/441/).
6. Митин В.Н., Ягников С.А. Отдаленные результаты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у собак при его дисплазии. Российский ветеринарный журнал. 2005; 1: 2-5. [Mitin V.N., Iagnikov S.A. Distant results of the total endoprosthesis of the hip joint in dogs with dysplasia. *Rossiiskij veterinarnyi zhurnal.* 2005; 1: 2-5. (in Russ.)].
7. Flatt A.E. Restoration of rheumatoid finger-joint function. Interim report on trial of prosthetic replacement. *J. Bone Joint Surg.* 1961; 43 (5): 753-74.
8. Flatt A.E., Ellison M.R. Restoration of rheumatoid finger joint function. A follow-up note after 14 years of experience with a metallic-hinged prosthesis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1972; 54 (6): 1317-22.
9. Ferlic D.C., Serot D.I., Clayton M.L. The use of the Flatt hinge prosthesis in the rheumatoid thumb. *Hand.* 1978; 10 (1): 94-8.
10. Blair W.F., Shurr D.G., Buckwalter J.A. Metacarpophalangeal joint arthroplasty with a metallic hinged prosthesis. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1984; (184): 156-63.
11. Varma S.K., Milward T.M. The Nicolle finger joint prosthesis: a reappraisal. *J. Hand Surg. Br.* 1991; 16 (2): 187-90.
12. Gillespie T.E., Flatt A.E., Youm Y., Sprague B.L. Biomechanical evaluation of metacarpophalangeal joint prosthesis designs. *Am. J. Hand Surg.* 1979; 4 (6): 508-21. doi:10.1016/S0363-5023(79)80002-7.
13. Beckenbaugh R.D., Steffee A.D. Total joint arthroplasty for the metacarpophalangeal joint of the thumb—a preliminary report. *Orthopaedics.* 1981; 4: 295-8. doi:10.3928/0147-7447-19810301-06.
14. Beevers D.J., Seedhom B.B. Metacarpophalangeal Joint Prostheses: A Review of past and Current Designs. *Proc. Inst. Mech. Eng. H.* 1993; 207 (4): 195-206. doi:10.1243/pime_proc_1993_207_297_02.
15. <http://www.orthopaediclist.com/category/implants-37.html?Initial=&searchoffset=60>.
16. Adams B.D., Blair W.F., Shurr D.G. Schultz metacarpophalangeal arthroplasty: A long-term follow-up study. *J. Hand Surg.* 1990; 15 (4): 641-5. doi:10.1016/S0363-5023(09)90029-6.
17. Minami M., Yamazaki J., Kato S., Ishii S. Alumina ceramic prosthesis arthroplasty of the metacarpophalangeal joint in the rheumatoid hand: A 2-3-year follow-up study. *J. Arthroplasty.* 1988; 3 (2): 157-66.
18. Doi K., Kuwata N., Kawai S. Alumina ceramic finger implants: a preliminary biomaterial and clinical evaluation. *Am. J. Hand Surg.* 1984; 9 (5): 740-9. doi:10.1016/S0363-5023(84)80027-1.
19. Niebauer J.J., Landry R.M. Dacron-silicone prosthesis for the metacarpophalangeal and interphalangeal joints. *Hand.* 1971; 3 (1): 55-61. doi: 10.1016/0072-968X(71)90012-X.
20. Niebauer J.J., Shaw J.L., Doren W.W. Silicone-dacron hinge prosthesis. Design, evaluation, and application. *Ann. Rheum. Dis.* 1969; 28 (5): Suppl: 56-8.
21. Hagert C.G. Metacarpophalangeal joint implants. II. Roentgenographic study of the Niebauer-Cutter metacarpophalangeal joint prosthesis. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 1975; 9 (2): 158-164. doi:10.3109/02844317509022781.
22. Zhang H., Xue D., Yu J.J. Is Swanson prosthesis better than Sutter prosthesis for metacarpophalangeal joint arthroplasty? A meta-analysis. *J. Plast. Surg. Hand Surg.* 2015; 49 (1): 45-51. doi: 10.3109/2000656X.2014.942313.
23. Tägil M., Geijer M., Malcus P., Kopylov P.J. Correlation between range of motion and implant fracture: a 5 year follow-up of 72 joints in 18 patients in a randomized study comparing Swanson and Avanta/Sutter MCP silicone prosthesis. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* 2009; 34 (6): 743-7. doi: 10.1177/1753193409346793.
24. Williams N.W., Penrose J.M., Hose D.R. Computer model analysis of the Swanson and Sutter metacarpophalangeal joint implants. *J. Hand Surg. Br.* 2000; 25 (2): 212-20. doi:10.1054/jhsb.1999.0352.
25. Joyce T.J., Unsworth A. A literature review of "failures" of the Swanson finger prosthesis in the metacarpophalangeal joint. *Hand Surg.* 2002; 7 (1): 139-46. doi:10.1142/S0218810402000881.
26. Joyce T.J., Unsworth A. NeuFlex metacarpophalangeal prostheses tested in vitro. *Proc. Inst. Mech. Eng. H.* 2005; 219 (2): 105-10. doi: 10.1243/095441105X9192.
27. Joyce T.J., Milner R.H., Unsworth A. A comparison of ex vivo and in vitro Sutter metacarpophalangeal prostheses. *J. Hand Surg.* 2003; 28 (1): 86-91. doi:10.1054/jhsb.2002.0862.
28. Levack B., Stewart H.D., Flierenga H., Helal B. Metacarpophalangeal joint replacement with a new prosthesis: description and preliminary results of treatment with the helal flap joint. *J. Hand Surg. Br.* 1987; 12 (3): 377-81. doi:10.1016/0266-7681(87)90193-8.
29. Calnan J.S., Reis N.D., Bywaters E.G., Holt P.J. Development of an artificial finger joint for rheumatoid arthritis. *Ann. Rheum. Dis.* 1968; 27 (5): 476.
30. Nicolle F.V., Calnan J.S. New design of finger prosthesis for the rheumatoid hand. *Hand.* 1972; 4 (2): 135-46. doi: 10.1016/0072-968X(72)90031-9.
31. Griffiths R.W., Nicolle F.V. Three years' experience of metacarpophalangeal joint replacement in the rheumatoid hand. *Hand.* 1975; 7 (1): 75-7. https://doi.org/10.1016/0072-968X_75_90068-6.
32. Мовшович И.А., Бородин В.С., Гришин И.Г., Ройтберг Г.И. Эндопротез сустава пальца кисти. Авторское свидетельство СССР: № 1661375/31-16; 1974. [Movshovich I.A., Borodkin V.S., Grishin I.G., Roitberg G.I. Finger joint endoprosthesis. USSR copyright certificate: # 1661375/31-16; 1974. (in Russ.)].
33. Hilker A., Miehle R.K., Schmidt K. Prosthetics of metacarpophalangeal joints. *Z. Rheumatology.* 2007; 66 (5): 366-75 (in German). doi: 10.1007/s00393-007-0193-1.
34. Hussein A.I., Stranart J.C., Meguid S.A., Bogoch E.R. Biomechanical validation of finite element models for two silicone meta-carpo-phalangeal joint implants. *J. Biomech. Eng.* 2011; 133 (2): 024501. doi: 10.1115/1.4003311.
35. Escott B.G., Ronald K., Judd M.G., Bogoch E.R. NeuFlex and Swanson metacarpophalangeal implants for rheumatoid arthritis: prospective randomized, controlled clinical trial. *J. Hand Surg. Am.* 2010; 35 (1): 44-51. doi:10.1016/j.jhsa.2009.09.020.

36. Kimani B.M., Trail I.A., Hearnden A. et al. Survivorship of the Neuflex silicone implant in MCP joint replacement. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* 2009; 34 (1): 25-8. doi: 10.1177/1753193408094437.
37. Namdari S., Weiss A.P. Anatomically neutral silicone small joint arthroplasty for osteoarthritis. *J. Hand Surg. Am.* 2009; 34 (2): 292-300. doi: 10.1016/j.jhsa.2008.11.005.
38. Delaney R., Trail I.A., Nuttall D. A comparative study of outcome between the Neuflex and Swanson metacarpophalangeal joint replacements. *J. Hand Surg. Br.* 2005; 30 (1): 3-7. doi:10.1016/J.JHSB.2004.10.013.
39. Lee K.H., Kim S.J., Cha Y.H. et al. Three-dimensional printed prosthesis demonstrates functional improvement in a patient with an amputated thumb: A technical note. *Prosthet. Orthot. Int.* 2018; 42 (1): 107-111. doi: 10.1177/0309364616679315.
40. Cook S.D., Beckenbaugh R.D., Redondo J., Popich B.S., Klawitter J.J., Linscheid R.L. Long-term follow-up of pyrolytic carbon metacarpophalangeal implants. *J. Bone Joint Surg.* 1999; 81A: 635-48.
41. Kessler I. A new silicone implant for replacement of destroyed metacarpal heads. *Hand.* 1974; 6 (3): 308-10. doi: 10.1016/0072-968X(74)90046-1.
42. Hagert C.G., Branemark P.I., Albrektsson T. et al. Metacarpophalangeal joint replacement with osseo-integrated endoprostheses. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 1986; 20 (2): 207-18.
43. Lundborg G., Branemark P.I. Osseointegrated silicone implants for joint reconstruction after septic arthritis of the metacarpophalangeal joint: a 10-year follow-up. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 2001; 35 (3): 311-5. doi: 10.1080/028443101750523249.
44. Гришин И.Г., Хлебников Ф.И. Восстановление подвижности суставов пальцев кисти методом эндопротезирования. Эндопротезирование в травматологии и ортопедии: Сборник научных трудов. Саратов; 1987: 139-44. [Grishin I.G., Khlebnikov F.I. Restoration of finger joints movements with endoprostheses. Joint replacement in traumatology and orthopaedics: Collection of scientific papers. Saratov; 1987: 139-44. (in Russ.)].
45. Родоманова Л.А., Афанасьев А.О. Сравнительный анализ эффективности эндопротезирования пястно-фаланговых суставов у больных с ревматоидным поражением кисти. Травматология и ортопедия России. 2015; (1): 42-50. [Rodomanova L.A., Afanas'yev A.O. Comparative study of metacarpophalangeal joint arthroplasty effectiveness in patients with rheumatoid hand. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2015; (1): 42-50. (in Russ.)]. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-48-51
46. Коломацкий В.В. Эндопротезирование пястно-фаланговых суставов у пациентов с ревматоидным артритом имплантатом нового поколения: Автореф. ... дис. канд. мед. наук. М.; 2008. [Kolomatskiy V.V. Metacarpophalangeal joint arthroplasty using new generation implant in patients with rheumatic arthritis. Cand. med. sci. Diss. Moscow; 2008. (in Russ.)].

Сведения об авторах: Прохоренко Валерий Михайлович — доктор мед. наук, проф., главный науч. сотр. ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, зав. кафедрой травматологии и ортопедии НГМУ, <https://orcid.org/0000-0002-0655-9644>; Симонова Екатерина Николаевна — аспирант ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, <https://orcid.org/0000-0002-4368-169X>, e-mail: Nepalopeno@mail.ru; Александров Тимофей Игоревич — канд. мед. наук, науч. сотр. ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна, <https://orcid.org/0000-0002-6257-8356>.

Для контактов: Прохоренко В.М. — e-mail: nicto@nicto.ru

Information about the authors: Prokhorenko V.M. — Dr. of Sci. (Med.), head researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, head of the chair of traumatology and orthopaedics, <https://orcid.org/0000-0002-0655-9644>; Simonova E.N. — Postgraduate, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, <https://orcid.org/0000-0002-4368-169X>, e-mail: Nepalopeno@mail.ru; Aleksandrov T.I. — Cand. of Sci. (Med.), researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, <https://orcid.org/0000-0002-6257-8356>.

Contact: Prokhorenko V.M. — e-mail: nicto@nicto.ru

ПОСТАРТРОСКОПИЧЕСКИЙ ОСТЕОНЕКРОЗ МЫШЦЕЛКОВ БЕДРЕННОЙ И БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТЕЙ

А.Н. Торгашин*, С.С. Родионова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия

Остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей — серьезное заболевание, приводящее к тяжелой форме артроза/артрита и требующее эндопротезирования сустава. Постартроскопический остеонекроз является довольно редким осложнением артроскопического вмешательства на коленном суставе по поводу разрыва мениска. Ввиду редкости этого осложнения пациенты и хирурги часто оказываются не готовы к его развитию. В обзоре рассмотрены типичные случаи развития асептического остеонекроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей после проведенной артроскопии, определены возможные факторы риска, описаны особенности диагностики и тактики лечения.
Ключевые слова: постартроскопический остеонекроз, менискэктомия, остеотропная терапия

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Торгашин А.Н., Родионова С.С. Постартроскопический остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:113-118. <https://doi.org/10.17116/vto201803-041113>

POSTARTHROSCOPIC OSTEONECROSIS OF FEMORAL AND TIBIAL CONDYLES

A.N. Torgashin*, S.S. Rodionova

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

Osteonecrosis of femoral and tibial condyles is a serious disease resulting in severe forms of arthrosis/arthritis and requiring arthroplasty. Postarthroscopic osteonecrosis is rather rare complication after arthroscopic intervention on the knee joint usually due to meniscus rupture. The surgeons and patients are often not prepared for this complication development. The review covers the common cases of femoral and tibial condyles osteonecrosis after arthroscopic intervention. Potential risk factors are identified; the peculiarities of diagnosis and treatment tactics are described.

Key words: postarthroscopic osteonecrosis, meniscectomy, osteotropic therapy

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Torgashin AN, Rodionova SS. Postarthroscopic osteonecrosis of femoral and tibial condyles. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;3-4:113-118. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-041113>

Введение. Остеонекроз — тяжелое полиэтиологическое заболевание, связанное с гибелью остеоцитов в определенном участке костной ткани и быстро приводящее к развитию вторичного артроза/артрита прилежащего сустава.

Мыщелки бедренной и большеберцовой костей являются второй по распространенности локализацией асептического некроза после головки бедренной кости [1]. Чаще поражаются мыщелки бедренной кости (впервые описано S. Ahlbäck и соавт. в 1968 г.) [2], реже — плато большеберцовой кости (описано G. d'Angeljan и соавт. в 1976 г.) [3].

Выделяют спонтанный (первичный, идиопатический) остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей, выявляемый преимущественно у женщин старше 65 лет, и вторичный, характерный для более молодых пациентов, который развивается на фоне приема глюкокортикоидов, злоупотребления алкоголем, лучевой терапии, аутоиммунных заболеваний и коагулопатий. По некоторым данным

[4], распространенность спонтанного остеонекроза составляет 3,4% у пациентов старше 50 лет и 9,4% у пациентов старше 65 лет. Несколько реже встречается вторичная форма, характеризующаяся двусторонним поражением костей суставов и образованием множественных очагов.

В настоящее время в отдельную нозологическую форму выделяют такое, казалось бы, «неожиданное» осложнение хирургического вмешательства на коленном суставе, как постартроскопический остеонекроз. Как правило, это осложнение развивается после частичного удаления мениска, а также после пластики передней крестообразной связки [5, 6].

Многие травматологи, занимающиеся артроскопией, не учитывают возможность возникновения этой патологии, пока не столкнутся с ней в клинической практике.

В настоящей статье рассмотрены типичные случаи развития асептического некроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей после проведенной

артроскопии с определением возможных факторов риска, особенностей диагностики и тактики лечения.

Постартроскопический некроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей

На остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей после артроскопической операции впервые обратили внимание S. Brahme и соавт. в 1991 г. [7]. Позже в литературе патологию описывали как «постартроскопический остеонекроз» [8], «постменискэктомический остеонекроз» [9, 10] и «остеонекроз в прооперированном коленном суставе» [11].

С учетом большого количества проводимых артроскопических вмешательств во всем мире создается впечатление, что остеонекроз в послеоперационном периоде встречается довольно редко. Однако его частота, по всей видимости, занижена, поскольку проблема недостаточно известна оперирующим хирургам и, как следствие, выявление таких пациентов ограничено. Так, N. Santori и соавт. [12] указали, что по результатам более чем 2000 артроскопий, проведенных в больнице в течение 10 лет, было зарегистрировано всего 2 (0,1%) случая остеонекроза, которые были выявлены на ранней стадии. Однако исследователи подчеркнули, что могли быть и незарегистрированные случаи. V. Prud's-Latour и соавт. [13] сообщили уже о 9 (1,5%) случаях после 585 артроскопических менискэктомий у пациентов старше 50 лет.

В одном из самых крупных исследований, посвященных этой проблеме, был проведен анализ 47 случаев постартроскопического остеонекроза [11], который показал, что встречаемость этого осложнения одинакова у мужчин и женщин, средний возраст которых составил 58 лет. В то же время спонтанным остеонекрозом, возникающим без оперативного вмешательства, с которым проводилось сравнение, чаще страдают женщины в возрасте старше 65 лет. Авторами было отмечено, что из 47 пациентов у 41 (87%) имелось повреждение медиального мениска и у 6 (13%) — латерального. При этом медиальный мыщелок бедра был поражен в 39 (83%) случаях, латеральный — в 4 (8,5%), латеральный мыщелок большеберцовой кости — в 2 (4,3%), медиальный — также в 2 (4,3%) случаях. Несмотря на то что частота остеонекроза мыщелков большеберцовой кости была значительно меньше, чем бедренной, прогноз в таких случаях считается менее благоприятным [14, 15]. Практически всегда асептический некроз развивается непосредственно в том отделе сустава, в котором проводилось оперативное вмешательство, что может свидетельствовать о ятрогенном характере патологии. Многие авторы связывают его развитие с агрессивной техникой операции и непреднамеренным контактом артроскопического инструмента с поверхностью хряща и субхондральной костью [16].

Однако так бывает не всегда, и постартроскопический остеонекроз, особенно плато большеберцовой кости, повредить которое во время опера-

ции практически невозможно, требует исключения и других причин [13].

Все чаще обсуждается [17] роль изменения биомеханики сустава из-за повышения нагрузки на субхондральную кость в раннем послеоперационном периоде. Высказываются предположения, что это приводит к травматизации хряща, появлению микропереломов, проникновению синовиальной жидкости в субхондральную зону с дальнейшим развитием остеонекроза. При наличии дефектов хряща еще до операции процесс усугубляется попаданием жидкости в субхондральную область во время операции из-за повышения внутрисуставного давления [18].

Имеется точка зрения [19], что развитие отека мыщелков в послеоперационном периоде следует рассматривать не как истинный остеонекроз, а лишь как транзитное состояние, связанное с переломом трабекул субхондральной кости. Однако, по современным представлениям, именно перелом субхондральной кости [20] считается основным фактором риска развития остеонекроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей у пациентов на фоне общего снижения минеральной плотности костной ткани вне зависимости от наличия оперативного вмешательства в анамнезе.

В этом плане показательно исследование H. Higuchi и соавт. [21], в котором после артроскопии у 29 (21,3%) из 136 пациентов отмечался отек костной ткани, выявленный с помощью МРТ. Всем 29 пациентам было проведено консервативное лечение, которое у 6 оказалось неэффективным: ухудшалась клиническая и рентгенологическая картина, что потребовало тотального эндопротезирования сустава. У 4 из них была диагностирована II стадия асептического некроза по классификации Koshino, у 2 — III стадия. При гистологическом исследовании материала пациентов со II стадией заболевания были выявлены признаки микропереломов кости субхондральной области, тогда как у пациентов с III стадией — картина остеонекроза. Эти данные подтверждают мнение о том, что микропереломы субхондральной кости являются предшествующим этапом развития остеонекроза.

При этом известно, что у пациентов старше 60 лет разрыв мениска уже сам по себе может стать причиной развития остеонекроза даже без наличия в анамнезе артроскопического вмешательства [22]. Так, по данным исследования [23], встречаемость повреждения или дегенеративного изменения мениска у пациентов со спонтанным остеонекрозом мыщелков бедренной и большеберцовой костей (без хирургического вмешательства) может варьировать от 50 до 91%.

Обсуждается связь развития остеонекроза с применением во время операции различных инструментов и аппаратов. Например, не доказана связь развития остеонекроза с использованием иригационной помпы или жгута [8, 9, 22].

Неоднозначно расценивают роль радиочастотной абляции в возникновении послеоперационных из-

Табл. Дозы препаратов базовой терапии в зависимости от исходного уровня кальция в крови
Table. Doses of the basic therapy drugs depending on the initial blood calcium level

Исходное значение кальция (Ca) в крови	Начальная доза альфакальцидола	Доза препаратов
$\geq 2,35$ ммоль/л	0,5–0,75 мкг ежедневно в течение 1 мес. Со 2-го месяца при уровне Ca $\geq 2,35$ ммоль/л — постоянно по 0,5 мкг с контролем уровня Ca каждые 3 мес в течение 1 года для коррекции дозы препарата	С 1-го дня лечения оссеингидроксипапатитный комплекс по 2 таблетки 2 раза в сутки первые 2 мес, далее по 1 таблетке 2 раза в сутки или карбонат кальция 500–1000 мг/сут
2,1–2,3 ммоль/л	0,75–1,0 мкг ежедневно в течение 1 мес. Со 2-го месяца при уровне Ca $\geq 2,35$ ммоль/л — постоянно по 0,75 мкг с контролем уровня Ca в крови 1 раз в 3–6 мес в течение всего периода лечения	С 1-го дня лечения оссеингидроксипапатитный комплекс по 2 таблетки 2 раза в день первые 2 мес, далее по 1 таблетке 2 раза в сутки или карбонат кальция 500–1000 мг

менений, хотя ее негативное воздействие, обусловленное тепловым эффектом, изучается на протяжении многих лет [24–27], в том числе есть указания на значительную гибель хондроцитов, особенно в области прямого действия аблятора [28]. О сомнительности этой гипотезы свидетельствуют данные о снижении числа пациентов с остеонекрозом в послеоперационном периоде после частичной хондропластики с помощью радиочастотного аблятора [29]. Более того, предложено использовать радиочастотную абляцию для обработки хондромалиции суставного хряща II и III стадии [30, 31], что по сравнению с механической обработкой приводит к меньшей гибели хондроцитов [32], сокращению времени операции [33, 34] и создает более гладкую поверхность в отличие от шейвера, после которого остается неровная поверхность контакта и теряется толщина хряща от 300 до 800 мкм [35]. Кроме того, при использовании радиочастотной абляции пациенты реже испытывали боль в послеоперационном периоде [35].

В то же время замечена разница между результатами использования биполярной и монополярной радиочастотных систем [36]. По мнению автора, более агрессивное воздействие оказывали биполярные абляторы, которые проникают на значительную глубину, составляющую от 78 до 92% толщины хряща.

Таким образом, взгляды ученых на характер влияния радиочастотного аблятора на гиалиновый хрящ и подлежащую субхондральную кость расходятся, однако большинство исследователей не находят прямой связи его применения с развитием остеонекроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей [25].

ЛЕЧЕНИЕ

Прогноз постартроскопического остеонекроза считается неблагоприятным. Так, в исследовании [11], из 47 пациентов с подтвержденным диагнозом «остеонекроз» у 44 (93,6%) прооперированных длительно сохранялись изменения на МРТ или же наблюдалось прогрессирование заболевания вплоть до коллапса субхондральной кости. Потребовалось дальнейшее оперативное лечение 17 (36%) пациентам: тотальное эндопротезирование было выполнено в 9 случаях, корригирующая остеотомия большеберцовой кости — в 2 и повторная артротомия — в 6.

В отличие от спонтанного остеонекроза мыщелков, где размер поражения может считаться прогностическим фактором [37–39], при постартроскопическом остеонекрозе не было отмечено корреляции прогрессирования заболевания с размером начального поражения [11], даже относительно небольшие изменения в костной ткани после операции могут стать причиной развития и прогрессирования остеонекроза.

Тактика лечения пациентов с постартроскопическим остеонекрозом во многом совпадает с ведением пациентов со спонтанным остеонекрозом мыщелков бедренной и большеберцовой костей, возникшим без оперативного вмешательства, однако прогноз в первом случае менее благоприятный. Считается, что консервативное лечение предпочтительнее, нежели выполнение повторного оперативного вмешательства, после которого не исключено прогрессирование заболевания [11]. Начинать следует с разгрузки сустава не менее чем на 3 мес с использованием костылей или ортезов с жесткой боковой фиксацией [40].

Целесообразным, как было показано ранее [41], считается ношение функционального вальгизирующего (при поражении внутренних мыщелков) или варизирующего (при поражении наружных мыщелков) ортеза. В большинстве случаев уже этого достаточно для снижения выраженности болевого синдрома. Однако при сохранении боли рекомендуется дополнительное применение нестероидных противовоспалительных препаратов [40].

Патогенетическим лечением остеонекроза, направленным на сохранение костной ткани в области мыщелков и снижение локальной костной резорбции, является остеотропная терапия. Она включает «базовую» терапию из кальцийсодержащих препаратов с активными метаболитами витамина D [42] в комбинации с антирезорбтивными препаратами. При подборе дозировок опираются на исходные значения показателей гомеостаза кальция (см. таблицу). Продолжительность лечения составляет не менее 6 мес или до выздоровления пациента.

В качестве антирезорбтивных препаратов наиболее часто используются бисфосфонаты [43, 44]. Их эффективность доказана при лечении асептического некроза как головки бедра [45], так и мыщелков бедренной и большеберцовой костей [42].

Наибольшее распространение получили внутривенные формы азотсодержащих бисфосфонатов,

например золедроновая кислота. Аккумулируясь в костной ткани, она способствует снижению костной резорбции и препятствует потере минеральной плотности [46]. Учитывая однократное внутривенное капельное введение препарата в дозе 5 мг, имеет 100% комплаентность.

Значимость физиотерапии или применения других медикаментозных средств (вазодилаторы, статины, антикоагулянты) как монотерапии не доказана, хотя их используют в комплексной терапии совместно с патогенетическим лечением [47, 48]. Как показывают исследования [43, 49], применение подобной комбинации остеотропных, сосудистых препаратов и физиотерапии довольно эффективно и может достигать 89% при лечении ранних стадий спонтанного асептического некроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей, однако ее эффективность при постартроскопическом остеонекрозе требует дальнейшего изучения.

Дополнение консервативного лечения хирургическим вмешательством в связи с сохранением болевого синдрома или прогрессированием заболевания рекомендуется не ранее чем через 3 мес после начала лечения и только в случае отсутствия значимого эффекта [37]. Целью операции является отсрочка тотального эндопротезирования, особенно у пациентов молодого возраста [50], поэтому предпочтение следует отдавать сохраняющим сустав операциям.

Артроскопическая санация сустава как при спонтанном, так и при постартроскопическом остеонекрозе малоэффективна, поскольку основные изменения затрагивают субхондральную кость. В связи с этим ее выполнение возможно лишь в случае образования свободных внутрисуставных тел.

Более привлекательной считается антеградная декомпрессия очага остеонекроза под контролем электронно-оптического преобразователя. Эта процедура особенно эффективна при сохраненном гиалиновом хряще над поверхностью очага остеонекроза, т.е. при I–II стадии по классификации Koshino [51].

Реваскуляризирующая декомпрессионная остеоперфорация достаточно широко стала применяться с 1989 г. [52]. Однако эффективность методики в качестве монотерапии исследователями оценивается неоднозначно. В связи с этим для улучшения результата лечения рекомендуется сочетание операции с введением аутогенной или аллогенной костной ткани, костнопластических материалов, концентрированного аспирата костного мозга или выделенных из него полипотентных колониеобразующих клеток [53–55].

В случае поражения одного из мыщелков бедренной кости и сохранения суставной поверхности другого хороший результат и отсрочку эндопротезирования может дать использование высокой корригирующей остеотомии большеберцовой кости с изменением механической оси и перераспределением нагрузки на здоровый отдел сустава [56].

При коллапсе субхондральной кости корригирующую остеотомию совмещают с мозаичной остео-

хондропластикой [57], что позволяет надеяться на восстановление хрящевого покрытия мыщелка и более длительный клинический эффект [50, 58]. Однако перед операцией для снижения вероятности рассасывания костно-хрящевых столбиков важно добиться уменьшения отека костной ткани пораженного мыщелка как одного из признаков активности резорбции.

В случае неэффективности консервативных методов и суставосохраняющих операций принимается решение об эндопротезировании коленного сустава. В зависимости от индивидуальных особенностей самого пациента и сохранности второго мыщелка бедренной и большеберцовой костей выбор делают между одномыщелковым и тотальным эндопротезированием.

Заключение. Постартроскопический остеонекроз мыщелков бедренной и большеберцовой костей — редкая форма остеонекроза, которая часто бывает неожиданным осложнением как для пациента, так и для оперирующего хирурга. Знания о возможном возникновении и тактике лечения подобных состояний важны всем ортопедам-травматологам, выполняющим артроскопические операции.

И хотя в случае постартроскопического остеонекроза не исключается ятрогенный фактор, большинство авторов склонны считать, что, как и при возникновении спонтанного остеонекроза, — это непредсказуемый процесс и необходимо ориентироваться лишь на предрасполагающие факторы [10, 13, 59]. Это могут быть нарушение метаболизма костной ткани в дооперационном периоде, наличие остеопороза в анамнезе, возраст старше 50 лет, имеющееся до операции повреждение хряща. Не исключено, что более тщательное предоперационное обследование пациентов (особенно старше 50 лет) с оценкой качества костной ткани (рентгеновская денситометрия) и костного ремоделирования (анализы на маркеры костной резорбции и костеобразования) поможет в прогнозировании развития последующего остеонекроза, а своевременная коррекция костного метаболизма снизит риск его развития. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения.

По мнению ряда авторов, возрастные пациенты с повреждением мениска должны быть предупреждены о возможности такого осложнения после операции [8]. А в случае сохранения болевого синдрома через 2–3 мес после артроскопической менискэктомии следует выполнить МРТ для исключения постартроскопического остеонекроза [10]. При выявлении отека костной ткани мыщелков, который, по данным D. Muscolo и соавт. [22], встречается у 34% пациентов, следует назначить консервативное лечение, несмотря на то, что, по заявлению V. Prùès-Latour [13], отек может бесследно исчезать без какого-либо лечения. На практике же отличить отек костной ткани (по данным МРТ) и начальную стадию асептического некроза практически невозможно, а поздно начатое лечение может стать причиной прогрессирования заболевания и необходимости тотального эндопротезирования.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Mont M.A., Baumgarten K.M., Rifai A. et al. Atraumatic osteonecrosis of the knee. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000; 82 (9): 1279-90.
2. Ahlback S., Bauer G.C., Bohne W.H. Spontaneous osteonecrosis of the knee. *Arthritis Rheum.* 1968; 11 (6): 705-33.
3. d'Angelijan G., Ryckewaert A., Glimet S. Osteonecrose du plateau tibial interna. *Extr. Rheumat.* 1976; 8: 253-5.
4. Pape D., Seil R., Fritsch E., Rupp S., Kohn D. Prevalence of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle in elderly patients. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2002; 10 (4): 233-40. doi: 10.1007/s00167-002-0285-z.
5. Lansdown D.A., Shaw J., Allen C.R., Ma C.B. Osteonecrosis of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction: a report of 5 cases. *Orthop. J. Sports Med.* 2015; 3 (3): 2325967115576120. doi: 10.1177/2325967115576120.
6. Shenoy P.M., Shetty G.M., Kim D.H. et al. Osteonecrosis of the lateral femoral condyle following anterior cruciate ligament reconstruction: is bone bruising a risk factor? *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2010; 130 (3): 413-6. doi: 10.1007/s00402-009-0946-1.
7. Brahme S.K., Fox J.M., Ferkel R.D. et al. Osteonecrosis of the knee after arthroscopic surgery: diagnosis with MR imaging. *Radiology.* 1991; 178 (3): 851-3. doi: 10.1148/radiology.178.3.1994431.
8. Johnson T.C., Evans J.A., Gilley J.A., DeLee J.C. Osteonecrosis of the knee after arthroscopic surgery for meniscal tears and chondral lesions. *Arthroscopy.* 2000; 16 (3): 254-61.
9. Faletti C., Robba T., de Petro P. Postmeniscectomy osteonecrosis. *Arthroscopy.* 2002; 18 (1): 91-4.
10. Kobayashi Y., Kimura M., Higuchi H. et al. Juxta-articular bone marrow signal changes on magnetic resonance imaging following arthroscopic meniscectomy. *Arthroscopy.* 2002; 18 (3): 238-45.
11. Pape D., Seil R., Anagnostakos K., Kohn D. Postarthroscopic osteonecrosis of the knee. *Arthroscopy.* 2007; 23 (4): 428-38.
12. Santori N., Condello V., Adriani E., Mariani P.P. Osteonecrosis after arthroscopic medial meniscectomy. *Arthroscopy.* 1995; 11 (2): 220-4.
13. Pruës-Latour V., Bonvin J.C., Fritschy D. Nine cases of osteonecrosis in elderly patients following arthroscopic meniscectomy. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 1998; 6 (3): 142-7.
14. Carpintero P., Leon F., Zafra M. et al. Spontaneous collapse of the tibial plateau: radiological staging. *Skeletal Radiol.* 2005; 34: 399-404.
15. Marx A., Beier A., Taheri P. et al. Post-arthroscopic osteonecrosis of the medial tibial plateau: a case series. *J. Med. Case Rep.* 2016; 10 (1): 291. doi: 10.1186/s13256-016-1063-8.
16. Strauss E.J., Kang R., Bush-Joseph C., Bach B.R. Jr. The diagnosis and management of spontaneous and post-arthroscopy osteonecrosis of the knee. *Bull NYU Hosp. Jt Dis.* 2011; 69 (4): 320-30.
17. Yao L., Stanczak J., Boutin R.D. Presumptive subarticular stress reactions of the knee: MRI detection and association with meniscal tear patterns. *Skeletal Radiol.* 2004; 33 (5): 260-4. doi: 10.1007/s00256-004-0751-4.
18. Fukuda Y., Takai S., Yoshino N. et al. Impact load transmission of the knee joint-influence of leg alignment and the role of meniscus and articular cartilage. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon).* 2000; 15 (7): 516-21.
19. MacDessi S.J., Brophy R.H., Bullough P.G. et al. Subchondral fracture following arthroscopic knee surgery. A series of eight cases. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008; 90 (5): 1007-12. doi: 10.2106/JBJS.G.00445.
20. Holland J.C., Brennan O., Kennedy O.D. et al. Subchondral osteopenia and accelerated bone remodelling post-ovariectomy — a possible mechanism for subchondral microfractures in the aetiology of spontaneous osteonecrosis of the knee? *J. Anat.* 2013; 222 (2): 231-8. doi: 10.1111/joa.12007.
21. Higuchi H., Kobayashi Y., Kobayashi A. et al. Histologic analysis of postmeniscectomy osteonecrosis. *Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ).* 2013; 42 (5): 220-2.
22. Muscolo D.L., Costa-Paz M., Ayerza M., Makino A. Medial meniscal tears and spontaneous osteonecrosis of the knee. *Arthroscopy.* 2006; 22 (4): 457-60. doi: 10.1016/j.arthro.2006.01.009.
23. Robertson D.D., Armfield D.R., Towers J.D. et al. Meniscal root injury and spontaneous osteonecrosis of the knee: an observation. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2009; 91 (2): 190-5. doi: 10.1302/0301-620X.91B2.21097.
24. Bonutti P.M., Seyler T.M., Delanois R.E. et al. Osteonecrosis of the knee after laser or radiofrequency-assisted arthroscopy: treatment with minimally invasive knee arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006; 88 (3): 69-75. doi: 10.2106/JBJS.F.00533.
25. Cetik O., Cift H., Comert B., Cirpar M. Risk of osteonecrosis of the femoral condyle after arthroscopic chondroplasty using radiofrequency: a prospective clinical series. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2009; 17 (1): 24-9.
26. Balcarek P., Kuhn A., Weigel A. et al. Impact of monopolar radiofrequency energy on subchondral bone viability. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2010; 18 (5): 673-80. doi: 10.1007/s00167-009-0949-z.
27. Kosy J.D., Schranz P.J., Toms A.D. et al. The use of radiofrequency energy for arthroscopic chondroplasty in the knee. *Arthroscopy.* 2011; 27 (5): 695-703. doi: 10.1016/j.arthro.2010.11.058.
28. Amiel D., Ball S.T., Tasto J.P. Chondrocyte viability and metabolic activity after treatment of bovine articular cartilage with bipolar radiofrequency: an in vitro study. *Arthroscopy.* 2004; 20 (5): 503-10. doi: 10.1016/j.arthro.2004.03.018.
29. Türker M., Çetik Ö., Çirpar M. et al. Postarthroscopy osteonecrosis of the knee. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2015; 23 (1): 246-50. doi: 10.1007/s00167-013-2450-y.
30. Barber F.A., Iwasko N.G. Treatment of grade III femoral chondral lesions: mechanical chondroplasty versus monopolar radiofrequency probe. *Arthroscopy.* 2006; 22 (12): 1312-7. doi: 10.1016/j.arthro.2006.06.008.
31. Shellock F.G. Radiofrequency energy induced heating of bovine articular cartilage: comparison between temperature-controlled, monopolar, and bipolar systems. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2001; 9 (6): 392-7. doi: 10.1007/s001670100226.
32. Turner A.S., Tippet J.W., Powers B.E. et al. Radiofrequency (electrosurgical) ablation of articular cartilage: a study in sheep. *Arthroscopy.* 1998; 14 (6): 585-91.
33. Lu Y., Edwards R.B. III, Nho S., Cole B.J., Markel M.D. Lavage solution temperature influences depth of chondrocyte death and surface contouring during thermal chondroplasty with temperature-controlled monopolar radiofrequency energy. *Am. J. Sports Med.* 2002; 30 (5): 667-73.
34. Kaplan L.D., Ernsthausen J.M., Bradley J.P. et al. The thermal field of radiofrequency probes at chondroplasty settings. *Arthroscopy.* 2003; 19 (6): 632-40.
35. Kaplan L., Uribe J.W. The acute effects of radiofrequency energy in articular cartilage: an in vitro study. *Arthroscopy.* 2000; 16 (1): 2-5.
36. Lu Y., Edwards R.B. III, Cole B.J., Markel M.D. Thermal chondroplasty with radiofrequency energy. An in vitro comparison of bipolar and monopolar radiofrequency devices. *Am. J. Sports Med.* 2001; 29 (1): 42-9.
37. Mont M.A., Marker D.R., Zywił M.G., Carrino J.A. Osteonecrosis of the knee and related conditions. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2011; 19 (8): 482-94.
38. Jurés J., Lindstrand A., Geijer M. et al. The natural course of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK): a 1- to 27-year follow-up of 40 patients. *Acta Orthop.* 2013; 84 (4): 410-4. doi: 10.3109/17453674.2013.810521.
39. Lecouvet F.E., van de Berg B.C., Maldague B.E. et al. Early irreversible osteonecrosis versus transient lesions of the femoral condyles: prognostic value of subchondral bone and marrow changes on MR imaging. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1998; 170 (1): 71-7. doi: 10.2214/ajr.170.1.9423603

40. Lotke P.A., Abend J.A., Ecker M.L. The treatment of osteonecrosis of the medial femoral condyle. Clin. Orthop. Relat. Res. 1982; (171): 109-16.
41. Торгашин А.Н., Родионова С.С. Асептический некроз наружного мыщелка бедренной кости: роль остеотропной терапии и ортопедического режима. Клинический случай. Opinion Leader. 2018; 1: 82-6 [Torgashin A.N., Rodionova S.S. Aseptic necrosis of the lateral femoral condyle: role of osteotropic therapy and orthopaedic regimen. Case report. Opinion Leader. 2018; 1: 82-6 (in Russ.)].
42. Солод Э.И., Родионова С.С., Торгашин А.Н. Комплексный подход к терапии пациентов с нарушением метаболизма костной ткани в травматологии и ортопедии. Эффективная фармакотерапия (ревматология, травматология и ортопедия). 2017; 1: 50-6 [Solod E.I., Rodionova S.S., Torgashin A.N. Complex approach to the treatment of patients with bone tissue metabolism disturbance in traumatology and orthopaedics. Effektivnaya farmakoterapiya (revmatologiya, travmatologiya i ortopediya). 2017; 1: 50-6 (in Russ.)].
43. Jureus J., Lindstrand A., Geijer M. et al. Treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK) by a bisphosphonate: a prospective case series with 17 patients. Acta Orthop. 2012; 83 (5): 511-4. doi: 10.3109/17453674.2012.729184.
44. Kraenzlin M.E., Graf C., Meier C. et al. Possible beneficial effect of bisphosphonates in osteonecrosis of the knee. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2010; 18 (12): 1638-44. doi: 10.1007/s00167-010-1106-4.
45. Nishii T., Sugano N., Miki H. et al. Does alendronate prevent collapse in osteonecrosis of the femoral head? Clin. Orthop. Relat. Res. 2006; 443: 273-9. doi: 10.1097/01.blo.0000194078.32776.31.
46. Reid I.R., Brown J.P., Burkhardt P. et al. Intravenous zoledronic acid in postmenopausal women with low bone mineral density. N. Engl. J. Med. 2002; 346 (9): 653-61. doi: 10.1056/NEJMoa011807.
47. Marcheggiani Muccioli G.M., Grassi A., Setti S. et al. Conservative treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee in the early stage: pulsed electromagnetic fields therapy. Eur. J. Radiol. 2013; 82 (3): 530-7. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.11.011.
48. Barroso G.C., Fuchs T., Thiele E., Lima M.N. Spontaneous osteonecrosis in an athlete's knee treated using a hyperbaric chamber: case report and review of the literature. Rev. Bras. Ortop. 2015; 47 (3): 389-93. doi: 10.1016/S2255-4971(15)30118-X.
49. Yates P.J., Calder J.D., Stranks G.J. et al. Early MRI diagnosis and non-surgical management of spontaneous osteonecrosis of the knee. Knee. 2007; 14: 112-6. doi: 10.1016/j.knee.2006.10.012.
50. Duany N.G., Zywiell M.G., McGrath M.S. et al. Joint-preserving surgical treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee. Arch. Orthop. Trauma Surg. 2010; 130 (1): 11-6. doi: 10.1007/s00402-009-0872-2.
51. Forst J., Forst R., Heller K.D., Adam G. Spontaneous osteonecrosis of the femoral condyle: causal treatment by early core decompression. Arch. Orthop. Trauma Surg. 1998; 117 (1-2): 18-22.
52. Jacobs M.A., Loeb P.E., Hungerford D.S. Core decompression of the distal femur for avascular necrosis of the knee. J. Bone Joint Surg. Br. 1989; 71 (4): 583-7.
53. Lee K., Goodman S.B. Cell therapy for secondary osteonecrosis of the femoral condyles using the Collect DBM System: a preliminary report. J. Arthroplasty. 2009; 24 (1): 43-8. doi: 10.1016/j.arth.2008.01.133.
54. Rijnen W.H., Luttjeboer J.S., Schreurs B.W., Gardeniers J.W. Bone impaction grafting for corticosteroid-associated osteonecrosis of the knee. J. Bone Joint Surg. Am. 2006; 88 Suppl 3: 62-8. doi: 10.2106/JBJS.F.00462.
55. Dominici M., Le Blanc K., Mueller I. et al. Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement. Cytotherapy. 2006; 8: 315-7. doi: 10.1080/14653240600855905.
56. Marti C.B., Rodriguez M., Zanetti M., Romero J. Spontaneous osteonecrosis of the medial compartment of the knee: a MRI follow-up after conservative and operative treatment, preliminary results. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 2000; 8 (2): 83-8. doi: 10.1007/s001670050191.
57. Bugbee W., Cavallo M., Giannini S. Osteochondral allograft transplantation in the knee. J. Knee Surg. 2012; 25 (2): 109-16.
58. Tanaka Y., Mima H., Yonetani Y. et al. Histological evaluation of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle and short-term clinical results of osteochondral autografting: a case series. Knee. 2009; 16 (2): 130-5. doi: 10.1016/j.knee.2008.10.013.
59. Chambers C., Craig J.G., Zvirbulis R., Nelson F. Spontaneous osteonecrosis of knee after arthroscopy is not necessarily related to the procedure. Am. J. Orthop. 2015; 44 (6): E184-9.

Сведения об авторах: Торгашин Александр Николаевич* — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, старший науч. сотр. научно-клинического центра остеопороза НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, <https://orcid.org/0000-0002-2789-6172>, e-mail: alexander.torgashin@gmail.com; Родионова Светлана Семеновна — доктор мед. наук, профессор, рук. научно-клинического центра остеопороза НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, <https://orcid.org/0000-0002-2726-8758>.

Для контактов: Торгашин А.Н. — e-mail: alexander.torgashin@gmail.com

Information about the authors: Torgashin A.N. * — Cand. of Sci. (Med.), trauma and orthopaedic surgeon, senior researcher, scientific clinical center of osteoporosis, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, <https://orcid.org/0000-0002-2789-6172>, e-mail: alexander.torgashin@gmail.com; Rodionova S.S. — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the scientific clinical center of osteoporosis, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, <https://orcid.org/0000-0002-2726-8758>.

Contact: Torgashin A.N. — e-mail: alexander.torgashin@gmail.com

ГЕТЕРОТОПИЧЕСКАЯ ОССИФИКАЦИЯ ПОСЛЕ ТРАВМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ: ПОНИМАНИЕ ПАТОГЕНЕЗА

И.Ф. Гареев*, О.А. Бейлерли, А.К. Вахитов

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия

В работе представлены имеющиеся на сегодняшний день сведения о патогенезе, клеточных взаимодействиях, роли воспаления, гуморальных и генетических факторов в формировании гетеротопических оссификатов вследствие травм головного или спинного мозга.

Ключевые слова: гетеротопия, оссификация, травма спинного мозга, черепно-мозговая травма, гены

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Гареев И.Ф., Бейлерли О.А., Вахитов А.К. Гетеротопическая оссификация после травм центральной нервной системы: понимание патогенеза. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018;3-4:119-124. <https://doi.org/10.17116/vto201803-041119>

HETEROTOPIC OSSIFICATION AFTER CENTRAL NERVOUS SYSTEM INJURIES: UNDERSTANDING OF PATHOGENESIS

I.F. Gareev*, O.A. Beylerli, A.K. Vakhitov

Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

Available data on the pathogenesis, cellular interactions, role of inflammation, humoral and genetic factors in the formation of heterotopic ossifications resulting from injuries of the brain or spinal cord are presented.

Key words: heterotopia, ossification, spinal cord trauma, craniocerebral injury, genes

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Gareev IF, Beylerli OA, Vakhitov AK. Heterotopic ossification after central nervous system injuries: understanding of pathogenesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:119-124. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-041119>

Введение. Гетеротопическая оссификация (ГО) определяется как формирование зрелой пластинчатой кости в мягких тканях, обычно между мышцей и суставной капсулой. Гистологически и рентгенологически гетеротопическая кость напоминает нормальную зрелую кость, но ее можно легко отличить от простых кальцификаций по характеру ее остеобластической дифференцировки [1]. Нейрогенная ГО (НГО) вследствие травм нервной системы может быть связана с травматическим повреждением как головного, так и спинного мозга. В частности, после черепно-мозговой травмы (ЧМТ) появление очагов формирования эктопической кости регистрируют в 10–23% случаев, после повреждения спинного мозга — в 40–50%. Это патологическое состояние у мужчин наблюдается в 2,5 раза чаще, чем у женщин [2, 3]. НГО, как правило, развивается у пациентов в возрасте от 20 до 30 лет, что обусловлено более высокой встречаемостью ЧМТ и травм спинного мозга именно в этой возрастной группе [4].

Наиболее частыми клиническими проявлениями НГО являются уменьшение объема движений в суставах, вплоть до развития анкилоза, периартикулярный отек, вызванный интерстициальным отеком окружающих мягких тканей, и болевой синдром

в пораженной области. Также может возникать периартикулярная эритема, сопровождающаяся местной гипертермией, которая клинически напоминает септический артрит или тромбофлебит. Выраженность спастичности может нарастать вторично по отношению к развитию НГО. К осложнениям НГО относятся сдавление сосудистых структур и близлежащих нервных стволов, развитие пролежней и тромбофлебита глубоких вен [5].

Формирование ГО обусловлено сложным взаимодействием локальных и системных факторов, которые приводят к повышенной активности остеобластов и преимущественной дифференциации плюрипотентных мезенхимальных клеток в остеобласты, образующие эктопическую кость. Установлено, что сигнал для начала этого процесса может быть травматическим, генетическим или нейрогенным. Для формирования эктопической кости, по теории J. Chalmers и соавт. [6], необходимо наличие трех факторов: остеогенных предшественников, индуцирующего агента и подходящей среды.

Несколько групп исследователей [7–9] выявили четкую связь между гуморальными факторами, выделяемыми поврежденной центральной нервной системой (ЦНС), и такими процессами, как оксидативный стресс, образование свободных радикалов

и т.д., которые приводят к формированию гетеротопических оссификатов.

А. Ekelund и соавт. [1] установили связь между высоким уровнем в крови человеческого лейкоцитарного антигена (HLA B27) и развитием НГО вследствие травм спинного мозга. Между тем в настоящее время нет единого мнения относительно того, существует ли явная генетическая предрасположенность к развитию спорадической посттравматической НГО [1, 5].

ПАТОГЕНЕЗ НГО

Точный патогенез НГО до сих пор до конца не ясен. Первоначально ГО гистологически определяется в виде локальных микрососудистых изменений, сосудистого застоя с ограниченным отеком. Вслед за этим возникают пролиферация фибробластов и остеобласты, образование остеоидов и, наконец, эктопическое отложение кости [10]. Процесс оссификации в мягких тканях начинается с минеральной фазы с образованием аморфного фосфата кальция, который постепенно замещается кристаллами гидроксиапатита. Центростремительный паттерн созревания эктопической кости, наблюдаемый в последующие недели, лежит в основе феномена разделения на зоны, описанного L. Ackerman [11]. В промежуточной зоне участки незрелой кости выстланы остеобластами, в то время как в зоне внешней границы имеется зрелая кость, формирующая хорошо разграниченный наружный трабекулярный край. Промежуточная зона окружает центральную зону, которая состоит из недифференцированных фибробластов с участками кровоизлияний и некрозом мышечной ткани. По мере созревания оссификата периферический край промежуточной зоны становится видимым при рентгенологическом исследовании вследствие прогрессирующей минерализации [12]. Весь процесс формирования гетеротопической кости обычно завершается в течение 6–18 мес. Зрелый нейрогенный гетеротопический оссификат напоминает нормальную кость как гистологически, так и рентгенологически и является губчатой костью с гаверсовыми каналами, надкостницей, кровеносными сосудами и костным мозгом с небольшими участками кровоизлияния [13].

В работах [14, 15] были представлены убедительные доказательства гипотезы о гуморальном механизме ускоренной регенерации переломов костей нижних конечностей после ЧМТ и травм спинного мозга. О. Gautschi и соавт. [16] предположили остеиндуктивный эффект цереброспинальной жидкости у пациентов с тяжелой ЧМТ, что было подтверждено рядом исследований [17, 18], в которых изучали скорость пролиферации остеобластической линии клеток человека (hFOB) или первичных остеобластов. Известно, что стимуляция образования эктопической костной ткани является результатом дисбаланса локальных и/или системных факторов в мягких тканях после травматического повреждения. Другими словами, это не только воздействие провоспалительных и остеиндуктивных биохимических факторов, которые приводят к возникновению

НГО, но и нарушение баланса проостеоиндуктивных и антиостеоиндуктивных медиаторов, расположенных в мягких тканях. Кроме того, существующая теория формирования НГО также поддерживает взаимодействие «сигнальных молекул», выделяемых из поврежденной нервной ткани (например, спинного мозга) не только локальными, но и циркулирующими клетками-предшественниками после травмы. Как следствие, инициируется дифференцировка этих клеток в остеобласты, что в результате приводит к образованию эктопической кости [15]. Это подтверждается тем фактом, что мезенхимальные стволовые клетки, полученные экспериментальным путем из миоцитов, являются по своей природе пластичными. Это позволяет им дифференцироваться в нескольких направлениях (остео-, хондро-, фибробласты, адипоциты, клетки гладкой мускулатуры). Однако очень мало известно о связи дифференциации мезенхимальных клеток-предшественников и сигнальных путей, а также об остеиндуктивных биохимических факторах. Изучение гуморальных факторов (например, щелочной фосфатазы, креатинкиназы, простагландинов) было предметом многочисленных исследований, в ходе которых, однако, не получили убедительных доказательств наличия прямой связи этими факторами и нейрогенным образованием ГО [18, 19]. В настоящей работе дан краткий обзор исследований, посвященных патогенезу ГО после травм ЦНС.

ОСТЕОПРОГЕНИТОРНЫЕ КЛЕТКИ

Имеются доказательства наличия остеопрогениторных клеток, являющихся потенциально остеогенными, в соединительной ткани взрослого человека (например, в мышцах и фасциях) [20, 21]. Было показано, что образование минерализованных узлов, которые служат основой для формирования гетеротопических оссификатов, связано с виментинположительными веретенновидными клетками. Внутриклеточное увеличение экспрессии виментина определяется мезенхимальным фенотипом фибробластов и стволовых клеток скелетной мышечной ткани [22]. Веретенновидные клетки, присутствующие в скелетной мускулатуре, соотносились с мезенхимальными стволовыми клетками, стромальными клетками костного мозга и перицитами вследствие их сходных морфологических, иммуногистохимических и мРНК-профилей, а также способности к многолинейной дифференцировке. Участие интерстиция скелетных мышц в ГО подозревалось в течение десятилетий. Ведущая роль мезенхимальных клеток в образовании ГО после травм ЦНС подтверждена результатами гистологического анализа оссифицирующих отложений [22–24].

ОСТЕОИНДУКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ

Локальные микрососудистые изменения и длительно нарастающий отек как начальная фаза гетеротопического формирования кости могут проявляться в вовлеченных тканях как результат активации симпатической нервной системы. А. Da Paz

и соавт. [24] предположили, что повреждение нейронных путей вследствие ЧМТ или травмы спинного мозга приводит к хаотической регуляции роста костей. В частности, было высказано предположение, что дисфункция проприоцепции из-за повреждения ЦНС заставляет связки реагировать на прямые стимулы независимым, изолированным и случайным образом, что может стать причиной хаотической дифференциации мезенхимальных прогениторных клеток в гетеротопическую кость. В противоположность этому активное или пассивное осуществление движения в суставе в пределах безболезненного диапазона благоприятно влияет на физическое состояние, уменьшая потребность в дополнительном лечении НГО [25].

Также была установлена роль гипоталамо-гипофизарной системы, дающей сигнал на выработку факторов роста [26]. Было высказано предположение, что гипофиз секретирует системные факторы роста, которые могут способствовать гетеротопическому формированию кости. При этом предполагается, что активность этих системных факторов роста может быть заблокирована связыванием с белками плазмы [27].

По данным клинических исследований [17, 28], у пациентов с тяжелой ЧМТ по сравнению с контрольной группой в сыворотке крови повышается уровень С-реактивного белка, являющегося свидетельством острой фазы воспалительного ответа. Воспаление при повреждении костной ткани индуцирует выработку цитокинов, которые в свою очередь стимулируют ангиогенез и индуцируют остеопрогениторные клетки к высвобождению костных морфогенетических белков (ВМР), способствующих остеогенной дифференцировке [29]. Например, интерлейкин-6 (IL-6) может обуславливать дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток в остеобласты, способствует снижению апоптоза остеобластов и стимуляции ангиогенеза во время восстановления костной ткани после травм [30]. Кроме того, активация иммунной системы обеспечивает основу для возникновения ГО [31]. Повреждение ЦНС часто связано с активацией ряда иммунологических механизмов, при этом запускается выброс различных воспалительных цитокинов в сыворотку и цереброспинальную жидкость [32]. Так, у пациентов с ЧМТ в кровотоке регистрируют повышение уровня воспалительных цитокинов, таких как С-реактивный белок, IL-6 и фактор некроза опухоли- α (TNF- α) [29, 33].

Установлено, что лептин способствует локальной активации клеток-предшественников костной ткани и остеобластов, но также может снижать активность последних путем связывания с нейронами гипоталамуса. Результаты недавно проведенных исследований [34, 35] показали, что после ЧМТ значительно повышается содержание лептина в сыворотке и спинномозговой жидкости. L. Wang и соавт. [36] для выяснения роли лептина в формировании костной ткани провели исследование с участием 64 самцов крыс, выделив три группы жи-

вотных: с повреждением головного мозга, с переломами бедренной кости, с переломами бедренной кости в сочетании с повреждением головного мозга. Оказалось, что сывороточные уровни лептина были значительно выше у животных с сочетанной ЧМТ по сравнению с крысами двух других групп в первые 4 и 8 нед после операции [36]. Было обнаружено, что OB-Rb, или длинная форма рецептора лептина, присутствует в остеобластах, хондроцитах и мезенхимальных стволовых клетках, свидетельствуя о возможной важности лептина для роста и развития костной ткани [37]. Влияние лептина на гипоталамус выражается в активации симпатической нервной системы и увеличении количества активных β_2 -адренорецепторов на поверхности остеобластов, что приводит к ингибированию оссификации [38]. Когда лептин действует периферически, он не только способствует минерализации кости и пролиферации остеобластов, но и ингибирует апоптоз последних [36]. В нормальных условиях эти эффекты находятся в сбалансированном состоянии. Однако прямое и вторичное повреждение ЦНС может привести к повреждению или дисфункции гипоталамуса. В этом случае ослабляется эффект ингибирования оссификации, вызванный воздействием лептина на гипоталамус, что ускоряет регенерацию костной ткани, увеличивает образование костной мозоли и повышает риск НГО [36]. J. Gordeladze и соавт. [33] обнаружили низкие уровни лептина в сыворотке крови у пациентов с НГО, но не получили данных о наличии связи между установленными уровнями лептина и НГО [33].

Кроме того, результаты исследований [17, 34] выявили значительное увеличение уровня паратиреоидного гормона (ПТГ) в кровотоке у пациентов с сочетанной ЧМТ уже в течение 6 ч после травмы. ПТГ как регулятор гомеостаза кальция и фосфора играет важную роль в полноценном формировании костной ткани, наблюдаемом у пациентов с сочетанной ЧМТ [34]. В то же время в других исследованиях [13, 22] не обнаружили существенных различий в уровне ПТГ сыворотки крови на различных сроках после травм ЦНС.

Еще одним белком, связанным с НГО, является остеокальцин — маркер ремоделирования кости. Cbfa1, член семейства транскрипционных факторов runt/Cbfa, был впервые идентифицирован как активатор экспрессии остеокальцина с действующим механизмом в остеобластах, являющийся остеобластным специфического генома. Cbfa1 регулирует активность всех основных генов, экспрессируемых остеобластами. В экспериментах Cbfa1 был определен как ключевой регулятор дифференцировки остеобластов *in vivo*. Анализ Cbfa1-дефицитных мышей показал, что дифференцировка остеобластов останавливается в отсутствие Cbfa1, причем ни один параллельный сигнальный путь не может преодолеть этот блок. Наконец, выявили, что Cbfa1 играет роль в развитии и дифференциации остеобластов, регулируя скорость осаждения костной матрицы дифференциро-

ванными остеобластами. Таким образом, *Cbfa1* важен не только для дифференцировки остеобластов, но и для их функционирования [39, 40]. О. Trentz и соавт. [41] установили, что содержание остеокальцина значительно ниже у пациентов с сочетанной и изолированной ЧМТ по сравнению с группой пациентов с изолированными переломами нижних конечностей, что указывает на возможную прогностическую роль уровня остеокальцина в формировании эктопической кости. Также в сыворотке пациентов с ЧМТ наблюдалась повышенная экспрессия маркерных генов остеобластной дифференцировки *RUNX-2*, *SP-7* и *CATK*. В свою очередь *RUNX-2* и *SP-7* являются факторами остеобластной дифференцировки, а *CATK* — остеобластной активности [17]. Т. Tanigushi и соавт. [39] и Х. Banse и соавт. [42] подтвердили ранее выдвинутую теорию дисбаланса между проостеоиндуктивными и антиостеоиндуктивными факторами у пациентов с сочетанной ЧМТ, изучив такие маркеры костного метаболизма, как карбоксилтерминальный пропептид коллагена 1-го типа (*P1CP*) и С-терминальный телопептид коллагена 1-го типа (*1CTP*). В частности, уровни *P1CP* были выше нормальных значений у пациентов с ЧМТ, что свидетельствует о повышенной остеобластной активности, тогда как содержание *1CTP* было ниже у пациентов с изолированной или сочетанной ЧМТ, что указывает на снижение остеокластической активности [39, 42]. Предполагается, что инсулиноподобный фактор роста-2 (*IGF-2*) играет роль в образовании ГО, поскольку он стимулирует синтез коллагена 1-го типа и синтез хрящевой матрицы [43].

Костные морфогенетические белки (BMPs), которые принадлежат к семейству трансформирующего фактора роста- β (*TGF- β*), в частности *BMP-9* и *BMP-2*, обладают остеиндуктивными свойствами и могут быть задействованы в патогенезе НГО [44]. Известно, что они индуцируют не только мезенхимальные и остеопрогениторные клетки, но также синтез остеиндуцирующих факторов, таких как *IGF* и фактор роста эндотелия сосудов (*VEGF*), контролируя дифференцировку остеобластов и формирование костной ткани [45, 46]. Однако результаты исследования О. Gautschi и соавт. [8] показали, что содержание BMPs в цереброспинальной жидкости у пациентов с ЧМТ не достигает таких концентраций, при которых реакция остеогенной клетки становится достаточной для формирования ГО.

Основной фактор роста фибробластов (*FGF*) — еще один член семейства *TGF- β* , средний уровень которого в сыворотке крови у пострадавших с ЧМТ, по данным исследования [47], был выше в 7 раз по сравнению со средним показателем пациентов контрольной группы с местными повреждениями. Матриксные металлопротеиназы (MMP), участвующие в многочисленных процессах ремоделирования, включая фазу регенерации костной ткани и ангиогенез, были изучены в исследованиях с НГО из-за потенциала использования их в качестве биомаркеров повреждения нервной ткани и для прогноза

ЧМТ и спинальной травмы [48]. В частности, у пациентов с ЧМТ в остром периоде регистрировали высокие уровни *MMP-9* и *IL-6* в крови, что являлось свидетельством важной роли *MMP-9* в воспалительном процессе и влиянии на исход травмы [49].

Сигнальный путь *Wnt* является фактором транскрипции, необходимым для развития нескольких типов тканей, включая костную. Повышенный интерес к генам *Wnt* обусловлен выявленной ролью их мутаций, обуславливающих избыточное образование костной ткани [35]. Дифференцировка остеобластов предпочтительна, когда экспрессия сигнального пути *Wnt* повышена. Следовательно, само изменение активности сигнального пути *Wnt* в первую очередь влияет на формирование костной ткани в физиологических условиях и не может вызывать образование эктопической кости в отсутствие индукторов дифференцировки остеобластов [50]. J. Regard и соавт. [51] определили, что одним из таких индукторов является сигнальный путь *Hedgehog* (*Hh*). В проведенной авторами экспериментальной работе с прогрессирующей оссифицирующей гетероплазией *in vivo* снижение экспрессии сигнального пути *Wnt* было недостаточным для ингибирования эктопического образования кости, вызванного эктопической передачей сигнального пути *Hh*. Важно отметить, что сверхэкспрессия сигнального пути *Wnt* также ингибирует дифференцировку остеобластов [52]. Поскольку оба пути (*Wnt* и *Hh*) обладают мощной регуляторной активностью, можно допустить определенное снижение уровня их экспрессии, тогда как эктопическая передача сигналов или сверхэкспрессия может вызвать отрицательные эффекты. Следовательно, фенотипы заболевания на тканевом и клеточном уровнях в первую очередь определяются активируемым сигнальным путем. Поскольку передача сигналов *Wnt* и *Hh* необходима для регулирования разнообразных физиологических процессов, предполагается, что их баланс регулируется с помощью *GNAS*, обеспечивая важную концептуальную основу для понимания молекулярных и клеточных механизмов многих заболеваний, включая НГО [51].

Кроме того, гидроксипролин (протеин, содержащийся в костной и соединительной ткани), обнаруженный в 24-часовом сборе мочи, также наблюдался у пациентов с поврежденным спинным мозгом и с образованием гетеротопических оссификатов [53], однако дальнейшее исследование его клинического значения не проводилось.

В последнее время наблюдается повышенный интерес научного сообщества к простагландинам. Изучается их роль как факторов, влияющих не только на гетеротопическое формирование костной ткани, но также и на костный гомеостаз через индуцирующие факторы (например, *BMP-2* и *PTH*) [54].

Заключение. НГО представляет собой сложный патологический процесс, проявляющийся необычной клиникой, которая вызывает проблемы у пациентов и сопряжена с трудностями в изучении этой патологии у врачей. Определены многочисленные

клинические факторы и биохимические маркеры, которые прогнозируют возможность развития НГО и также объясняют различные пути, вовлеченные в патофизиологию заболевания. Однако на сегодняшний день сущность НГО не ясна. Существенным фактором, ограничивающим активное изучение этого патологического процесса, является его редкая встречаемость. Таким образом, будущие исследования должны быть направлены на более детальное изучение генетического и биомолекулярного элементов НГО. Важно подчеркнуть, что лучшее понимание патогенеза развития НГО поможет не только в профилактике и лечении ГО, но также расширит наши знания о другой часто встречающейся патологии, такой как несрастающиеся переломы.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Ekelund A., Brosjö O., Nilsson O.S. Experimental induction of heterotopic bone. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1991; (263): 102-12.
- Cipriano C.A., Pill S.G., Keenan M.A. Heterotopic ossification following traumatic brain injury and spinal cord injury. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2009; 17 (11): 689-97.
- Simonsen L.L., Sonne-Holm S., Krashenninnikoff M., Engberg A.W. Symptomatic heterotopic ossification after very severe traumatic brain injury in 114 patients: incidence and risk factors. *Injury.* 2007; 38 (10): 1146-50. doi: 10.1016/j.injury.2007.03.019.
- Genêt F., Jourdan C., Lautridou C. et al. The impact of preoperative hip heterotopic ossification extent on recurrence in patients with head and spinal cord injury: a case control study. *PloS One.* 2011; 6 (8): e23129. doi: 10.1371/journal.pone.0023129.
- Denormandie P., de l'Escalopier N., Gatin L. et al. Resection of neurogenic heterotopic ossification (NHO) of the hip. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2018; 104 (1S): S121-7. doi: 10.1016/j.otsr.2017.04.015.
- Chalmers J., Gray D.H., Rush J. Observations on the induction of bone in soft tissues. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1975; 57 (1): 36-45.
- Cadosch D., Gautschi O.P., Thyer M. et al. Humoral factors enhance fracture-healing and callus formation in patients with traumatic brain injury. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009; 91 (2): 282-8. doi: 10.2106/JBJS.G.01613.
- Gautschi O.P., Cadosch D., Frey S.P. et al. Serum-mediated osteogenic effect intraumatic brain-injured patients. *ANZ J. Surg.* 2009; 79 (6): 449-55. doi: 10.1111/j.1445-2197.2008.04803.x.
- Wang J.W., Li J.P., Song Y.L. et al. Humoral and Cellular Immunity Changed after Traumatic Brain Injury in Human Patients. *Ann. Clin. Lab. Sci.* 2017; 47(1):10-16.
- Mitchell E.J., Canter J., Norris P. et al. The genetics of heterotopic ossification: insight into the bone remodeling pathway. *J. Orthop. Trauma.* 2010; 24 (9): 530-3. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181ed147b.
- Ackerman L.V. Extra-osseous localized non-neoplastic bone and cartilage formation (so-called myositis ossificans): clinical and pathological confusion with malignant neoplasms. *J. Bone Joint Surg.* 1958; 40-A (2): 279-98.
- Legosz P., Drela K., Pulik L. et al. Challenges of heterotopic ossification-Molecular background and current treatment strategies. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 2018; 45 (12): 1229-35. doi: 10.1111/1440-1681.13025.
- Gugala Z., Olmsted-Davis E.A., Xiong Y. et al. Trauma-induced heterotopic ossification regulates the blood-nerve barrier. *Front. Neurol.* 2018; 9: 408. doi: 10.3389/fneur.2018.00408.
- Bidner S.M., Rubins I.M., Desjardins J.V. et al. Evidence for a humoral mechanism for enhanced osteogenesis after head injury. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1990; 72 (8): 1144-9.
- Kurer M.H., Khoker M.A., Dandona P. Human osteoblast stimulation by sera from paraplegic patients with heterotopic ossification. *Paraplegia.* 1992; 30 (3): 165-8. doi: 10.1038/sc.1992.58.
- Gautschi O.P., Toffoli A.M., Joesbury K.A. et al. Osteoinductive effect of cerebrospinal fluid from brain-injured patients. *J. Neurotrauma.* 2007; 24: 154-62. doi: 10.1089/neu.2006.0166.
- Vanden Bossche L., Vanderstraeten G. Heterotopic ossification: a review. *J. Rehabil. Med.* 2005; 37 (3): 129-36. doi: 10.1080/16501970510027628.
- Dizdar D., Tiftik T., Kara M. et al. Risk factors for developing heterotopic ossification in patients with traumatic brain injury. *Brain Inj.* 2013; 27 (7-8): 807-11. doi: 10.3109/02699052.2013.775490.
- Sakellariou V.I., Grigoriou E., Mavrogenis A.F. et al. Heterotopic ossification following traumatic brain injury and spinal cord injury: insight into the etiology and pathophysiology. *J. Musculoskelet. Neuronal. Interact.* 2012; 12 (4): 230-40.
- Potter B.K., Forsberg J.A., Davis T.A. et al. Heterotopic ossification following combat-related trauma. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010; 92 (Suppl. 2): 74-89. doi: 10.2106/JBJS.J.00776.
- da Silva Meirelles L., Chagastelles P.C., Nardi N.B. Mesenchymal stem cells reside in virtually all post-natal organs and tissues. *J. Cell Sci.* 2006; 119: 2204-13. doi: 10.1242/jcs.02932.
- Cadosch D., Toffoli A.M., Gautschi O.P. et al. Serum after traumatic brain injury increases proliferation and supports expression of osteoblast markers in muscle cells. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010; 92 (3): 645-53. doi: 10.2106/JBJS.I.00097.
- Mastrogriacomo M., Derubeis A.R., Cancedda R. Bone and cartilage formation by skeletal muscle derived cells. *J. Cell Physiol.* 2005; 204 (2): 594-603. doi: 10.1002/jcp.20325.
- Da Paz A.C., Carod Artal F.J., Kalil R.K. The function of proprioceptors in bone organization: a possible explanation for neurogenic heterotopic ossification in patients with neurological damage. *Med. Hypotheses.* 2007; 68 (1): 67-73. doi: 10.1016/j.mehy.2006.06.035.
- Van Kuijk A.A., Geurts A.C., van Kuppevelt H.J. Neurogenic heterotopic ossification in spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2002; 40 (7): 313-26. doi: 10.1038/sj.sc.3101309.
- Mastrogriacomo M., Derubeis A.R., Cancedda R. Bone and cartilage formation by skeletal muscle derived cells. *J. Cell Physiol.* 2005; 204: 594-603. doi: 10.1002/jcp.20325.
- Falsetti P., Acciai C., Palilla R., Carpinteri F. Bedside ultrasound in early diagnosis of neurogenic heterotopic ossification in patients with acquired brain injury. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2011; 113 (1): 22-7. doi: 10.1016/j.clin-neuro.2010.08.012.
- D'Amelio P., Fornelli G., Roato I., Isaia G.C. Interactions between the immune system and bone. *World J. Orthop.* 2011; 2 (3): 25-30. doi: 10.5312/wjo.v2.i3.25.
- Crespo A.R., Da Rocha A. B., Jotz G.P., Schneider R.F. Increased serum sFas and TNFalpha following isolated severe head injury in males. *Brain Inj.* 2007; 21 (4): 441-7. doi: 10.1080/02699050701311125.
- Evans K.N., Forsberg J.A., Potter B.K. et al. Inflammatory cytokine and chemokine expression is associated with heterotopic ossification in high energy penetrating war injuries. *J. Orthop. Trauma.* 2012; 26 (11): e204-13. doi: 10.1097/BOT.0b013e31825d60a5.
- Convente M.R., Wang H., Pignolo R.J. et al. The immunological contribution to heterotopic ossification disorders. *Curr. Osteoporos. Rep.* 2015; 13 (2): 116-24. doi: 10.1007/s11914-015-0258-z.
- Hayakata T., Shiozaki T., Tasaki O. et al. Changes in Csf S100b and cytokine concentrations in early-phase severe traumatic brain injury. *Shock.* 2004; 22: 102e7.
- Gordeladze J.O., Drevon C.A., Syversen U., Reseland J.E. Leptin stimulates human osteoblastic formation, de novo collagen synthesis, anmineralization: impact on differentia-

- tion markers, apoptosis and osteoclastic signaling. *J. Cell Biochem.* 2002; 85 (4): 825–36. doi: 10.1002/jcb.10156.
34. Khan S.N., DuRaine G., Virk S.S. et al. The temporal role of leptin within fracture healing and the effect of local application of recombinant leptin on fracture healing. *J. Orthop. Trauma.* 2013; 27 (11): 656–62. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182847968.
35. Yan H., Zhang H.W., Fu P. et al. Leptin's effect on accelerated fracture healing after traumatic brain injury. *Neurol. Res.* 2013; 35 (5): 537–44. doi: 10.1179/1743132813Y.0000000201.
36. Wang L., Yuan J.S., Zhang H.X. et al. Effect of leptin on bone metabolism in rat model of traumatic brain injury and femoral fracture. *Chin. J. Traumatol.* 2011; 14 (1): 7–13. doi: 10.3760/cma.j.issn.1008-1275.2011.01.002.
37. Hess R., Pino A.M., Rios S. et al. High affinity leptin receptors are present in human mesenchymal stem cells (MSCs) derived from control and osteoporotic donors. *J. Cell Biochem.* 2005; 94 (1): 50–7. doi: 10.1002/jcb.20330.
38. Takeda S., Eleftheriou F., Levasseur R. et al. Leptin regulates bone formation via the sympathetic nervous system. *Cell.* 2002; 111 (3): 305–17.
39. Taniguchi T., Matsumoto T., Shindo H. Changes of serum levels of osteocalcin, alkaline phosphatase, IGF-1 and IGF-binding protein-3 during fracture healing. *Injury Int. J. Care.* 2003; 34: 477–9.
40. Neve A., Corrado A., Cantatore F.P. Osteocalcin: skeletal and extra-skeletal effects. *J. Cell Physiol.* 2013; 228 (6): 1149–53. doi: 10.1002/jcp.24278.
41. Trentz O.A., Handschin A.E., Bestmann L. et al. Influence of brain injury on early posttraumatic bone metabolism. *Crit. Care Med.* 2005; 33 (2): 399–406.
42. Banse X., Devogelaer J.P., Lafosse A. et al. Cross-link profile of bone collagen correlates with structural organization of trabeculae. *Bone.* 2002; 31: 70–6.
43. Scarfi S. Use of bone morphogenetic proteins in mesenchymal stem cell stimulation of cartilage and bone repair. *World J. Stem Cells.* 2016; 8 (1): 1–12. doi: 10.4252/wjsc.v8.i1.1.
44. Chen D., Zhao M., Mundy G.R. Bone morphogenetic proteins. *Growth Factors.* 2004; 22 (4): 233–41. doi: 10.1080/08977190412331279890.
45. Kang Q., Sun M.H., Cheng H. et al. Characterization of the distinct orthotopic bone-forming activity of 14 BMPs using recombinant adenovirus-mediated gene delivery. *Gene Ther.* 2004; 11 (17): 1312–20. doi: 10.1038/sj.gt.3302298.
46. Brinker M.R., Miller M.D. Basic sciences: bone injury and repair. In: Miller M., ed. *Review of Orthopaedics*. 3rd ed. Saunders WB; 2000: 19–22.
47. Oliveira C.O., Ikuta N., Regner A. Outcome biomarkers following severe traumatic brain injury. *Rev. Bras. Ter. Intensiva.* 2008; 20 (4): 411–21. doi: 10.1590/S0103-507X2008000400015.
48. Suehiro E., Fujisawa H., Akimura T. et al. Increased matrix metalloproteinase-9 in blood in association with activation of interleukin-6 after traumatic brain injury: influence of hypothermic therapy. *J. Neurotrauma.* 2004; 21 (12): 1706–11. doi: 10.1089/neu.2004.21.1706.
49. Issack P.S., Helfet D.L., Lane J.M. Role of Wnt signaling in bone remodeling and repair. *HSS J.* 2008; 4 (1): 66–70. doi: 10.1007/s11420-007-9072-1.
50. Day T.F., Guo X., Garrett-Beal L., Yang Y. Wnt/beta-catenin signaling in mesenchymal progenitors controls osteoblast and chondrocyte differentiation during vertebrate skeletogenesis. *Dev. Cell.* 2005; 8: 739–50.
51. Regard J.B., Deepti M., Gvozdenovic-Jeremic J. et al. Activation of Hedgehog signaling by loss of GNAS causes heterotopic ossification. *Nat. Med.* 2013; 19 (11): 1505–12. doi: 10.1038/nm.3314.
52. Regard J.B., Cherman N., Palmer D. et al. Wnt/beta-catenin signaling is differentially regulated by Galpha proteins and contributes to fibrous dysplasia. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 2011; 108 (50): 20101–6. doi: 10.1073/pnas.1114656108.
53. Shehab D., Elgazzar A.H., Collier B.D. Heterotopic ossification. *J. Nucl. Med.* 2002; 43: 346–53.
54. Blackwell K.A., Raisz L.G., Pilbeam C.C. Prostaglandins in bone: bad cop, good cop? *Trends Endocrinol. Metab.* 2010; 21 (5): 294–301. doi: 10.1016/j.tem.2009.12.004.

Сведения об авторах: Гареев Ильгиз Фанилевич — аспирант кафедры нейрохирургии и медицинской реабилитации с курсом ИДПО БГМУ, <https://orcid.org/0000-0002-4965-0835>, e-mail: ilgiz_gareev@mail.ru; Бейлерли Озал Арзуман оглы — врач-нейрохирург отделения нейрохирургии Больницы скорой медицинской помощи г. Уфа, <https://orcid.org/0000-0002-6149-5460>; Вахитов Аяз Кутдусович — врач травматолог-ортопед отделения травматологии и ортопедии ГКБ им. Г.Г. Куватова, <https://orcid.org/0000-0002-1359-5563>.

Для контактов: Гареев И.Ф. — тел.: +7(347)255-76-66

Information about the authors: Gareev I.F. — postgraduate, chair of neurosurgery, and medical rehabilitation with the course of the institute for additional professional education, Bashkir State Medical University, Lenina str., 3, Ufa, 450008, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4965-0835>, e-mail: ilgiz_gareev@mail.ru; Beylerli O.A. — neurosurgeon, neurosurgical department, emergency medical care hospital, Ufa, <https://orcid.org/0000-0002-6149-5460>; Vakhitov A.K. — trauma and orthopaedic surgeon, department of traumatology and orthopaedics, G.G. Kuvatov city clinical hospital named, <https://orcid.org/0000-0002-1359-5563>.

Contact: Gareev I.F. — tel.: +7(347)255-76-66

**КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ МУКОПОЛИСАХАРИДОЗА I ТИПА
(ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)***Л.К. Михайлова*, О.А. Полякова*ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, Россия*Трудности дифференциальной диагностики мукополисахаридоза (МПС) I типа обусловлены редкой популяционной частотой патологии, что приводит к несвоевременному и неадекватному лечению. Представлено описание развития болезни и лечения 20 пациентов с МПС I типа, при этом особое внимание обращено на ортопедические проявления патологии, которые определяются с первых месяцев жизни.***Ключевые слова:** мукополисахаридоз I типа, синдром Гурлер, синдром Гурлер—Шейе, синдром Шейе, контрактуры, дизостоз, гемопоэтические стволовые клетки, ферментозаместительная терапия**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки**КАК ЦИТИРОВАТЬ:** Михайлова Л.К., Полякова О.А. Клинические проявления мукополисахаридоза I типа (ортопедические аспекты). Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:125-133. <https://doi.org/10.17116/vto201803-041125>**CLINICAL MANIFESTATIONS OF MUCOPOLYSACCHARIDOSIS TYPE I (ORTHOPAEDIC ASPECTS)***L.K. Mikhailova*, O.A. Polyakova*

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

*The difficulties of differential diagnosis of mucopolysaccharidoses (MPS) type I are conditioned by low population rate of the pathology that results in untimely and inadequate treatment. Case reports for 20 patients with MPS I are presented. Special attention is paid to the orthopaedic manifestations of the pathology that can be determined since the first months of life.***Key words:** mucopolysaccharidosis type I, Hurler syndrome, Hurler—Scheie syndrome, Scheie syndrome, contracture, dysostosis, hematopoietic stem cells, enzyme replacement therapy**Conflict of interest:** the authors state no conflict of interest**Funding:** the study was performed with no external funding**TO CITE THIS ARTICLE:** Mikhailova LK, Polyakova OA. Clinical manifestations of mucopolysaccharidosis type I (Orthopaedic aspects). N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopaedics. 2018;3-4:125-133. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-041125>

Мукополисахаридоз (МПС) I типа — лизосомная болезнь накопления, наследуемая по аутосомно-рецессивному типу, обусловленная дефицитом альфа-L-идуронидазы и, как следствие этого биохимического дефекта, сопровождающаяся отложением в лизосомах клеток гликозаминогликанов (ГАГ): гепарансульфата и дерматансульфата [1–5]. Ортопедические нарушения разной степени выраженности возникают при всех типах МПС [6]. По нашим наблюдениям, наиболее выраженные изменения костно-мышечной системы чаще возникают у пациентов с МПС I, IV и VI типов.

Исторически первым был описан именно МПС I типа, очевидно, как патология с наиболее характерными, «яркими» проявлениями болезни. Позднее выделены его менее тяжелые аллельные формы. Впервые синдром Гурлер (Hurler syndrome) был представлен в 1917 г. канадским педиатром С. Hunter, однако «описание не привлекло к себе внимания» [1], и в 1919 г. немецкий педиатр профессор М. Pfaundler предложил австрийскому педиатру G. Hurler опубликовать описание двух случа-

ев этого заболевания, наблюдавшихся ею. До 30-х годов XX века в литературе данная патология называлась «болезнь Пфаундлера—Гурлер», позднее осталось название «синдром Гурлер». В 1962 г. американским офтальмологом Н. Scheie и соавт. [1] был представлен новый вид МПС I как вариант синдрома Гурлер, но с менее выраженными клиническими признаками болезни — синдром Шейе (Sheie syndrome). Была выделена еще одна форма МПС I типа, названная синдромом Гурлер—Шейе (Hurler—Sheie syndrome) — промежуточная по тяжести течения форма МПС I (один аллель синдрома Гурлер, второй — синдрома Шейе) [7]. Таким образом, МПС I типа делится на 3 подтипа: синдром Гурлер, синдром Шейе и синдром Гурлер—Шейе.

Долгое время лечение МПС было только симптоматическим. Тяжелое, непрерывно прогрессирующее течение патологии приводило к смерти пациентов в раннем возрасте [1].

Не так давно, в 1980 г., появилась возможность этиотропного лечения синдрома Гурлер [7, 8] при условии его своевременного выявления и раннего,

до возраста 2 лет, выполнения трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (ТГСК), обеспечивая этим выработку собственного фермента, а для аллельных форм заболевания — применения патогенетической терапии — инфузии ферментов (ферментозаместительная терапия — ФЗТ) [7]. Кроме того, используется подавление синтеза субстрата препаратом, содержащим растительные эстрогены [9]. Новые возможности оказания анестезиологической помощи, хирургической коррекции возникающих осложнений и симптоматического лечения позволяют повысить качество жизни, связанное со здоровьем, задерживая прогрессирование необратимых изменений органов и систем. Хирургическое лечение у пациентов с МПС ограничивалось аденомией, грыжесечением; по жизненным показаниям выполняли декомпрессию спинного мозга. Ортопедические операции в основном сводились к исправлению оси конечности путем корригирующих остеотомий костей конечностей при некоторых

типах МПС и лечению нарушений функции кистевого сустава фиксацией в специальных шинах [1]. За прошедшие годы появились новые возможности оперативного лечения дизостозов при МПС.

Несмотря на то что МПС I типа относится к редким (орфанным) заболеваниям, врачи, в частности ортопеды, должны иметь настороженность по отношению к нему.

Цель исследования: представить алгоритм ранней диагностики МПС I типа, основываясь на данных анамнеза, клинических признаках в возрастном аспекте и в зависимости от типа и подтипов, результатах инструментальных исследований и лабораторных показателей.

С 2009 г. под нашим наблюдением находятся 20 пациентов (20 семей) с МПС I: с МПС I Гурлер 9 пробандов (3 женского пола, 6 мужского), из них 8 после ТГСК; с МПС I Гурлер—Шейе 7 пробандов (6 женского пола, 1 мужского пола); с МПС I Шейе 4 пробанда (3 женского пола, 1 мужского пола).

Табл. Сроки возникновения клинических и рентгенологических признаков МПС I типа (собственные данные)

Table. Terms of occurrence of clinical and radiological signs of MPS type 1 (own data)

Признак	Синдром Гурлер	Синдром Гурлер—Шейе	Синдром Шейе
Клинические признаки			
Отставание в росте	С первых месяцев +++	С 2–3 лет ++	С 3–4 лет +
Лицо	Изменения черт с 1–2 лет ++	Огрубление черт с 2–3 лет +	Огрубление черт с 8–10 лет +/-
Ограничение отведения бедер	С 1–2 мес	С 2 мес	С 3 мес
Контрактуры плечевых, локтевых, лучезапястных и коленных суставов	С 1 года	С 1,5 года	С 2,5 года
Кисти	Мягкие, деформированные суставы кисти с 1 года	Мягкие, гиперподвижность в межфаланговых суставах с 1,5 года	Сгибательная контрактура межфаланговых суставов с 4–5 лет
Помутнение роговицы	С 1–2 лет	С 3 лет	С 5 лет
Ретинопатия и отек зрительного нерва	С 3 лет	С 5 лет	С 10 лет
Грыжи различной локализации, расширенное пупочное кольцо	С 0 мес	С 0 мес	С 0 мес
Стеноз позвоночного канала и миелопатия грудного, поясничного и шейного отдела позвоночника	С 2 лет	С 4 лет	С 6–10 лет
Тугоухость	После 7–8 лет	После 10 лет	После 10 лет
Вторичные кардиомиопатии	До 5–8 лет	До 10 лет жизни	После 10 лет
Отиты и риниты	С первых месяцев жизни	1 год жизни	1 год жизни
Нарушение интеллекта	Значительно нарушен +++	Нарушен ++	Не нарушен или нарушен незначительно +/-
Рентгенологические признаки			
«Дисплазия» тазобедренного сустава, децентрация головок бедренных костей, расцениваемая как «подвывих»	1,5 мес	2 мес	3 мес
Платиспондилия	С 1 года выраженная	С 1,5 года умеренная	С 3 лет умеренная
Деформация грудной клетки	Выраженная «бочкообразная» деформация с 1 года	«Бочкообразная» деформация с 1,5 года	Менее выраженная деформация с 2,5 года

Клинические проявления МПС I типа представлены в таблице.

МПС I типа, как и МПС VI типа (синдром Марото–Лами), согласно ранней классификации относится к гурлерподобным мукополисахаридозам. Фенотипически и клинически нозологии сходны, однако при синдроме Гурлер заболевание клинически проявляется раньше, протекает тяжелее, чем при синдроме Марото–Лами (прогрессирование аллельных форм МПС I типа варьибельно и менее тяжелое). Кроме того, интеллектуальные нарушения, не характерные для МПС VI, выражены при МПС I в отсутствие специфической терапии [10].

У 9 пациентов был отягощен антенатальный анамнез: у матерей 2 пациентов с МПС I Гурлер и 3 — с МПС I Гурлер–Шейе возникала угроза прерывания беременности; в 6 случаях имелся крупный плод: МПС I Гурлер (3950, 4070, 4050 и 4000 г); МПС I Гурлер–Шейе (4100 и 4300 г).

Диагноз МПС I Гурлер установлен в возрасте 3, 4, 6, 8, 18 и 23 мес, у 2 пробандов в 2 года, в 2 года 3 мес; МПС I Гурлер–Шейе — в возрасте 1 года, 2 лет, 2,3 года, 2,7 года, 3 лет, 5,3 года, 6 лет; МПС I Шейе — в возрасте 5 мес, 3,3 года, 8 и 11 лет.

Первыми признаками болезни, на которые обратили внимание родители, было ограничение отведения бедер и разгибания в локтевых суставах. У всех наблюдаемых нами больных МПС I Гурлер в первые месяцы жизни ортопеды диагностировали «дисплазию» тазобедренных суставов, попытки консервативного лечения были неэффективными, рано (к 3–4 годам) деформировались головки бедренных костей, которые децентрировались и смещались кнаружи, формировалась скошенность вертлужных впадин (рис. 1).

У пациентов с МПС I типа рано возникают изменения органов зрения, развивается глаукома. У одной пациентки (1984 г. р.) с МПС I Гурлер–Шейе в 19 лет проведено оперативное лечение глаукомы с незначительным эффектом, другой пациент (2006 г. р.) с МПС I Гурлер в возрасте 2 лет перенес операцию по поводу двусторонней глаукомы с удовлетворительным результатом.

Для пациентов характерны частые заболевания дыхательных путей, гипертрофия аденоидов, отиты [1].

К 1 году у наших пациентов с МПС I Гурлер обнаруживали отставание в росте, усугубляющееся в процессе развития ребенка. Задержку роста с 2–3-летнего возраста наблюдали у всех пациентов с МПС I Гурлер–Шейе, с 7–10-летнего — с МПС I Шейе. Большинству наших больных с МПС I Гурлер диагноз был установлен в первые месяцы жизни, аллельные формы заболевания (Гурлер–Шейе, Шейе) диагностировались поздно, в большинстве случаев в возрасте 3–8 лет.

У всех пациентов с МПС I имелось расширенное пупочное кольцо. У 8 пациентов (5 с МПС I Гурлер, 3 с МПС I Гурлер–Шейе) диагностирована пупочная грыжа. Герниорафия выполнена 2 детям с МПС I Гурлер, из них в 1 случае с пластикой апоневроза



Рис. 1. Рентгенограмма таза пациента С., 3,7 года, с МПС I Гурлер после ТГСК: деформация костей таза, нарушение формирования вертлужных впадин, децентрация гипоплазированных головок бедренных костей.

Fig. 1. Patient S., 3.7 years old, with MPS I Hurler. Pelvic roentgenogram after transplantation of hematopoietic stem cells (HSCT): pelvic bones deformity, acetabular malformation, decenteration of hypoplastic femoral heads.

мышц передней брюшной стенки в 2 года. У 4 больных с МПС I Гурлер обнаружены паховые грыжи, и в первом полугодии жизни проведено хирургическое лечение, рецидивов не было.

Внешний вид наблюдаемых нами пациентов довольно типичен: гипертрихоз, а в первые месяцы жизни появлялись специфические лицевые дизморфии: макроцефалия, выступающие лобные бугры, широкие скулы, западающая переносица, гипертелоризм, короткие носовые ходы с вывернутыми ноздрями, полуоткрытый рот, макроглоссия, толстые губы и гиперплазия десен.

Все пробанды с МПС I имели множественный дизостоз: скафоцефалию, грудопоясничный кифоз, развивающийся на 2-м году жизни в результате асимметричного уплощения тел позвонков, у некоторых пациентов — поясничный гиперлордоз (рис. 2).

К 14–16 мес у всех наших пациентов сформировались вальгусные деформации голеней до 15°. К 5 годам у 9 пациентов с МПС I Гурлер и 3 пациентов с МПС I Гурлер–Шейе деформации достигали 27°, по мере роста исправляясь до 15°. Деформаций, требующих хирургической коррекции, мы не наблюдали.

Наибольшую угрозу жизни пациентам с МПС I представляют стенозы позвоночного канала в шейном отделе в связи с риском развития миелопатии в результате нестабильности позвонков C_I и C_{II} при деформации зубовидного отростка. Декомпрессия позвоночного канала выполнена трем нашим пациентам. Пациентке Б., 1984 г. р. с МПС I Гурлер–Шейе проведена декомпрессия шейного отдела позвоночника в 32 года, получает ФЭТ с 24 лет. Па-



Рис. 2. Внешний вид пациентки З., 3,5 лет, с МПС I Гурлер. Рост 78 см (нанизм). Выраженный лицевой дизморфизм. Усилен кифоз в грудопоясничном отделе. Пупочная грыжа. Ограничение разгибания в локтевых суставах до 145° , выраженные сгибательные контрактуры в кистевых и межфаланговых суставах. В тазобедренных суставах отведение ограничено до 25° , в коленных суставах ограничение разгибания до 155° . Вальгусная деформация голеней 17° .

Fig. 2. Patient Z., 3.5 years old, with MPS I Hurler. Stature 78 cm. (nanism). Pronounced facial dysmorphism. Increased thoracolumbar kyphosis. Umbilical hernia. Restriction of elbow joints extension up to 145° , pronounced flexion contractures in wrist and interphalangeal joints. Restriction of hip joints abduction up to 25° . Restriction of knee joints extension up to 155° . Valgus shin deformity 17° .

циенту Б., 2006 г. р. с МПС I Гурлер (ТГСК в 2007 г. в возрасте 1 год 4 мес) в 5 и 7 лет выполнена этапная коррекция кифотической деформации: дорсальная коррекция и фиксация грудопоясничного отдела позвоночника с целью декомпрессии грудопоясничного отдела позвоночника. Еще одному пациенту П. (2006 г. р., успешная ТГСК в 2009 г. в возрасте 3 года 4 мес) с МПС I Гурлер в 7 лет проведены одноэтапная дорсальная коррекция и фиксация деформации позвоночника.

Синдром карпального канала обычно беспокоит пациентов в меньшей степени: пациент Б., 2006 г. р. с МПС I Гурлер (после ТГСК) в 11 лет, пациентка с МПС I Шейе (на фоне ФЗТ) в 23 года были оперированы по поводу двустороннего стеноза карпального канала, через 3 года развился рецидив.

У пациентки Б., 1984 г. р., страдающей МПС I Гурлер–Шейе, было диагностировано двустороннее дегенеративное изменение подошвенного апоневроза — болезнь Леддерхозе. В 29 лет на фоне ФЗТ, проводимой с 24 лет, больной проведено ис-



Рис. 3. Рентгенограмма позвоночника пациента С., 3,7 года, с МПС I Гурлер. Платиспондилия, клиновидная деформация позвонков на вершине кифоза.

Fig. 3. Patient S., 3.7 years old, with MPS I Hurler. Spinal roentgenogram: platyspondyly, wedge shaped vertebrae deformity on the kyphosis apex.

сечение подошвенных апоневрозов обеих стоп с положительным эффектом [11].

Рентгенологическая картина. Рентгенологические признаки МПС I типа сходны с таковыми при синдроме Марото–Лами [10], однако изменения проявляются раньше и, как правило, более выражены.

На рентгенограммах пациентов с МПС I Гурлер изменения выявляются уже на первом году жизни и прогрессируют в процессе роста ребенка. При аллельных формах МПС I изменения сходны, но менее выражены и возникают позднее (рис. 3).

Деформации позвоночника, в том числе шейного отдела, связаны с платиспондилией и мышечной гипотонией, наклоном головы кпереди, изменением всех структур связочного аппарата позвоночника, оболочек спинного мозга, что может вызвать повреждение ствола мозга вследствие стеноза позвоночного канала [12].



Рис. 4. Рентгенограмма таза пациентки З., 3,5 лет, с МПС I Гурлер. Деформация костей таза, нарушение формирования вертлужных впадин, децентрация гипоплазированных головок бедренных костей.

Fig. 4. Patient Z., 3.5 years old, with MPS I Hurler. Pelvic roentgenogram: pelvic bones deformity, acetabular malformation, decentration of hypoplastic femoral heads.

Как правило, к 1 году у наших пациентов наблюдали деформации тазового кольца, латеральные отделы были «сдавлены»; крыши вертлужных впадин становились мелкими, скошенными. Головки бедренных костей «треугольно» деформированы, иногда фрагментированы, уплощены; шейки вальгированы, что патогномично для пациентов с МПС (рис. 4) [1, 6].

Диагностика МПС I типа сходна с таковой синдрома Марото–Лами и основана на анамнестических данных и клинических проявлениях патологии.

Проявления дизостоза, усугубляющиеся с ростом пациента, возникают раньше и являются более выраженными при МПС I Гурлер, чем при МПС VI типа, и крайне полиморфны для аллельных форм МПС I (рис. 5—7) [1].

Дифференциальный диагноз. Дифференцировать МПС I типа приходится от МПС IV, VI, II, III и VII типов, спондилоэпифизарных дисплазий, других лизосомных болезней накопления: мукполипидозов, множественной сульфатазной недостаточности, ревматоидного полиартрита.

Из-за выраженного полиморфизма клинически различить типы МПС, как правило, трудно, что требует проведения лабораторной диагностики [3].

Муколипидоз (болезнь накопления) по фенотипу схож с МПС, у детей первых 10 лет жизни выявляют лицевые дизморфии, помутнение роговицы, ограниченную подвижность суставов, множественный дизостоз, возможны грыжи различной локализации, гепатоспленомегалия. Имеются ментальные нарушения, с возрастом усугубляются двигательные изменения. Типична аномалия аортального и митрального клапанов сердца. Однако для мукполипидозов характерна повышенная экскреция сиалилиполисахаридов при нормальных показателях почечной экскрекции ГАГ. Лимфоциты крови, звездчатые ретикулоэндотелиоциты

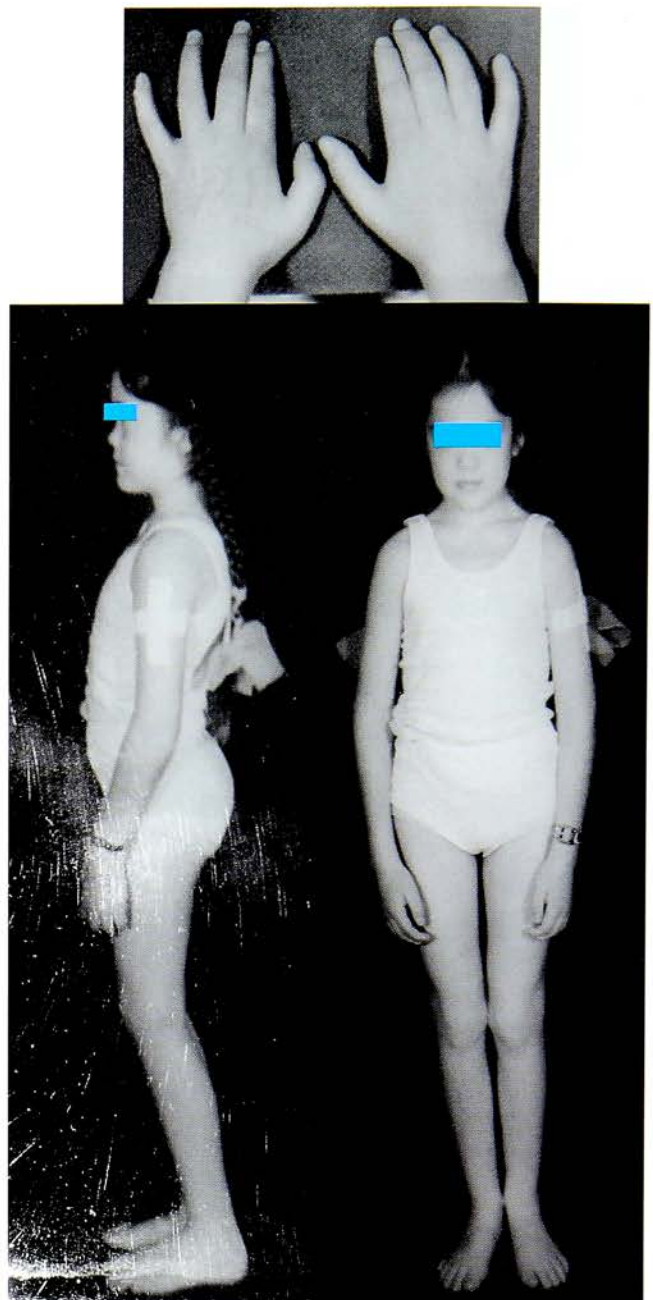


Рис. 5. Внешний вид пациентки Р., 8 лет, с МПС I Шейе. Рост 119 см. Лицевые дизморфии. Усилен кифоз в грудном отделе, лордоз в поясничном отделе. Ограничение разгибания в локтевых суставах до 150°, в кистевых и межфаланговых суставах умеренно выраженные сгибательные контрактуры. В тазобедренных суставах отведение ограничено до 17°, в коленных суставах ограничение разгибания до 155°.

Fig. 5. Patient R., 8 years old, with MPS I Scheie. Stature 119 cm. Facial dysmorphism. Increased thoracic kyphosis, lumbar lordosis. Restriction of elbow joints extension up to 150°, pronounced flexion contractures in wrist and interphalangeal joints. Restriction of hip joints abduction up to 17°. Restriction of knee joints extension up to 155°.

(купферовские клетки) и гепатоциты вакуолизованы, в биоптате икроножных нервов определяют метакроматическую миелиновую дегенерацию. В культуре фибробластов обнаруживают характерные грубые включения, что отличает патологию от МПС [13].

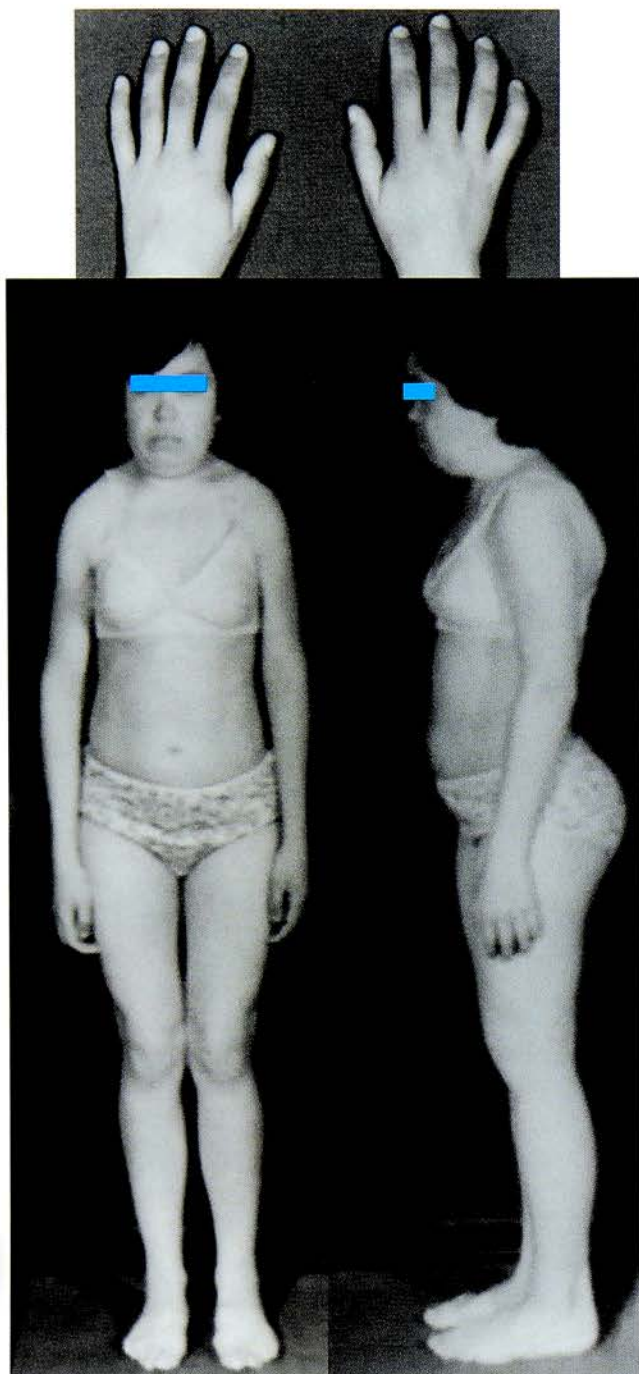


Рис. 6. Внешний вид пациентки Т., 32 лет, с МПС I Гурлер—Шейе. Рост 114 см (нанизм). Значительно измененные черты лица. Усилены кифоз в грудном отделе, лордоз в поясничном отделе. Ограничение разгибания в локтевых суставах до 145°, в кистевых и межфаланговых суставах выраженные сгибательные контрактуры. В тазобедренных суставах отведение ограничено до 25°, в коленных суставах ограничение разгибания до 170°.

Fig. 6. Patient T., 32 years old, with MPS I Hurler—Scheie. Stature 114 cm (nanism). Marked facial dysmorphism. Increased thoracic kyphosis, lumbar lordosis. Restriction of elbow joints extension up to 145°, pronounced flexion contractures in wrist and interphalangeal joints. Restriction of hip joints abduction up to 25°. Restriction of knee joints extension up to 170°.

Спондилоэпифизарная дисплазия отличается от МПС отсутствием лицевого дизморфизма. Рентгенологически типичны задержка оссификации эпифизов бедренных костей, деформации ростковых зон в коленных, голеностопных, кистевых су-

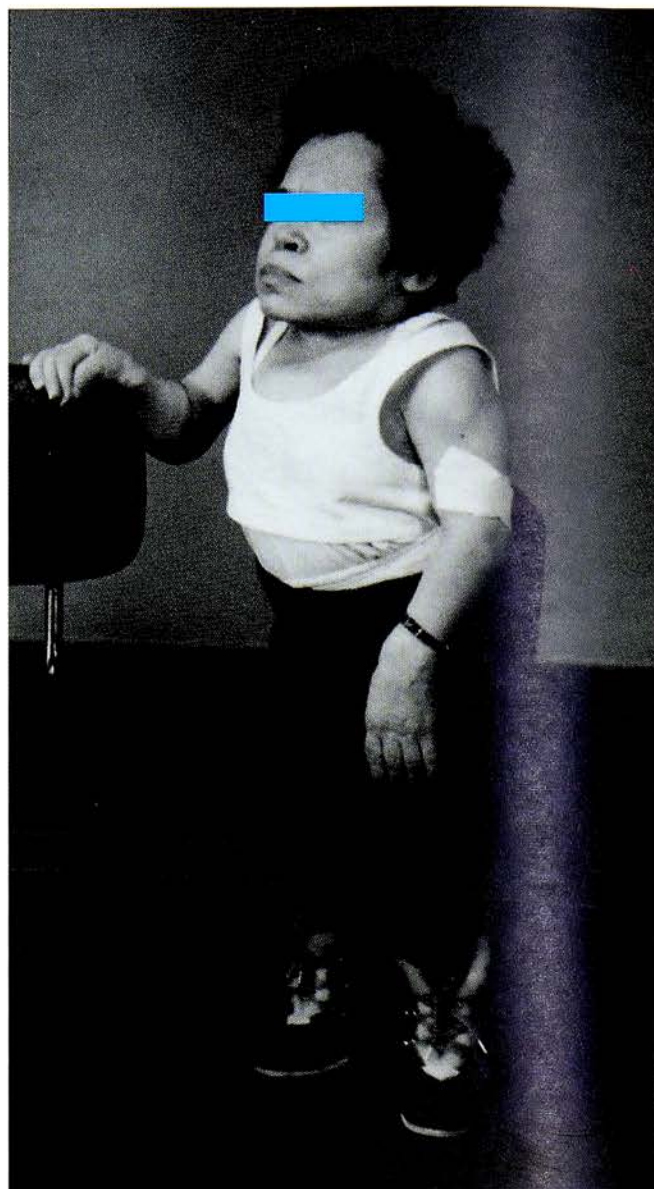


Рис. 7. Внешний вид пациентки К., 28 лет, с МПС I Гурлер. Лечение симптоматическое.

Рост 96 см (нанизм). Выраженный лицевой дизморфизм. Усилен кифоз в груднопоясничном отделе, лордоз в поясничном отделе. Ограничение разгибания в локтевых суставах до 150°, в кистевых и межфаланговых суставах значительно выраженные сгибательные контрактуры. В тазобедренных суставах отведение ограничено до 30°, в коленных суставах ограничение разгибания до 155°. Вальгусная деформация голеней 25°.

Fig. 7. Patient K., 28 years old, with MPS I Hurler. Symptomatic treatment.

Stature 96 cm (nanism). Pronounced facial dysmorphism. Increased thoracolumbar kyphosis, lumbar lordosis. Restriction of elbow joints extension up to 150°, pronounced flexion contractures in wrist and interphalangeal joints. Restriction of hip joints abduction up to 30°, knee joints — up to 155°. Valgus shin deformity 25°.

ставах, изменения в центрах оссификации, двояковыпуклые тела позвонков, позже формируется платиспондилия [1].

Множественная сульфатазная недостаточность (множественный сульфатидоз, тип Аус-



Рис. 8. Внешний вид пациента П., 8 лет, с МПС I Гурлер. Состояние после ТГСК (в 2 года).

Рост 113 см (нанизм). Лицевые дизморфии. Ограничение разгибания в локтевых суставах до 165° , в кистевых и межфаланговых суставах незначительно выраженные сгибательные контрактуры. В тазобедренных суставах ограничение отведения до 20° , в коленных суставах ограничение разгибания до 170° .

Fig. 8. Patient P., 8 years old, with MPS I Hurler. Condition after HSCT (at 2 years).

Stature 113 cm (nanism). Facial dysmorphism. Restriction of elbow joints extension up to 165° , slight flexion contractures in wrist and interphalangeal joints. Restriction of hip joints abduction up to 20° , knee joints — up to 170° .

тина) схож с МПС. Клинически в 1–2 года констатируют отставание в двигательном и психическом развитии; прогрессируют (по мере накопления метаболитов) неврологические расстройства, отставание в психическом развитии, множественный дизостоз. Формируются схожие с таковыми при МПС черты лица, возникают глухота, ихтиоз, гепатоспленомегалия. Такие дети развиваются медленнее ровесников, отмечается задержка речевого развития и формирования навыков ходьбы, однако, помимо снижения ферментативной активности альфа-L-идуронидазы в лейкоцитах периферической крови, типичны низкая активность еще 6 сульфатаз, поражение белого вещества головного мозга — лейкодистрофия по данным магнитно-резонансной томографии, ихтиоз [14].

GM1-ганглиозидоз тип I (генерализованный семейный ганглиозидоз, нейровисцеральный липидоз, недостаточность β -галактозидазы) схож с МПС лицевыми дизморфиями (выступающие лобные бугры, западающая переносица, большие низко расположенные ушные раковины, гипертрофия десен, макроглоссия, грубые черты лица); множественным дизостозом; характерны частые бронхопневмонии, гепатоспленомегалия. Для МПС I типа нетипичны характерные для ганглиозидоза неврологические симптомы: выраженная мышечная дистония на первых месяцах жизни, низкая активность ребенка, клонико-тонические судороги, рано развивающаяся спастическая тетраплегия, потеря зре-

ния и слуха, смерть в возрасте 2–3 лет. Гистологически в лейкоцитах и культивируемых фибробластах определяется активность β -галактозидазы [13].

Дисплазия Книста фенотипически похожа на МПС I Гурлер, однако интеллект не изменен. Рост ребенка низкий, могут возникать кифосколиоз, гиперлордоз, изменения в суставах: увеличение суставных отделов длинных костей, множественные сгибательные контрактуры, болезненность при движении. Кисти с длинными, иногда узловатыми пальцами, сгибание в них ограничено (особенно в пястно-фаланговых суставах), что отрицательно сказывается на функции кисти. Больные нередко имеют пупочную и паховые грыжи. Характерно специфически измененное «плоское» лицо с мелкими глазами и уплощением переносицы, часто выявляют расщепление твердого неба, миопию, которая может сопровождаться отслойкой сетчатки, снижением слуха. Имеются непропорциональная карликовость, укорочение конечностей за счет проксимальных отделов, деформации трубчатых костей; рентгенологически определяются выраженная задержка, чаще позднее формирование ядер окостенения головок бедренных костей. Микроскопически выявляется нарушение организации коллагеновых волокон хрящевой ткани [1, 4].

Ревматоидный полиартрит (РА). Суставной синдром при РА клинически может быть схож с артропатиями у пациентов с МПС: деформации и контрактуры суставов, симметричное поражение мелких суставов, постепенное развитие полинейропатий, при этом для МПС нехарактерны выраженный болевой синдром и явления острого артрита, высыпания на коже, образование узелков Рейно, некрозы кожи и утренняя скованность. В клиническом анализе крови при РА значительно увеличена скорость оседания эритроцитов, в биохимическом анализе крови выявляют повышение уровня С-реактивного белка, острофазовых показателей, иногда повышение уровня печеночных ферментов. По данным лучевых методов диагностики, для РА характерны околосуставной остеопороз (ранний признак РА), эрозии на суставных поверхностях, можно выявить остеолит, анкилоз, подвывихи в пястно-фаланговых и плюснефаланговых суставах [15].

Метафизарные хондродисплазии. Тип Шмидта. Интеллект не нарушен. Лицевых дизморфий нет, но возможно формирование выступающих лобных костей. Снижение роста, деформации нижних конечностей соха vara и genu varum вследствие преобладающего роста малоберцовой кости: походка «раскачивающаяся», усилен поясничный лордоз [1, 4]. Рентгенологически выявляют умеренные нарушения оссификации метафизов. Контуры метафизов со стороны ростковой пластинки неровные. При этом контуры эпифизов не изменены. Укорочение и деформация длинных трубчатых костей. В позвоночнике изменения отсутствуют.

Лечение. В настоящее время имеется два метода лечения МПС I типа. Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток успешно применяется

для лечения только МПС I Гурлер с 1980 г. Ферментозаместительная терапия препаратом Ларонидаза (рекомбинантная форма альфа-L-идуронидазы человека) впервые применена в США в 2001 г., в Российской Федерации — в 2008 г.

Находящимся у нас под наблюдением 8 пациентам с МПС I Гурлер выполнена ТГСК в первые 2 года жизни, лучшие результаты получены при рано выполненной ТГСК (рис. 8). В 2 случаях возникли проблемы с приживлением трансплантата, однако впоследствии все же констатировали приживление. Сибсы в качестве доноров при ТГСК были только у 3 пациентов, в остальных случаях был использован материал от неродственных доноров.

Применение ФЗТ стало возможным благодаря открытию механизмов посттрансляционной модификации и транспорта лизосомных ферментов. На поверхности клеточных мембран расположены маннозо-6-фосфатные рецепторы, связывающие и транспортирующие фермент внутрь клетки. Все пациенты с аллельными формами заболевания получают ФЗТ ларонидазой пожизненно. Дозирование препарата зависит от массы тела пациента: препарат вводят 1 раз в неделю внутривенно капельно в дозе 100 ЕД на 1 кг массы тела [3]. Больным МПС I Гурлер ФЗТ проводят при невозможности выполнения ТГСК. После успешного приживления трансплантата ФЗТ нашим пациентам не требовалась.

Лабораторная диагностика. При МПС происходит экскреция почками аминокислот и ГАГ с мочой. В крови иногда отмечают увеличение уровня холестерина, умеренную лейкопению, анемию. У 50% больных в лейкоцитах периферической крови можно обнаружить зернистость фиолетового цвета (при окраске Мая-Грюнвальда-Гимзы) — азурофильную зернистость Альдера, превышающую по величине зернистость эозинофилов. Зернистость Альдера, впервые описанную в 1937 г., рассматривают как результат отложения ГАГ в клетках крови [16].

Биохимическая диагностика заключается в качественном и количественном определении ГАГ мочи, анализе их спектра и измерении активности дефектного фермента в лейкоцитах периферической крови и плазме крови.

ДНК-диагностика МПС не является обязательной для подтверждения диагноза, и показана в случаях неоднозначных результатов биохимических исследований и с целью проведения пренатальной или преимплантационной диагностики в семье.

Исследование ГАГ. При МПС I суммарная экскреция дерматансульфата и гепарансульфата в моче повышена, однако при легких формах заболевания (Гурлер–Шейе и Шейе) неинформативна. Целесообразно проведение электрофореза мукополисахаридов и определение их спектра.

Анализ активности фермента является ключевым этапом лабораторной диагностики. Определение активности других сульфатаз рекомендуется проводить перед началом этиотропного лечения для исключения множественной сульфатазной недостаточности.

Молекулярно-генетический анализ выполняется для подтверждения диагноза и важен для пренатальной диагностики носителей измененного гена.

Заключение. При осмотре ребенка первого полугодия жизни ортопед решает важную задачу: не пропустить болезнь накопления. Клинический полиморфизм требует от врача пристального внимания к сопутствующим МПС признакам: ограничению отведения бедер, множественным грыжам, ринитам, трахеитам у детей первых 3 мес жизни, контрактурам локтевых, плечевых, тазобедренных суставов.

Как можно более раннее выявление патологии позволит своевременно начать лечение МПС, обеспечит снижение риска прогрессирования патологических синдромов. Динамическое наблюдение специалистами, обследование с применением методов функциональной диагностики и адекватное консервативное лечение позволят выполнять оперативное лечение, всегда сопровождающееся высоким анестезиологическим риском, не только по витальным показаниям, но и для замедления прогрессирования симптомов МПС, что улучшит качество жизни пациентов [17].

Регулярно обследовать пациента с использованием методов лучевой диагностики для своевременного выявления нарушений в спинном мозге необходимо сразу после обнаружения МПС, так как данное проявление заболевания сопровождается отрицательной динамикой в процессе роста ребенка, несмотря на вовремя начатую терапию [18].

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Волков М.В., Меерсон Е.М., Нечволодова О.Л. и др. Наследственные системные заболевания скелета. М.: Медицина; 1982; 231–270. [Volkov M.V., Meerson E.M., Nechvolodova O.L. et al. Hereditary systemic skeletal diseases. Moscow: Meditsina; 1982; 231–270. (in Russ.).]
2. Bonafe L., Cormier-Daire V., Hall C. et al. Nosology and Classification of Genetic Skeletal Disorders: 2015 Revision. Lysosomal storage diseases with skeletal involvement. 2015.
3. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению мукополисахаридоза I типа (синдром Гурлер). М.; 2013 [Federal clinical recommendations on diagnosis and treatment of mucopolysaccharidoses type I (Hurler syndrome), Moscow; 2013. (in Russ.)]. <http://www.rare-diseases.ru/images/Article/science-base/mukopolisahadidoz1.pdf>.
4. Козлова С.И., Демикова Н.С. Наследственные синдромы и медико-генетическое консультирование: Атлас-справочник. 3-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК; 2007. [Kozlova S.I., Demikova N.S. Hereditary syndromes and medical-genetic counselling. Atlas-Reference book. 3rd Ed. Moscow: Tovarithchestvo nauchnykh izdaniy KMK; 2007. (in Russ.)].
5. Новиков П.В. Лизосомные болезни накопления — актуальная проблема педиатрии и современные возможности патогенетического лечения. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2014;59(4):4–9. [Novikov P.V. Lysosomal storage diseases: The topical problem of pediatrics and the current possibilities of pathogenetic treatment. Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics). 2014;59(4):4–9. (in Russ.)].
6. Бучинская Н.В., Костик М.М., Чикова И.А. и др. Скелетные проявления при мукополисахаридозах различных типов. Гений ортопедии. 2014;2:81–90. [Buchinskaya N.V., Kostik M.M., Chikova I.A. et al. Skeletal manifestations for

- mucopolysaccharidosis of different types. *Geniy ortopedii*. 2014;2:81-90. (in Russ.).
7. Волгина С.Я. Мукополисахаридоз I типа: современные аспекты диагностики и лечения детей. *Российский педиатрический журнал*. 2014;(3):54-61. [Volgina S.Ya. Mucopolysaccharidosis type I: current aspects of diagnosis and treatment of children. *Russian Pediatric Journal*. 2014;3:54-61. (in Russ.).]
 8. Hobbs J.R., Hugh-Jones K., Barrett A.J. et al. Reversal of clinical features of Hurler's disease and biochemical improvement after treatment by bone-marrow transplantation. *Lancet*. 1981;2(8249):709-712.
 9. Бучинская Н.В., Калашникова О.В., Дубко М.Ф. и др. Мукополисахаридоз I типа в Санкт-Петербурге: генетические варианты и опыт ферментзаместительной терапии. *Педиатр*. 2013;4(3):41-46. [Buchinskaya N.V., Kalashnikova O.V., Dubko M.F. et al. Mucopolysaccharidosis type I: genetic variants and enzyme replacement therapy experience in Saint-Petersburg. *Pediatr*. 2013;4(3):41-46. (in Russ.).]
 10. Михайлова Л.К., Соколова Т.В., Полякова О.А. Ранняя диагностика и лечение пациентов с мукополисахаридозом IV и VI типов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2016;3:63-70. [Mikhailova L.K., Sokolova T.V., Polyakova O.A. Early diagnosis and treatment of patients with mucopolysaccharidosis IV and VI. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2016;3:63-70. (in Russ.).] <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2016-3-63-70>.
 11. Корышков Н.А., Михайлова Л.К., Ходжиев А.С. Оперативное лечение болезни Леддерхозе у пациентки с мукополисахаридозом I типа (Гурлер-Шейе). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2015;1:81-83. [Koryshkov N.A., Mikhailova L.K., Khodjiev A.S. Surgical treatment of Ledderhose disease in patient with mucopolysaccharidosis type I (Hurler-Sheie). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2015;1:81-83. (in Russ.).] <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2015-1-81-83>.
 12. Харрисон Т.Р., ред. Внутренние болезни. т. 8. М.: Медицина; 1996 [Harrison T.R., ed. *Internal diseases*. V. 8, Moscow: Meditsina; 1996. (in Russ.).]
 13. Schmidt B., Selmer T., Ingendoh A., von Figura K. A novel amino acid modification in sulfatases that is defective in multiple sulfatase deficiency. *Cell*. 1995;82(2):271-278.
 14. Стрюк Р.И., Маев И.В. Внутренние болезни. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. [Stryuk R.I., Maev I.V. *Internal diseases*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (in Russ.).]
 15. Бадалян Л.О., ред. Справочник по клинической генетике. М.: Медицина; 1971 [Badalyan L.O., ed. *Guide on clinical genetics*. Moscow: Meditsina; 1971. (in Russ.).]
 16. Kachur E., Del Maestro R. Mucopolysaccharidosis and spinal cord compression: case report and review of the literature with implications of bone marrow transplantation. *Neurosurgery*. 2000;47(1):223-228.
 17. White K.K., Sousa T. Mucopolysaccharide disorders in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(1):12-22. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-01-12>.
 18. White K.K., Harmatz P. Orthopedic management of mucopolysaccharide disease. *J Pediatr Rehabil Med*. 2010;3(1):47-56. <https://doi.org/10.3233/PRM-2010-0102>.

Сведения об авторах: Михайлова Людмила Константиновна* — доктор мед. наук, профессор, консультант научно-поликлинического отделения НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, e-mail: cito-uchsovet1@mail.ru; Полякова Ольга Александровна — врач травматолог-ортопед, аспирант НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Михайлова Л.К. — e-mail: cito-uchsovet1@mail.ru

Information about the authors: Mikhailova L.K.* — Dr. of Sci. (Med.), professor, consultant, scientific outpatient department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, e-mail: cito-uchsovet1@mail.ru; Polyakova O.A. — trauma and orthopaedic surgeon, postgraduate, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics.

Contact: Mikhailova L.K. — e-mail: cito-uchsovet1@mail.ru

ЮБИЛЕИ

<https://doi.org/10.17116/vto201803-041134>

© Т.Ш. Моргошия, 2018



ВКЛАД ПРОФЕССОРА Г.И. ТУРНЕРА В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ ТРАВМАТОЛОГИЮ И ОРТОПЕДИЮ (К 160-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Т.Ш. Моргошия

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России,
Санкт-Петербург, Россия

В статье представлены основные вехи жизненного пути выдающегося ученого Г.И. Турнера (1858–1941) — человека, внесшего неоценимый вклад в становление и развитие отечественной ортопедии и военной хирургии. В начале врачебной деятельности в качестве общего хирурга он освоил базовые принципы лечения патологии опорно-двигательного аппарата, что сыграло важную роль во всей его последующей деятельности. Именно Г.И. Турнеру принадлежала идея создания специализированных госпиталей для раненых и особых учреждений для реабилитации инвалидов войны. Г.И. Турнер принимал деятельное участие в популяризации сведений о профилактике заболеваний и травм, в практическом обучении приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим, в оказании помощи больным детям, страдающим физическими недостатками, а также в восстановлении трудоспособности детей-калек. Он много лет руководил работой детского приюта в Петербурге, который в 1932 г. был преобразован в Институт восстановления трудоспособности физически дефективных детей и подростков, получивший имя Г.И. Турнера.

Ключевые слова: Г.И. Турнер, биография, ортопедия, костный туберкулез, приют для детей-калек, детская инвалидность

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Моргошия Т.Ш. Вклад профессора Г.И. Турнера в отечественную травматологию и ортопедию (к 160-летию со дня рождения). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018;3-4:134-138. <https://doi.org/10.17116/vto201803-041134>

CONTRIBUTION OF PROFESSOR G.I. TURNER TO DOMESTIC TRAUMATOLOGY AND ORTHOPAEDICS (TO THE 160TH ANNIVERSARY OF BIRTH)

T.Sh. Morgoshiia

Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

The article presents the main milestones of the life of the outstanding scientist G.I. Turner (1858–1941) — a man who made an invaluable contribution to the formation and development of domestic orthopedics, military surgery. At the beginning of medical activity as a general surgeon, he mastered the basic principles of treatment of pathology of the musculoskeletal system, which played an important role in all its subsequent activities. It was G.I. Turner who had the idea of creating specialized hospitals for the wounded and special institutions for the rehabilitation of war invalids. It should be noted his active participation in the popularization of information on the prevention of diseases and injuries, in the practical training of methods of primary care to victims. Much effort and energy has been devoted to helping sick children with physical defects and restoring the working ability of crippled children. For many years he led the work of the orphanage in St. Petersburg, which in 1932 was transformed into the Institute of rehabilitation of physically defective children and adolescents, named after G.I. Turner.

Key words: Henry Turner, biography, orthopaedics, bone and joint tuberculosis, orphanage for crippled children

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Morgoshiia TSh. Contribution of Professor G.I. Turner to domestic traumatology and orthopaedics (to the 160th anniversary of birth). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;3-4:134-138. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-041134>

В ряду славной плеяды выдающихся российских хирургов и ортопедов одним из первых значится имя Генриха Ивановича Турнера. Талантливый хирург, верный последователь Н.И. Пирогова и Н.В. Склифосовского, Г.И. Турнер на протяжении почти 60 лет своей научно-практической деятельности успешно развивал отечественную медицину,

обогащая ее как экспериментальными данными, так и значительным клиническим опытом.

Генрих Иванович Турнер (рис. 1) родился 29 сентября 1858 г. в Петербурге в многодетной семье. Детство будущего ученого закончилось в 13 лет, когда от туберкулеза умер его отец и забота о шестерых детях легла на его с матерью плечи. Вскоре осиро-



Рис. 1. Г.И. Турнер.

Fig. 1. G.I. Turner.

тевшая семья перебралась жить на Херсонскую улицу. Жизнь в новых условиях оказалась суровой, полной испытаний. Квартира была очень тесной, а зимой лед покрывал окна изнутри. О матери Турнер всегда говорил с большой любовью и подчеркивал, что именно она вселила в него любовь к жизни и способность к борьбе с лишениями.

Начальное образование маленький Генрих получил в школе на углу бывшей Слоновой (в настоящее время Суворовский проспект) и 4-й Рождественской (в настоящее время 4-я Советская) улиц. Именно здесь ему привили неугасающую любовь к труду. Он был гордостью школы и без труда поступил во вторую классическую прогимназию. Благодаря отличной учебе мальчика семья была освобождена от оплаты за обучение, что значительно снизило расходы. Закончив прогимназию, Турнер поступил в первую классическую гимназию — одну из лучших гимназий на то время, где им были получены первоначальные знания французского, немецкого, латинского и греческого языков. После ее окончания в 1876 г. Г.И. Турнер был зачислен слушателем в Медико-хирургическую академию, которую с отличием закончил в 1881 г. [1].

Работая в качестве ассистента хирургической лечебницы Александровской общины сестер Красного Креста, а также в хирургическом отделении Николаевского военного госпиталя, Генрих Иванович прошел прекрасную школу практического об-

учения и приобрел широкую хирургическую эрудицию. Вспоминая этот период жизни, Турнер писал: «Особого влечения к медицине я сам не чувствовал. Предпринятый мною важный шаг в моей карьере был скорее продуктом внушения моего дяди пивовара, который в ходе моего внешнего и внутреннего развития видел приметы будущего врача» [3]. Из состава преподавателей будущего основателя отечественной ортопедической школы нужно упомянуть профессоров Н.В. Склифосовского, П.П. Пелехина, Е.И. Богдановского и С.П. Боткина. К сожалению, под угрозой оказалось окончание академии из-за обнаруженного С.П. Боткиным у Г.И. Турнера кавернозного процесса в легких, но Генрих Иванович продолжил сдавать экзамены и 7 ноября 1881 г. получил диплом лекаря [4]. Затем он стал заниматься хирургией, чему способствовало весьма неприятное обстоятельство.

Близкий друг Генриха, Кинг, отморозил на охоте ноги, и ему ампутировали обе стопы. Мастерство хирурга К.К. Рейера и его внимательное отношение к молодому медику пробудили у Г.И. Турнера интерес к хирургии. К.К. Рейер не забыл талантливого студента и пригласил его к себе на службу в качестве младшего ассистента. Работая у Рейера, Г.И. Турнер продолжил расширять свои практические знания, в частности им были освоены базовые принципы лечения патологии опорно-двигательного аппарата, что сыграло важную роль во всей последующей деятельности врача.

Вступление Г.И. Турнера на хирургическое поприще относится к времени расцвета антисептики в России. Основным антисептиком в то время была карболовая кислота. Вдыхая целыми днями пары этой кислоты, Генрих Иванович подвергался карболовым отравлениям. В то же время эти пары спасли ему жизнь: они погасили туберкулезный процесс в легких. Впоследствии в своей практике Г.И. Турнер часто применял карболовую кислоту в лечении самой разнообразной патологии. Следует отметить, что за одно из своих ранних исследований — работу «О лечении рубцовых сужений пищевода» — в 1890 г. ученый был удостоен золотой медали им. Н.В. Склифосовского. В 1891 г. он сдал экзамен на степень доктора медицины, а в 1892 г. был избран членом Общества русских врачей. Первоначально его интересовали далекие от ортопедии проблемы: острые гнойные процессы в правой подвздошной ямке, патология слепой кишки и червеобразного отростка. В том же 1892 г. Г.И. Турнер защитил докторскую диссертацию по теме «К анатомии слепой кишки и червеобразного отростка по отношению к патологии перитифлита» [3]. В 1894 г. Г.И. Турнера допустили к соисканию степени приват-доцента клинической хирургии и после прочтения им двух лекций утвердили в этом звании. После ухода Генриха Ивановича с кафедры десмургии и механургии Е.В. Павлова встал вопрос о дальнейшем существовании кафедры. Собравшаяся комиссия постановила разрешить преподавание механотерапии и санитарно-военного дела. Преподавате-

лем кафедры был назначен Г.И. Турнер, а через 1 год, в 1895 г., он стал профессором кафедры десмургии и механургии Военно-медицинской академии [1]. Он оживил преподавание предмета и перевел его на «широкую практическую почву», что значительно увеличило количество слушателей. Часто проводил занятия в операционной, позволяя более опытным студенткам делать разрезы.

С 1896 г. Генрих Иванович — консультант по хирургии в Максимилиановской лечебнице, в которой к тому времени он уже 2 года принимал больных. Благодаря энергичной работе Турнера как организатора вторую жизнь получил Хирургический музей Военно-медицинской академии. При Генрихе Ивановиче музей пополнился инструментами нового типа, перевязочными материалами и шинами, коллекцией поврежденных костей, которые помогали в преподавании десмургии. Эта коллекция сохранилась до настоящего времени, насчитывает более 800 препаратов и не имеет аналогов в стране.

В 1897 г. Г.И. Турнер ходатайствовал об учреждении при кафедре клиники и амбулатории, однако просьба осталась без внимания. Спустя 3 года Генрих Иванович лечил жену крупного чиновника, после успешного лечения которой, наконец, было принято положительное решение о создании клиники с амбулаторией. Открытие клиники стало предзнаменованием бурного развития новой отрасли медицины. Клиника оправдала надежды, и через 10 лет работы Турнер подал прошение о ее расширении.

В 1913 г. ортопедическая клиника начала работу в новом помещении, в строительстве которого Г.И. Турнер принимал самое активное участие. Клиника привлекала не только отечественных, но и зарубежных ученых.

В 1910 г. по инициативе Г.И. Турнера был создан санаторий для больных костным туберкулезом [5] в Анапе («Золотой пляж»). В последующие годы сотрудники клиники в Петербурге выезжали туда на летний период на работу. По типу этого санатория в 1917 г. был построен санаторий в Евпатории («Таласса»), где Генрих Иванович проводил консультации.

В середине 20-х годов XX века по всей стране расширялась сеть ортопедических учреждений, открывались кафедры ортопедии. Ведущую роль в развитии ортопедии по-прежнему играл Ленинград. Здесь Турнером была открыта первая в России ортопедическая школа, в которой ученики Турнера продолжили дело наставника и учителя. Из его учеников стоит упомянуть выдающихся профессоров А. Шенка, Г. Альбрехта, Д. Новожилова, автора биографии Г.И. Турнера, и многих других.

Генрих Иванович более полувека возглавлял кафедру ортопедии с военно-полевой хирургией и внес ценный вклад в развитие военной хирургии. Новая клиника Турнера первой открыла двери для прибывших с фронта раненых во время войны 1914—1918 гг.

Г.И. Турнером был разработан простой аппарат для стерилизации перевязочного материала теку-

чим паром, известный под названием «турнеровское ведро». Знаменитая гипсовая повязка, предложенная Генрихом Ивановичем для перевязки пострадавших с огнестрельными переломами, была высоко оценена хирургами как в Первую мировую войну, так и в Великую Отечественную. В стенах клиники была разработана методика применения торфяного мха (сфагнума) в качестве всасывающего материала для перевязок ран, заменившего дефицитную гигроскопическую вату.

Идея Г.И. Турнера о создании специализированных госпиталей для раненых и особых учреждений для реабилитации инвалидов войны была претворена в жизнь лишь в годы Великой Отечественной войны. Также Генрих Иванович занимался подготовкой и усовершенствованием военных врачей.

Научные работы и клинические исследования ученого в последующие годы почти целиком были посвящены ортопедической тематике [5]. Заметный след в мировой научной литературе оставили исследования Г.И. Турнера искривлений шейки бедра, травматических эпифизеолизомов, новых способов артродеза колена и застарелых переломов надколенника, болезни Бехтерева, проявления защитных сил организма при туберкулезном спондилите, маршевых переломов стопы, клинических форм послеоперационной жировой эмболии и др. Следует особо отметить исследования, касающиеся влияния врожденных аномалий позвоночника на профессиональную трудоспособность, пороков развития позвоночника и значения их в патологии поясничных болей, механизма образования спондилолистеза [2]. В целом Г.И. Турнер внес огромный вклад в разработку вопросов лечения деформаций скелета, провел важные исследования костно-суставного туберкулеза и дефектов органов движения; не остались без его внимания и неврологические осложнения при повреждении опорно-двигательного аппарата.

Широко внедрив ортопедию в программу преподавания старейшей высшей школы страны — Военно-медицинской академии, Генрих Иванович Турнер закрепил тем самым повсеместное признание этой новой самостоятельной отрасли хирургии. Генрих Иванович Турнер, будучи одним из основоположников отечественной ортопедии, был организатором и первым руководителем (с 1900 г.) первой в России кафедры и клиники ортопедии.

Многочисленны исследования Г.И. Турнера и в области технического изобретательства. Сам Генрих Иванович искусно лепил из глины и воска, владел искусством резьбы по дереву, отлично рисовал карандашом и красками, а потому рисунки для своих печатных трудов всегда выполнял лично.

В разносторонней деятельности Г.И. Турнера нельзя не отметить и его активное служение обществу. Он принимал деятельное участие в популяризации среди населения сведений по профилактике заболеваний и травм, в практическом обучении приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

Генрих Иванович Турнер — деятельный борец с детской инвалидностью. Много сил и энергии он отдал делу оказания помощи больным детям, страдающим физическими недостатками, восстановлению трудоспособности детей-калек. Он первым в России встал на защиту увечного ребенка, указал на необходимость планомерной борьбы государства с заболеваниями опорно-двигательного аппарата у детей (рис. 2). Генрих Иванович Турнер призывал прийти на помощь ребенку-инвалиду прежде всего ортопедическим лечением, проводимым в сочетании с воспитанием, образованием и обучением какой-либо профессии. Он долгое время руководил работой детского приюта в Петербурге (ул. Лахтинская, д. 12), который был преобразован в «Лечебно-воспитательный дом для физически дефективных детей», а в марте 1932 г. — в Научно-исследовательский институт детской инвалидности им. Г.И. Турнера [3]. Этот институт стал организационным и методическим центром борьбы с детской инвалидностью в Советском Союзе.

Человек высокой культуры, целеустремленный и неутомимый хирург, талантливый организатор, Г.И. Турнер оставил яркий след в отечественной медицинской науке. Его имя по праву стоит рядом с именами творцов российской хирургии и ортопедии. В 1900 г. им была издана популярная книга «Первая помощь до прибытия врача». Его книга «Наложение повязок» выдержала шесть изданий.

По инициативе Г.И. Турнера в 1926 г. было создано Ленинградское общество детских ортопедов. Старейший ортопед страны до последних дней жизни состоял членом редакционных коллегий многих журналов и капитальных изданий, являлся консультантом крупнейших лечебных учреждений страны. Генрих Иванович Турнер был избран почетным председателем Ленинградского общества хирургов-ортопедов, почетным членом Ленинградского хирургического общества им. Н.И. Пирогова, Московского хирургического общества, Саратовского хирургического общества, почетным членом Британской ортопедической ассоциации, членом-корреспондентом Американской академии хирургов, членом Международного общества детей-калек.

Разнообразным занятиям посвящал Генрих Иванович часы своего досуга. Так, например, пианино являлось неотъемлемой частью обстановки, в которой он жил и работал. Часто после длительной операции или лекции он возвращался в свой кабинет и, не снимая халата, садился за инструмент, поскольку находил в гармонии звуков лучшее успокоение. Г.И. Турнер знал почти все европейские языки, в совершенстве владел пером, серьезные вещи умел сочетать с юмором, часто в разговоре переходил на язык поэзии и писал стихи.

Особый интерес представляют созданные лично Г.И. Турнером восковые фигурки, демонстрирующие моменты оказания первой помощи. За них в 1900 г. Генриху Ивановичу была присуждена большая золотая медаль Парижской выставки.



Рис. 2. Г.И. Турнер осматривает маленького пациента.

Fig. 2. G.I. Turner examines a small patient.

В течение длительного времени Генрих Иванович страдал мочекаменной болезнью, обострения которой зачастую мешали его работе. После одного из таких обострений он настолько ослаб, что с трудом мог передвигаться. Но вскоре болезнь отступила, оставив лишь слабость в ногах. Вновь появился интерес к работе, была написана последняя статья «Роль гипса в антисептической повязке», которая была закончена в августе 1939 г. и опубликована в журнале «Ортопедия, травматология и протезирование». Все время после приступа болезни Генрих Иванович проживал в деревне Лампово. Здесь Турнер часто отдыхал, будучи ребенком. Яркие воспоминания детства были запечатлены в произведении, датированном 19 августа 1939 г. «Друг детства». Причем произведение было написано им в возрасте за 80 лет, что свидетельствует о том, что Генрих Иванович сохранял ясную память и способность к выражению мыслей.

В ноябре 1939 г. Г.И. Турнер вернулся в Ленинград, где продолжал усердно работать, переписываться с иностранными учеными, выступать с докладами. Большую помощь ему оказывала дочь, Лидия Генриховна, ставшая в эти годы для него секретарем. Многие годы Генрих Иванович вел дневник, и даже в период болезни не оставлял этой привычки, продолжая надиктовывать дочери.



Рис. 3. Памятник Г.И. Турнеру в Военно-медицинской академии (Санкт-Петербург).

Fig. 3. Monument to G.I. Turner at the Military Medical Academy (St. Petersburg).

4 марта 1940 г. у него развился правосторонний парез с нарушением речи. Почти месяц Генрих Иванович был нетрудоспособен, но 3 апреля в дневнике можно увидеть запись, сделанную самим Турнером. В середине мая Генриха Ивановича перевезли на дачу Военно-медицинской академии. Восстановившись, полный сил и планов он приехал в Ленинград, но этим планам не суждено было осуществиться, 20 октября у Турнера начался тяжелый приступ холецистита, приковавший его к постели. Частые продолжительные приступы изнуряли Генриха Ивановича. Вдобавок к этому 7 июля начали проявляться признаки пневмонии, явившейся причиной смерти. Незадолго до этого он писал: «Мне не верится, что я уже состарился, что я уже прожил то, что мне полагается, и должен кончить свое существование на земле. Так быстро пролетела жизнь...»

Умер Генрих Иванович Турнер 20 июля 1941 г., не дожив 4 мес до 60-летнего юбилея своей врачебной деятельности. Похоронен он на Большеохтинском кладбище Санкт-Петербурга. Англичанин по национальности, Г.И. Турнер всю свою жизнь преданно служил России, веря в ее светлое будущее. На подданство России он присягнул 12 апреля 1895 г. Неизгладимым остается в памяти современ-

ников и потомков облик этого ученого, общественного деятеля, гуманного, блестяще эрудированного врача, обаятельного человека.

Генрих Иванович Турнер награжден орденами и медалями Российской империи и СССР, среди которых ордена Святой Анны, Святого Станислава и ордена Красной Звезды. За свою работу «О лечении рубцовых сужений пищевода» он был награжден золотой медалью им. Н.В. Склифосовского (1890). Заслуженный деятель науки России (1927) Г.И. Турнер был редактором первого издания БМЭ (гл. редактор Н.А. Семашко), почетным членом ряда отечественных и зарубежных хирургических обществ и академий.

В настоящее время имя Г.И. Турнера носит ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт», там же учреждена стипендия его имени. В Ленинградском институте хирургического туберкулеза установлена посвященная ему мемориальная доска. Во дворе основанной им кафедры военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова 6 апреля 2000 г. был установлен бюст «Г.И. Турнеру. Основателю отечественной ортопедии» (скульптор А.П. Тимченко; рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Грекова Т.И., Голиков Ю.П. Медицинский Петербург. Очерки, адресованные врачам и их пациентам. СПб.: Фолио-пресс; 2001 [Grekova T.I., Golikov Yu.P. Medical Petersburg. Essays addressed to the physicians and their patients. St. Petersburg: Folio-press; 2001 (in Russ.)].
2. Логачев К.Д., Скоблин А.П. Г.И. Турнер — основоположник идеи невризма в отечественной ортопедии. Ортопедия, травматология и протезирование. 1955; 4: 64-8 [Logashyov K.D., Skoblin A.P. G.I. Turner — initiator of the idea of nevrosism in native orthopaedics. Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye. 1955; 4: 64-8. (in Russ.)].
3. Новожиллов Д.А. Замечательная жизнь Г.И. Турнера (1858–1941). Л.: Медицина; 1965 [Novozhilov D.A. Outstanding life of G.I. Turner (1858–1941). Leningrad: Meditsina; 1965. (in Russ.)].
4. Самойлов В.О. История российской медицины. М.: Эпидавр; 1997. [Samoilov V.O. History of Russian medicine. Moscow: Epidavr; 1997 (in Russ.)].
5. Хрыпов С.В., Красавина Д.А., Веселов А.Г. и др. Особенности тотального эндопротезирования при лечении вторичного коксартроза различного генеза у детей старшего возраста. Педиатр. 2017; 8 (4): 43-7. [Khrypov S.V., Krasavina D.A., Veselov A.G. et al. Features of total hip arthroplasty in the treatment of secondary coxarthrosis of different genesis in older children. Pediatr. 2017; 8 (4): 43-7. (in Russ.)].

Сведения об авторе: Моргошия Темури Шакроевич — канд. мед. наук, доцент кафедры факультетской хирургии им. профессора А.А. Русанова СПбГПМУ, <https://orcid.org/0000-0003-3838-177X>, e-mail: temom1972@mail.ru.

Для контактов: Моргошия Т.Ш. — e-mail: temom1972@mail.ru

Information about the author: Morgoshiya T.Sh. — Cand. of Sci. (Med.), assistant professor, Chair of faculty surgery n.a. professor A.A. Rusanov, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Litovskaya str., 2, St. Petersburg, 194100, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-3838-177X>, e-mail: temom1972@mail.ru.

Contact: Morgoshiya T.Sh. — e-mail: temom1972@mail.ru

ЮБИЛЕЙ КАЗАНСКОЙ ШКОЛЫ ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ

И.Ф. Ахтямов^{1*}, И.О. Панков²¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия; ²Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Казань, Россия

В статье двух действующих заведующих кафедрами вузов Казани представлена краткая историческая справка о формировании Казанской школы травматологов-ортопедов. Считается, что она ведет свою историю с момента открытия протезно-ортопедического лазарета в 1918 г. профессором М.О. Фридландом и последующей организации в Казанском государственном институте для усовершенствования врачей кафедры травматологии и ортопедии. Однако уже с середины XIX века оказывалась помощь пострадавшим от травм, а в Казанском университете проводилось обучение студентов хирургической науке и лечению переломов. Первый опыт анестезиологического пособия, внедрение антисептики, совершенствование десмургии и лечение огнестрельных ран лежало в основе любой хирургической специальности. Немецкие профессора, основатели Казанского университета, заложили основы, а их первые ученики Н.И. Студенский, В.И. Разумовский и М.О. Фридланд способствовали становлению специальности в Казани. В настоящее время ортопедию и травматологию студентам и врачам преподают в трех вузах, а в Центре высоких технологий есть возможность совершенствовать свои навыки и получать новые знания по специальности.

Ключевые слова: казанская школа ортопедии, история развития

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Ахтямов И.Ф., Панков И.О. Юбилей Казанской школы травматологов-ортопедов. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;3-4:139-143. <https://doi.org/10.17116/vto201803-041139>

ANNIVERSARY OF THE KAZAN SCHOOL OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPAEDICS

I.F. Akhtiamov^{1*}, I.O. Pankov²¹Kazan State Medical University, Butlerova str., 49, Kazan, 420012, Russia; ²Kazan State Medical Academy — Branch Campus of the «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education»; Mushtari str., 11, 420012, Russia

Two acting heads of the chairs of Kazan universities present a short historical background on the formation of the Kazan School of Traumatology and Orthopaedics. The organization by Professor M.O. Friedland of a prosthetic-orthopedic infirmary in 1918 and subsequent organization of the chair of traumatology and orthopaedics at Kazan state institute for the improvement of physicians' knowledge and skills is considered to be the starting point. However since the middle of the 19th century the medical care was rendered in injuries and at Kazan University students were trained in surgical science and treatment of fractures. The first experience in anesthesia, introduction of antiseptics, improvement of desmurgy and the treatment of gunshot wounds were the basis for any surgical specialty. German professors, the founders of Kazan University, laid down the foundations and their first students N.I. Studenskiy, V.I. Razumovskiy and M.O. Fridland has contributed to the formation of a specialty in Kazan. At present time the chairs of traumatology and orthopaedics are organized at three universities and at the Center for High Technologies every physician and surgeon have an opportunity and to acquire new knowledge and skills.

Key words: Kazan school of orthopedics, history of development.

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Akhtiamov IF, Pankov IO. Anniversary of the Kazan school of traumatology and orthopaedics. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopaedics. 2018;3-4:139-143. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201803-041139>

Формирование Казанской медицинской школы началось с основания 5 ноября 1804 г. Императорского университета, второго по отношению к современному государственному устройству России. Согласно Уставу, в состав университета вошли 4 факультета: нравственных и политических наук, словесных, физических и математических наук, врачебных наук.

Отделение врачебных наук (медицинский факультет) Казанского университета было открыто 2 мая (15 мая) 1814 г., через 10 лет после образования Университета. Изначально по Уставу было ор-

ганизовано 6 кафедр, в том числе хирургии. В том же 1814 г. по инициативе первого профессора-терапевта Ф.Х. Эрдмана было принято решение об организации клиники университета для проведения обучения студентов-медиков непосредственно у постели больного, которая должна была состоять из трех отделений: терапевтического, хирургического, повивального.

Со времени своего основания до открытия университета в Томске (1888) медицинский факультет Казанского университета был единственным выс-

шим медицинским учебным заведением на всей территории Востока страны (бассейны рек Волги, Камы, Урала, Сибирь, дальний Восток, Кавказ, Средняя Азия), что упрочило за Казанью славу одного из крупнейших центров медицинской мысли.

Во времена работы декана факультета профессора К.Ф. Фукса начала формироваться база для преподавания хирургической специальности. В связи с началом чтения лекций по хирургии в 1822 г. доктором медицины Л.Л. Фогелем можно однозначно говорить о том, что основоположниками этого направления медицины в Казани стали представители самой передовой на то время немецкой школы врачевания.

В последующие годы, когда ректором Казанского университета был выдающийся ученый Н.И. Лобачевский (1827–1846 гг.), было построено здание Университетской клиники, рассчитанной на 60 коек, из которых 24 хирургического профиля.

В 60–90-х годах XIX столетия, справедливо называемых историками «золотым веком» русской культуры и науки, в Казани сформировались научно-медицинские школы общероссийского и европейского значения. Согласно уставу Университета 1863 г., на медицинском факультете предусматривалось наличие трех хирургических кафедр: теоретической, факультетской и госпитальной хирургии. По уставу 1884 г. к ним прибавилась кафедра оперативной хирургии с топографической анатомией. Подобная система была создана для этапной подготовки студентов-медиков к хирургической деятельности.

Первые уроки лечения травм и уродств в Казанском университете в рамках лекционного материала были проведены профессором А.Н. Бекетовым студентам на кафедре госпитальной хирургии в 1848 г. Он скептически относился к начавшей внедряться в практику антисептике, что суживало рамки оперативных вмешательств, да и клиника не имела тогда операционной, в связи с чем количество гнойно-септических осложнений было чрезвычайно велико.

Важным событием явилась русско-турецкая война 1877–1878 гг. В своей работе «Военно-врачебное дело и частная помощь на театре войны в Болгарии и в тылу действующей армии» Н.И. Пирогов писал: «...из профессоров-хирургов, отличившихся своей деятельностью в эту войну на общую пользу, должно признать профессора Лёвшина и доцента Студенского (оба сотрудники Казанского университета), трудившихся с самого начала войны». Именно им принадлежит важная роль в становлении ортопедо-травматологической науки в Казани.

В 1874 г. в качестве заведующего кафедрой теоретической хирургии начал свою карьеру в Казани выдающийся отечественный хирург Лев Львович Лёвшин. С 1879 г. он возглавлял кафедру госпитальной хирургии Казанского университета и состоял консультантом-хирургом Казанского военного госпиталя. Им были организованы приемное отделение, операционная, перевязочная, внедрена антисептика, пропагандируемая Д. Листером,

что позволило резко снизить число гнойных осложнений. Он был убежденным сторонником консервативных методов лечения, особенно в тех случаях, когда вставал вопрос об ампутации. «Ампутация — это укор медицине. Медицина должна не отнимать, а сохранять органы. Я верю, что в победоносном шествии хирургии наступит момент, когда врачи будут в состоянии обходиться без этой операции».

Будучи военным хирургом по образованию, профессор Л.Л. Лёвшин огромное внимание уделял вопросам военно-полевой хирургии. Он разрабатывал идеи Н.И. Пирогова в области иммобилизации конечностей с огнестрельными переломами. Отдавая дань преимуществам гипсовой повязки, он предложил серию шин из наиболее доступных материалов для применения их в полевых условиях. Среди этих шин — плетенка из прутьев, соломенные ковры, полоски из луженой жести, различные деревянные шины. Лёвшин изготовил и предложил на снабжение армии 8 видов разборных и складных транспортных шин, внес ценные предложения по вопросам оказания помощи пострадавшим на поле боя воинам. Логично, что согласно новому уставу Университета (1884) кафедра теоретической хирургии получила название «Кафедра хирургической патологии с десмургиею и учением о вывихах и переломах».

Первостепенное значение в хирургии Л.Л. Лёвшин придавал асептике и антисептике. Отсутствие в то время автоклавов для стерилизации перевязочных материалов стало предпосылкой к изобретению «нового самовара-обеспложивателя». Аппарат предназначен для обеспложивания перевязочного материала непосредственно перед операцией. Стерилизация в этом самоваре проводилась текучим паром. Л.Л. Лёвшиным разработаны способы дезинфекции рук хирурга, хирургического инструментария. Свои работы по обеспложиванию хирург обобщил в замечательном труде под названием «О применении в хирургии различных способов и средств для обеззараживания». Л.Л. Лёвшин является автором руководства для студентов «Основы хирургии» (1880), выдержавшего переиздания в 1885 и 1896 гг., «Руководства по частной и неотложной хирургии», многих замечательных работ по вопросам военно-полевой хирургии. Под редакцией Л.Л. Лёвшина вышел ряд крупных переводных сочинений.

В 1893 г. профессор Л.Л. Лёвшин переехал и возглавил кафедру госпитальной хирургии Московского университета. В 1898 г. по его инициативе и при личном участии в Москве организован первый в России специальный институт для лечения раковых заболеваний, директором которого он оставался до конца жизни (ныне Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена). По сути Л.Л. Лёвшина можно назвать первым онкологом нашей страны и одним из пионеров антисептики в России.

Николай Иванович Студенский в 1874–1876 гг. в качестве приват-доцента кафедры хирургии Ка-

занского университета ввел курс лекции по десмургии при повреждениях костей и суставов. К этому периоду относится первое издание его книги «Хирургические повязки». По окончании войны на Балканах в 1878 г. Н.И. Студенский вернулся в Казань, и с этого времени вся его научно-педагогическая и практическая деятельность связана с работой на кафедрах и в хирургических клиниках Императорского университета. В 1886 г. Н.И. Студенский стал директором клиники, а с 1887 г. — заведующим кафедрой госпитальной хирургии Казанского университета. Он первым в Казани начал применять местную анестезию, пользуясь кокаином «кенедолом», и антисептику при хирургических операциях, явившуюся предтечей учения о первичной хирургической обработке ран и открытых переломов. В 90-х годах позапрошлого столетия Н.И. Студенский и В.М. Бехтерев впервые в Казани выполнили операции на головном мозге.

В этот период Николаем Ивановичем были изданы работы, посвященные патогенезу, клиническим проявлениям, диагностике, лечению и профилактике ряда заболеваний и повреждений опорно-двигательного аппарата. Среди них «Оценка способов лечения переломов бедра» (1875), «Огнестрельные повреждения костей и суставов» (1881), «Сравнительное достоинство антисептических веществ, наиболее употребительных в хирургии» (1880), «Хирургические повязки» (1881), «Фунгозное воспаление позвоночника» (1880); «Изменения артерий стопы и голени при старческой гангрене» (1882), «Двусторонняя резекция тазобедренных суставов» (1885), «Курс оперативной хирургии» (Казань, 1888), «Наследственное предрасположение к переломам» (1886).

Знаменательным в истории специальности стал 1885 г., когда в Петербурге был издан «Курс ортопедии, проводимый студентам III курса Императорского Казанского университета доцентом Н.И. Студенским» — первое в России отечественное учебное руководство по ортопедии. В этом труде им были изложены вопросы, касающиеся проблем диагностики, профилактики и лечения кривошеи, сколиоза, туберкулезного и рахитического поражения позвоночника, спондилолистеза, деформаций стопы и голени, контрактур суставов.

В эти годы в одной из казанских больниц учился проведению операций у профессора Н.И. Студенского будущий светило отечественной хирургии Василий Иванович Разумовский. В 1884 г. в 27 лет он успешно защитил докторскую диссертацию «К вопросу об атрофических процессах в костях после перерезки нервов». В.И. Разумовский одним из первых в России начал систематически заниматься разработкой проблем практической нейрохирургии. Выполненные им первые вмешательства на органах грудной полости считались в те годы невозможными. Его перу принадлежит около 200 научных трудов, посвященных различным вопросам хирургии. Среди публикаций следует выделить описание новой операции «Остеопластическое вы-

лучение стопы как операция, заменяющая у детей остеопластическую ампутацию голени» (1889). 25 марта 1897 г. он же провел первую в мире успешную операцию по поводу острого гнойного медиастинита у больного ребенка с огнестрельным ранением.

Профессор Разумовский считается основателем Казанской хирургической школы. Из числа его помощников вышли 16 профессоров, которые стали самостоятельно руководить хирургическими кафедрами в российских университетах. В 1905 г. он стал первым выборным деканом медицинского факультета Казанского университета. Благодаря его настойчивости в том же году на медицинский факультет Казанского университета впервые были приняты женщины.

Осенью 1903 г. на одном из заседаний медицинского факультета Казанского университета рассмотрел заявление А.В. Вишневого с просьбой разрешить защиту подготовленной им диссертации «К вопросу о периферической иннервации прямой кишки». Защита состоялась 2 ноября 1903 г. В исследовании были представлены результаты разнообразных и сложных операций, таких как экстирпация прямой кишки, кишечная пластика пищевода, ампутация грудной железы по поводу рака, вмешательства на грудной клетке и легких. Причем госпитальная летальность составила 2,6%, а послеоперационная — 2,9%. Этот успех был достигнут при проведении оперативных вмешательств под местной анестезией. Наркоз был использован лишь в 6 случаях из 360.

С 1923 по 1934 г. профессором Вишневым было опубликовано около 40 научных трудов, в том числе классическая монография «Местное обезболивание по методу ползучего инфильтрата». Вторая фундаментальная монография «Новокаиновая блокада и масляно-бальзамические антисептики как особый вид патогенетической терапии» посвящена учению о нервной трофике и его практическому применению. В конце 1934 г. А.В. Вишневский переехал в Москву. Приемник А.В. Вишневого, В.Л. Боголюбов между прочим предложил свободную костную пластику при ампутациях для закрытия культи.

Отправной точкой в истории ортопедо-травматологической службы на Казанской земле считается ноябрь 1918 г., когда М.О. Фридланд создал в Казани хирургическо-ортопедический лазарет для оказания помощи инвалидам с протезной мастерской на 40 коек.

Михаил Осипович Фридланд — выпускник медицинского факультета Казанского Императорского университета. В 1911 г. он проходил стажировку в ведущих хирургических клиниках Европы, где изучал основы хирургии и ортопедии. Участвовал в Первой мировой войне. Вернувшись в Казань, продолжил хирургическую деятельность в университетской клинике по оказанию помощи раненым в боевых действиях.

На базе специализированного лазарета Михаил Осипович организовал курсы повышения квалификации военных хирургов, вошедшие в число первых

6 клиник в созданный по приказу Наркомздрава РСФСР в 1920 г. Казанский клинический институт им. В.И. Ленина (с 1923 г. — Государственный институт для усовершенствования врачей им. В.И. Ленина), став первым заведующим кафедры. В 1935 г. клиника ортопедии Казанского ГИДУВа была преобразована в Татарский институт ортопедии и травматологии. Таким образом, была сформирована база для подготовки врачей и студентов по травматологии и ортопедии. Были созданы условия для ведения научных исследований, оказания квалифицированной помощи взрослому и детскому населению.

С 1937 по 1953 г. профессор М.О. Фридланд — заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Центрального института усовершенствования врачей (Москва). В 1940 г. он стал первым директором института протезирования и протезостроения Министерства соцобеспечения РСФСР. Профессором М.О. Фридландом разработаны оригинальные методы артрореза плечевого и голеностопного суставов, операции по поводу привычного вывиха надколенника и плеча, метод спирт-новокаиновой блокады при различных заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата, метод искусственной декальцинации костей при лечении хронического остеомиелита; им разработан подометрический метод исследования упругих колебаний свода стопы, были заложены теоретические основы построения протезов. Ему принадлежит фундаментальное руководство «Ортопедия», выдержавшее 5 изданий.

В 1935 г. клиника ортопедии и травматологии Казанского ГИДУВа была реорганизована в Татарский институт ортопедии и травматологии Наркомздрава ТАССР, который становится клинической базой кафедры травматологии и ортопедии ГИДУВа и профессорского курса медицинского института. На вновь организованный институт ортопедии и травматологии были возложены задачи «всестороннего изучения вопросов предупреждения и лечения врожденных и приобретенных страданий костно-мышечной системы, борьбы с физическим калечеством во всех видах, организации борьбы с костно-суставным туберкулезом, последствиями полиомиелита, с бытовым и сельскохозяйственным травматизмом, подготовки кадров травматологов-ортопедов». Руководителем вновь образованного учреждения в 1935–1936 гг. был профессор М.О. Фридланд, с 1937 г. — профессор Л.И. Шулутко.

В период Великой Отечественной войны Лазарь Ильич Шулутко руководил кафедрой и клиникой травматологии и ортопедии, располагавшимися на базе госпиталя для лечения раненых с поражением опорно-двигательного аппарата (№1668), реорганизованного в 1943 г. в областную больницу восстановительной хирургии на 300 коек. В 1945 г. на базе больницы был создан Казанский научно-исследовательский институт ортопедии и восстановительной хирургии Наркомздрава РСФСР. На многие десятилетия Казанский НИИТО стал одним из ведущих специализированных медицинских учреждений ортопедо-травматологического профиля

в нашей стране и за ее пределами, где разрабатывались самые совершенные методы профилактики травматизма и лечения пациентов с травмами, их последствиями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата. В эти годы произошло окончательное формирование Казанской школы травматологов-ортопедов. В 1960 г. директором Казанского института травматологии и ортопедии был назначен профессор У.Я. Богданович, который руководил им до 1986 г. Узбек Якубович является основоположником новых направлений в диагностике и лечении повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата — применения ядерно-магнитного резонанса при исследованиях суставной патологии и головного мозга, лазерной терапии при лечении деформирующих артрозов и последствий внутри-суставных повреждений.

В 80-е годы прошлого века бурное развитие метода внеочаговой фиксации объединило ряд НИИ травматологии и ортопедии во Всесоюзный центр восстановительной травматологии и ортопедии под руководством академика Гавриила Абрамовича Илизарова. Практически на 20 лет метод компрессионно-дистракционного остеосинтеза стал ведущим средством лечения повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы. Это был мощный толчок в развитии как технологии, так и научного направления в специальности. Все травматологи-ортопеды поколения конца XX века освоили навыки работы аппаратом Илизарова. Директор филиала, профессор Х.З. Гафаров, становится одним из активных миссионеров метода в неотложной практике и, что особенно показательно, во взрослой и детской ортопедии. Метод Илизарова как нельзя лучше сочетался с теоретическими разработками Хайдара Зайнулловича в области торсионного развития костной системы у детей и позволил воплотить в жизнь многие авторские разработки известного на всю страну детского ортопеда.

Шли годы. Менялись названия института, приоритетные научные направления. Знаменитое на всю страну научно-исследовательское учреждение перешло под эгиду Академии наук Татарстана и стало Научно-исследовательским центром Татарстана «Восстановительная травматология и ортопедия», оставаясь клинической базой для выпускников Казанского ГМУ и ГИДУВа. В научной литературе навсегда останутся имена А.Л. Латыпова, Г.С. Самойлова, А.Л. Гиммельфарба, Т.П. Завьяловой, А.Н. Каралина, Т.П. Разовской, Ф.С. Юсупова, А.О. Лихтештейна, Э.В. Кобозева, И.И. Камалова, И.К. Валеева, И.Е. Микусева и многих других специалистов с Большой буквы! К сожалению, нет возможности перечислить всех... В их идеях и трудах неизменными оставались беззаветное служение высоким идеалам восстановления утраченного здоровья пациентов и возвращения их к полноценной жизни.

Сегодня подготовка специалистов ведется в трех вузах Казани — редкий нестоличный город может этим козырнуть. Кафедра травматологии, орто-

педии и хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета (зав. — проф., д-р мед. наук И.Ф. Ахтямов) в прошлом году отметила свой полувековой юбилей. Первые шаги в обучении кадров делает Институт фундаментальной и клинической медицины Казанского (Поволжского) федерального университета. За дальнейшее обучение врачей отвечает кафедра травматологии и ортопедии (зав. — доцент, д-р. мед. наук И.О. Панков) Казанской государственной медицинской академии — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования. Коллектив кафедры готовится к празднованию столетия!

С начала XXI века в казанских клиниках доминирующим направлением в травматологии становится накостный и внутрикостный остеосинтез, отличающийся технологичностью и малотравматичностью, качеством конструкций, функциональным ведением пациентов и реабилитации. Переломным моментом стал 2005 г., когда под эгидой Казанского медицинского университета в Республике был проведен ряд обучающих семинаров по использованию пластин с минимальным контактом и угловой стабильностью, технике наложения систем динамической фиксации и интрамедуллярных стержней с блокированием. Лечение переломов по системе АО стало стандартом в работе профильных отделений РКБ МЗ РТ, ГКБ №7 и 12, а изменение системы оказания неотложной помощи населению города и Республики и переоснащение клиник — переломным моментом в специальности.

В настоящее время ортопедия немыслима без артроскопии. При этом следует отметить технические и организационные предпосылки ее развития на казанской земле. Катализатором развития явилось производство в Казани артроскопического оборудования, немаловажный фактор в подготовке и обучении современных специалистов. На базе Казанского ГИДУВа была организована одна из первых кафедр эндоскопической хирургии. А кто в России не знает первый обучающий Центр высоких технологий в Казани? Тысячи травматологов-ортопедов и врачей других специальностей проходят здесь обучение по самым современным направлениям.

Следует вспомнить об истоках внедрения эндопротезирования в Казани. В 1974 г. К.К. Нигматуллин защитил кандидатскую диссертацию на тему «Ошибки и осложнения эндопротезирования тазо-

бедренного сустава», выполненную в период обучения в аспирантуре под руководством корифея этого метода профессора К.М. Сиваша по итогам лечения первых 500 пациентов с применением авторской конструкции цельнометаллического бесцементного эндопротеза. Идеи использования полимеров в изготовлении индивидуальных эндопротезов для замены суставов и тел позвонков принадлежат казанским профессорам Р.А. Зулкарнееву и Х.М. Шульману. Сформировав команду единомышленников, член-корр. АНТ, проф. Х.З. Гафаров сумел внедрить систему современных методов эндопротезирования в Казани. Особое внимание в этом плане сегодня обращено на лечение пострадавших пожилого и старческого возраста с переломами проксимального отдела бедренной кости, где доминирующей конструкцией стали биполярные протезы. Совершенствуются известные методики и формируются новые направления в травматологии под руководством ведущих специалистов (д-р мед. наук И.О. Панков и Р.Я. Хабибьянов).

Хорошо, что ортопедия постепенно возвращается к классическим методам консервативного и реконструктивно-восстановительного лечения. На фоне технического совершенствования медицинского оборудования и методик изготовления имплантатов ортопеды вновь обратили внимание на малоинвазивную терапию асептического некроза головки бедренной кости (проф. И.Ф. Ахтямов и проф. О.Г. Анисимов), корригирующие остеотомии осевых деформаций конечностей (канд. мед. наук А.И. Кудрявцев и канд. мед. наук Р.З. Салихов), сохранную хирургию кисти и стопы, внедрение клеточных технологий (проф. А.А. Богов и канд. мед. наук Г.И. Микусев), корригирующие операции на суставах и позвоночнике у детей (канд. мед. наук П.С. Андреев и д-р мед. наук А.П. Скворцов) и многое другое, чем богата наша специальность.

Особо хочется отметить активное взаимодействие с представителями других специальностей, позволившее значительно продвинуться в лечении таких сложных патологий, как системные заболевания, травмы и заболевания периферической нервной системы, врожденные пороки развития и многое другое.

Развивающаяся материальная база, хорошее оснащение клиник, высокий уровень подготовки специалистов и в будущем позволят развивать ортопедию и травматологию как в Казани, так и в близлежащих регионах Российской Федерации.

Сведения об авторах: Ахтямов Ильдар Фуатович* — доктор мед. наук, проф., зав. кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний КГМУ, e-mail: yalta60@mail.ru; Панков Игорь Олегович — доктор мед. наук, зав. кафедрой травматологии и ортопедии КГМА — ФГБОУ ДПО РМАНПО.

Для контактов: Ахтямов И.Ф. — e-mail: yalta60@mail.ru

Information about the authors: Akhtiamov I.F. * — Dr. of Sci. (Med.), professor, head of the chair of traumatology, orthopaedics and extreme condition surgery, Kazan State Medical University, e-mail: yalta60@mail.ru; Pankov I.O. — Dr. of Sci. (Med.), head of the chair of traumatology and orthopaedics, Kazan State Medical Academy.

Contact: Akhtiamov I.F. — e-mail: yalta60@mail.ru

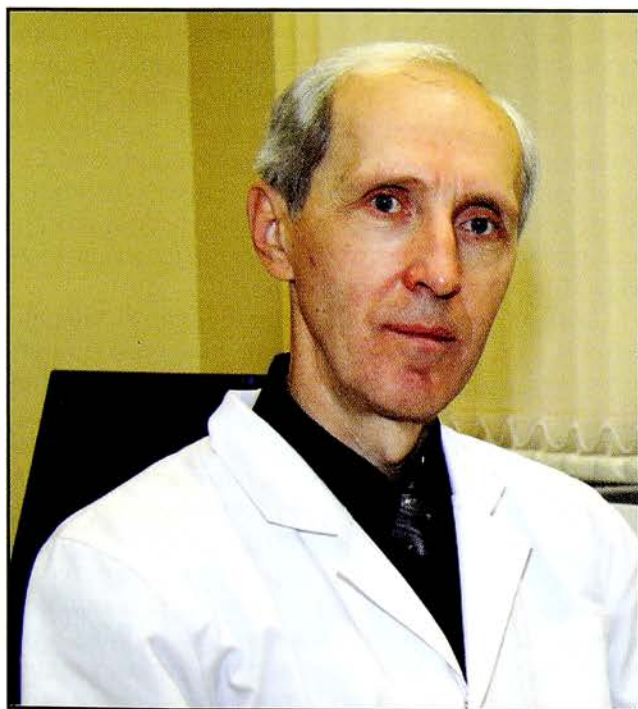
НЕКРОЛОГ

<https://doi.org/10.17116/vto201803-041144>



НЕКРОЛОГ НИКОЛАЯ ПЕТРОВИЧА ОМЕЛЬЯНЕНКО

OBITUARY N.P. OMEL'YANENKO



16 ноября 2018 г. на 69-м году жизни скончался Николай Петрович Омеляненко.

Николай Петрович Омеляненко родился 20 марта 1949 г. в г. Каменск-Шахтинск Ростовской области. Свой научный путь он начал в 1-м Московском медицинском институте им. И.М. Сеченова (1967—1973). С 1973 по 1986 г. работал в должности научного сотрудника в НИЛ биологических структур Минздрава СССР (научно-исследовательская лаборатория при Мавзолее В.И. Ленина). Был неоднократно командирован в Социалистическую Республику Вьетнам, Народную Республику Ангола, Социалистическую Федеративную Республику Югославия. В 1980 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Ультраструктурная организация соединительной ткани кожи человека».

С 1986 г. Николай Петрович — старший научный сотрудник лаборатории электронной микроскопии в Центральном научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова Министерства здравоохранения СССР. В 1991 г. он успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора медицинских наук на тему «Закономерности организации волокнистых элементов и основного вещества соединительных тканей опорного аппарата человека». С 1992 г. до конца своей жизни Николай Петрович был заведующим лабораторией соединительной ткани с группой клинической генетики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова».

Николай Петрович Омеляненко — доктор медицинских наук, профессор, лауреат премии Ленинского комсомола в области науки и техники (1982), Лауреат премии

Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2000), награжден за помощь Социалистической Республике Вьетнам медалью «Дружба» (государственная награда Социалистической Республики Вьетнам), известный ученый в области морфологии соединительной ткани.

Николай Петрович являлся членом Нью-Йоркской Академии наук, международных обществ «Соединительная ткань», «Заживление ран», «Ассоциации травматологов и ортопедов России», «Международной ассоциации морфологов», «Научного медицинского общества анатомов, гистологов и эмбриологов».

Своими мыслями, словами и делами, реализованными в научных исследованиях, профессор Н.П. Омеляненко внес существенный вклад в развитие фундаментальных знаний о структурно-функциональной организации костной, хрящевой и других соединительных тканей в норме, при регенерации и патологии. Им разработаны и применены в клинике новые методы восстановления поврежденных опорных тканей с использованием клеточных технологий и формообразующих матриц, опубликовано более 200 работ в этой области, в том числе 5 монографий и 3 руководства. Среди них особого внимания заслуживают фундаментальные труды «Актуальные проблемы теоретической и клинической остеоартрологии» (2005), написанный в соавторстве с С.П. Мироновым, Ю.И. Денисовым-Никольским, И.В. Матвейчуком и «Соединительная ткань» (гистофизиология и биохимия) в 2 томах (2009) в соавторстве с Л.И. Слущким под редакцией С.П. Миронова. Последняя монография с дополнениями была издана ведущим мировым издателем научных, технологических и медицинских материалов CRC Press (США) под названием «Connective Tissue: Histophysiology, Biochemistry, Molecular Biology» (2013).

Результаты исследований Николая Петровича были представлены как в России, так и за рубежом на международных конгрессах по проблемам структуры соединительной ткани, заживлению ран, ортопедии и травматологии в Швейцарии, Франции, Италии, Германии, Голландии и др.

Николай Петрович был неутомимым тружеником и исследователем, посвятившим всю свою жизнь любимому делу — отечественной науке, подготовке специалистов в области морфологии соединительной ткани, остеологии, клинической и экспериментальной морфологии, электронной микроскопии. Под его руководством выполнены и защищены 4 докторских и 5 кандидатских диссертаций. Основным принципом, которым он руководствовался в своей деятельности: наука ради помощи ближнему — пациенту, исследователю, врачу.

Со смертью Николая Петровича Омеляненко российская наука понесла безвременную и невосполнимую утрату, но его детище — ультрасовременная лаборатория соединительной ткани в составе НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова Минздрава России, оснащенная специализированным и уникальным научным оборудованием, способна продолжить дело ее основателя на достойном уровне.

Светлая память о выдающемся ученом-морфологе навсегда останется в наших сердцах.