

28.11.19

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

ВЕСТНИК травматологии и ортопедии ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 1994 ГОДУ

2

апрель—июнь

2019



В Е С Т Н И К травматологии и ортопедии

ИМЕНИ Н.Н. ПРИОРОВА

Ежеквартальный научно-практический журнал

2

апрель—июнь

2019

N.N. PRIOROV

J O U R N A L of Traumatology and Orthopedics

Quarterly Scientific-Practical Journal

2

April—June

2019

ФГБУ "ЦИТО им. Н.Н. Приорова"

Медицинская
библиотека

**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., президент 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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Баниндурашвили 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

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

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

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

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

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

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

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

Очкуренко 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

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

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

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. ФГАОУ 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: 10.17116

Периодичность: ежеквартально

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

Тел.: +7 (495) 450-24-24

E-mail: vto-priorov@mail.ru

Сайт: www.cito-vestnik.ru

Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Заказ: 19-Z-1844

Тираж: 500 экз.

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.

**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., President, 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 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. Vladimirskiy 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

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

Оригинальные статьи

- Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Орлецкий А.К., Цыкунов М.Б., Андреев С.В. Пояснично-крестцовые боли у спортсменов и артистов балета: спондилолиз и спондилолистез 5
- Солод Э.И., Загородний Н.В., Лазарев А.Ф., Абдулхабилов М.А., Алсмади Я.М., Дмитров И.А. Особенности оперативного лечения внутри- и околосуставных переломов нижней трети бедренной кости у больных с политравмой. 14
- Голубев И.О., Кукин И.А., Меркулов М.В., Ширяева Г.Н., Бушуев О.М., Кутепов И.А., Саутин М.Е., Балора Г.Г., Саруханян А.Р. Кровоснабжаемый костный аутотрансплантат из мышелков бедренной кости в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей 19
- Загородний Н.В., Воротников А.А., Айрапетов Г.А., Санеева Г.А. Клинические и экспериментальные аспекты комбинированного метода замещения остеохондральных дефектов коленного сустава 24
- Воротников А.А., Закота Д.Ю., Санеева Г.А., Айрапетов Г.А. Дисплазия Майера в фенотипе соединительнотканых нарушений у детей (по результатам наблюдения на базе ГБУЗ СК «ГДКП №2» Ставрополя) 32

Дискуссия

- Цыкунов М.Б. Использование категорий Международной классификации функционирования для оценки нарушений при патологии опорно-двигательной системы. Часть 2 (дискуссия). 37

Обзоры литературы

- Бывальцев В.А., Калинин А.А., Пестряков Ю.Я., Алиев М.А. Динамическая фиксация поясничного отдела позвоночника 43
- Загородний Н.В., Кудинов О.А., Аюшеев Д.Б., Шельпяков К.Д. Альтернативное решение проблемы, связанной с «холодной сваркой» адаптера модульной головки с конусом стабильно-остеоинтегрированного бедренного компонента имплантата M2a-Magnum, при выборе объема ревизионного эндопротезирования. 56
- Гуди С.М., Епишин В.В., Корочкин С.Б., Кузнецов В.В., Самохин А.Г., Пахомов И.А. Клинико-исторические аспекты лечения *hallux valgus* (часть I) 60
- Полевой Е.В., Загородний Н.В., Каграманов С.В., Чрагян Г.А., Алексанян О.А. Интраоперационные перипротезные переломы бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава. Обзор классификаций и методов лечения 67

CONTENTS

Original articles

- Mironov S.P., Burmakova G.M., Orletsky A.K., Tsykunov M.B., Andreev S.V. Lumbosacral pain in athletes and ballet dancers: spondylolysis and spondylolisthesis 5
- Solod E.I., Zagorodni N.V., Lazarev A.F., Abdulkhabirov M.A., Alsmadi Ya.M., Dmitrov I.A. Features of surgical treatment of intra- and periarticular fractures of the lower third of the femur in patients with polytrauma 14
- Golubev I.O., Kukin I.A., Merkulov M.V., Shiryayeva G.N., Bushuev O.M., Kutevov I.A., Sautin M.E., Balura G.G., Sarukhanyan A.R. Free vascularized femoral condyle bone graft in treatment of tubular bone nonunions 19
- Zagorodniy N.V., Vorotnikov A.A., Airapetov G.A., Saneeva G.A. Experimental and clinical aspects of combined method of replacement osteochondral defects of the knee 24
- Vorotnikov A.A., Zakota D.Yu., Saneeva G.A., Airapetov G.A. Meyer dysplasia in children's connective-tissue disorders phenotype (the results of observation in the Municipal Children's Polyclinic №2, Stavropol city) 32

Discussion

- Tsykunov M.B. Rehabilitation diagnosis in the pathology of the musculoskeletal system using categories of the international classification of functioning. Part 2 (discussion) 37

Literature reviews

- Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Pestryakov Yu.Ya., Aliev M.A. Dynamic fixation of the lumbar spine dynamic fixation of the lumbar spine 43
- Zagorodni N.V., Kudinov O.A., Ayusheev D.B., Shelpyakov K.D. An alternative solution to the problem of "cold welding" the adapter of the modular head with the cone of the stably osseointegrated femoral component of the M2a-Magnum implant, when choosing the volume of revision endoprosthetics 56
- Gudi S.M., Epishin V.V., Korochkin S.B., Kuznetsov V.V., Samokhin A.G., Pakhomov I.A. Clinical historical aspects of treatment of *hallux valgus* (part I) 60
- Polevoy E.V., Zagorodniy N.V., Kagramanov S.V., Chragyan G.A., Aleksanyan O.A. Intraoperative periprosthetic femoral fractures at total hip arthroplasty. Review of classifications and treatment techniques 67

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

<https://doi.org/10.17116/vto20190215>

© Коллектив авторов, 2019



ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВЫЕ БОЛИ У СПОРТСМЕНОВ И АРТИСТОВ БАЛЕТА: СПОНДИЛОЛИЗ И СПОНДИЛОЛИСТЕЗ

С.П. Миронов¹, Г.М. Бурмакова¹, А.К. Орлецкий¹, М.Б. Цыкунов^{1,2}, С.В. Андреев¹

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

²ФДПО ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова»
Минздрава России, Москва, Россия

Цель исследования. Разработка диагностического алгоритма при пояснично-крестцовом болевом синдроме (ПКБС), обусловленном спондилолизом и спондилолистезом I–II степени, у спортсменов и артистов балета.

Материал и методы. Под наблюдением находились 212 пациентов — спортсменов и артистов балета с ПКБС, обусловленным спондилолизом (171 человек) и спондилолистезом I–II степени (41 человек) поясничных позвонков. Проведены клиничко-неврологическое, рентгенологическое исследования, ультрасонография, компьютерная томография, сцинтиграфия, а также исследование маркеров резорбции костной ткани (кальций в моче) и костеобразования (щелочная фосфатаза).

Результаты. Клинические проявления спондилолиза малоспецифичны (боль в пояснице после нагрузки); при прогрессировании нестабильности и начинающемся спондилолистезе появляются боли, усиливающиеся при резких движениях, повышается тонус мышц разгибателей спины и задней группы мышц бедра. Решающими в диагностике являются лучевые методы исследования. Информативность стандартных спондилограмм составляет 84,6%, функциональных — 96,7%. Для уточнения локализации, размеров дефекта дуги, а также при последующих контрольных обследованиях проводится дополнительное исследование в проекциях $3/4$ (информативность 99,2%). Высококонтрастным информативным методом является сцинтиграфия, позволяющая определить наличие перестройки костной ткани уже в первые дни после травмы. Очаг гиперфиксации или, наоборот, гипофиксации радиофармпрепарата характеризует повышение или снижение метаболических процессов. С помощью сцинтиграфии можно отслеживать динамику репаративных процессов и определять сроки возобновления профессиональных занятий. Ультрасонография также помогает выявить нестабильность в позвоночном сегменте на ранних стадиях ее развития и отслеживать динамику в процессе лечения. Выявление остеопении свидетельствует о нарушении метаболизма костной ткани, что необходимо учитывать при лечении — обязательно следует использовать препараты, влияющие на метаболизм костной ткани и гомеостаз кальция.

Заключение. Комбинация стандартных, функциональных рентгенограмм, а также рентгенограмм в косых проекциях и сцинтиграфии вполне адекватна для постановки диагноза спондилолиза, спондилолистеза и выявления нестабильности у спортсменов и артистов балета.

Ключевые слова: спондилолиз, спондилолистез, рентгенологическое исследование, сцинтиграфия, ультрасонография, остеопения

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Орлецкий А.К., Цыкунов М.Б., Андреев С.В. Пояснично-крестцовые боли у спортсменов и артистов балета: спондилолиз и спондилолистез. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:5–13. <https://doi.org/10.17116/vto20190215>

LUMBOSACRAL PAIN IN ATHLETES AND BALLET DANCERS: SPONDYLOLYSIS AND SPONDYLOLISTHESIS

S.P. Mironov¹, G.M. Burmakova¹, A.K. Orletsky¹, M.B. Tsykunov^{1,2}, S.V. Andreev¹

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

²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Purpose of research. Development of diagnostic algorithm for lumbosacral pain syndrome (PCBS) caused by spondylolysis and spondylolisthesis of I–II degree in athletes and ballet dancers.

Material and methods. 212 patients — athletes and entertainers of BA - summer with PCBS caused by spondylolysis (171 persons) and spondylolisthesis of I–II degree (41 persons) of lumbar vertebrae were under observation. Clinical and neurological, x-ray studies, ultrasonography, computed tomography, scintigraphy, as well as the study of markers of bone tissue re-sorption (calcium in urine) and bone formation (alkaline phosphatase) were carried out.

Results. Clinical manifestations spondylolysis malespecific (pain after exercise); with the progression of instability and incipient spondylolisthesis pain, strengthening - esja at sharp movements, increased muscle tone of extensors of the back and the rear muscle groups of the thigh. Decisive in the diagnosis are radiological methods. Information content of standard spondylograms is 84.6%, functional-96.7%. To clarify the localization, the size

of the arc defect, as well as in subsequent control examinations, an additional study is carried out in 3/4 projections (information content of 99.2%). A highly sensitive informative method is scintigraphy, which allows to determine the presence of bone tissue rearrangement in the first days after the injury. The focus of hyperfixation, or Vice versa, hypothetically radiopharmaceutical characteristics would constitute an increase or decrease of metabolic processes. With the help of scintigraphy, you can track the dynamics of reparative processes and determine the timing of the resumption of professional activities. Ultrasonography also helps to detect instability in the vertebral segment in the early stages of its development and monitor the dynamics in the treatment process. Detection of osteopenia evidence of a violation of bone metabolism, which must be considered in the treatment — be sure to use drugs that affect bone metabolism and calcium homeostasis. Conclusion. The combination of standard, functional radiographs, as well as x-rays in oblique projections and scintigraphy is quite adequate for the diagnosis of spondylolysis, spondylolisthesis and the detection of instability in athletes and ballet dancers.

Key words: spondylolysis, spondylolisthesis. x-ray examination, scintigraphy, ultrasonography, osteopenia

Conflict of interest: the authors declare that there is no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Mironov SP, Burmakova GM, Orletsky AK, Tsykunov MB, Andreev SV. Lumbosacral pain in athletes and ballet dancers: spondylolysis and spondylolisthesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:5-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto20190215>

Одной из причин пояснично-крестцовых болей у спортсменов и артистов балета является врожденный или приобретенный дефект дуги позвонка [1–4]. Зачастую имеются диагностические трудности при выявлении указанной патологии, что приводит к запоздалому и неадекватному лечению и потере профессиональной работоспособности.

Цель исследования: разработка диагностического алгоритма при пояснично-крестцовом болевом синдроме (ПКБС), обусловленном спондилолизом, у спортсменов и артистов балета.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 212 пациентов — спортсменов и артистов балета с ПКБС, обусловленным спондилолизом (у 171) и спондилолистезом I–II степени (у 41) поясничных позвонков. При обследовании выявлен спондилолиз позвонков L_V (у 139), L_{IV} (у 68), L_{III} (у 4) и у одной пациентки — солистки балета — позвонка L_{II}. Среди пациентов было 103 (48,6%) мужчины и 109 (51,4%) женщин в возрасте 15–32 лет. Средний возраст составил 20,7 года.

Методы исследования: клинично-неврологический, рентгенологический, ультразвуковая, компьютерная томография (КТ), сцинтиграфия, а также исследование маркеров резорбции костной ткани (кальций в моче) и костеобразования (щелочная фосфатаза).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее часто спондилолиз встречался у пациентов, занимающихся теми видами спорта, в которых на позвоночник многократно действует чрезмерная осевая нагрузка в сочетании с переразгибанием и ротацией позвоночника — спортивная гимнастика, балет, тяжелая атлетика и т.д.

Двусторонний спондилолиз обнаружен у представительниц спортивной гимнастики, тяжелоатлетов, прыгунов в воду, артистов балета, пловцов стилями брасс и баттерфляй и явился результатом преобладания симметричной нагрузки у 51 (24%) пациента. Во всех остальных случаях спондилолиз был односторонним.

Продолжительность болевого синдрома до обращения в клинику составила 1–9 мес.

Острый спондилолиз или перелом дужки мы отметили у 10 (4,7%) пациентов, в результате избыточной специфической нагрузки у 5 гимнастов, 1 акробата — артиста цирка и 2 артистов балета. Последние отметили, что впервые боль в спине появилась при выполнении арабеска. Боль при гиперэкстензии позвоночника при опоре на пальцы одной ноги (арабеск) часто служит первым признаком стрессового перелома дуги позвонка. У 2 хоккеистов острый спондилолиз — перелом дуги — возник в результате выполнения силовых приемов у бортика.

У остальных пациентов отмечена хроническая форма спондилолиза. У них боли нарастали постепенно, были нерезкими по своей интенсивности. Усиление болевых ощущений наблюдалось при резкой осевой нагрузке (отталкивание при прыжке или приземлении), переразгибании поясничного отдела позвоночника и особенно при сочетании переразгибания с вращениями. Острые боли сохранялись в течение нескольких дней, затем интенсивность их снижалась. При продолжении профессиональных занятий боли возобновлялись, в ряде случаев становились постоянными.

Боль уменьшалась в положении лежа, усиливалась при наклонах туловища вперед и назад, при стоянии и ходьбе.

У 38 (15%) человек первоначально боли появились в грудном, нижнегрудном или верхнепоясничном отделах. Можно предполагать, что у юных атлетов или танцоров эти боли были обусловлены перенапряжением фиксирующих нижнепоясничный отдел позвоночника мышц спины, которые прикрепляются именно в нижнегрудном и верхнепоясничном отделах позвоночника. У более старших пациентов боли в грудном и нижнегрудном отделах, очевидно, были связаны с межпозвоноковым остеохондрозом, обостряющимся вследствие статических перегрузок.

Признаки начинающейся нестабильности — боль или усиление боли при резких неожиданных движениях, напряжении задней группы мышц бедер с формированием тендопериостеопатии седалищного бугра.

У ряда пациентов имелись отраженные боли, обусловленные перегрузкой связок пояснично-крестцо-

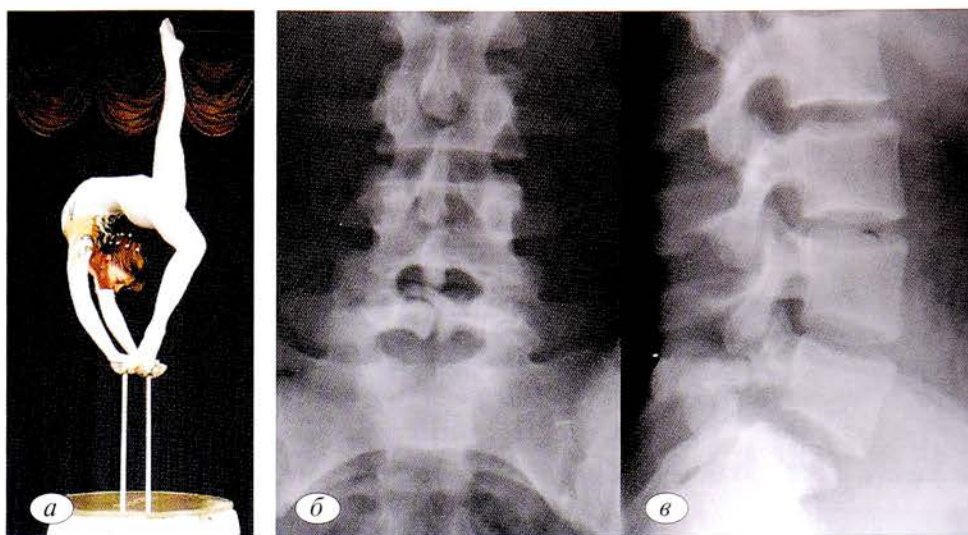


Рис. 1. Пациентка Г., 19 лет, артистка цирка, пластическая акробатка (а).

Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника: б — прямая проекция — спондилолиз L_5 , оссификаты в области дефекта дужки в результате нестабильности; в — боковая проекция — спондилолиз перешейки дуги L_5 , нестабильность L_5-S_1 .

Fig. 1. Patient G., 19 years old, circus performer, plastic acrobat (a). Radiographs of the lumbar spine: b — direct projection — L_5 spondylolysis, ossifications in the area of the arch defect as a result of instability; c — lateral projection — L_5 arch isthmus spondylolysis, L_5-S_1 instability.

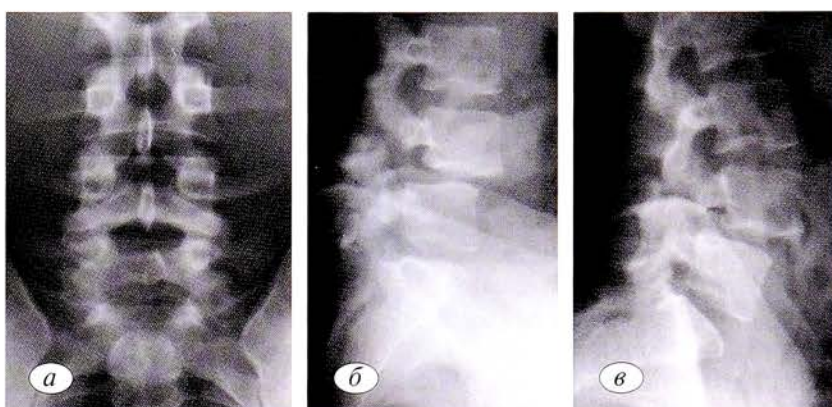


Рис. 2. Рентгенограмма (а) и функциональные рентгенограммы (б, в) поясничного отдела позвоночника больного К., 25 лет (мастер спорта международного класса, греко-римская борьба, сборная России).

а — двусторонний спондилолиз L_4 ; б, в — спондилолистез L_4 , нестабильность.

Fig. 2. Roentgenogram (a) and functional roentgenograms (b, c) of the lumbar department of the bell-ringer of the patient K., 25 years old (master spot of the international class, Greco-Roman wrestling, Russian national team).

а — bilateral spondylolysis L_4 ; б, в — spondylolisthesis L_4 , instability.

вого отдела позвоночника. Так, боли в области крестца и копчика вызваны перенапряжением остистых связок. Боли в верхнеягодичной, паховой области или задней поверхности бедра являются следствием перегрузки пояснично-подвздошной связки. Локализация отраженных болей не была постоянной. У одного и того же больного боли в крестцовой области со временем сменялись болью в паховой области, затем верхнеягодичной и т.д.

При осмотре у большинства пациентов определялся усиленный лордоз поясничного отдела позвоночника различной степени выраженности. Гипертонус паравертебральных мышц отмечен во всех случаях изменения профиля поясничного лордоза, что подтверждено результатами миотонусометрии.

Наклоны туловища вперед или назад ограничены и болезненны только в остром периоде. Латерофлексия не ограничена, но болезненная в сторону пораженной дуги.

Маховый тест (swing-тест) — воспроизведение или усиление боли в положении стоя при переразгибании ноги на больной стороне («ласточка») — отмечен почти у всех пациентов. У пациентов с двусторонним спондилолизом этот симптом был положительным с обеих сторон.

Неврологическое обследование не выявило расстройств чувствительности, движений и рефлектор-

ной сферы не только у больных со спондилолизом, но и со спондилолистезом.

Диагностика спондилолиза обычно основывалась на рентгенологических данных: стандартных, функциональных рентгенограммах и рентгенограммах в косых проекциях.

На рентгенограммах поясничного отдела позвоночника в прямой проекции линия спондилолиза, проходящая под основанием или через овал контура ножки дуги, обнаружена только у 42 (19,8%) пациентов. В этих случаях имелось совпадение плоскости дефекта с ходом центрального луча. У спортсменов и артистов балета встречались дефекты и в области перешейки дуги, и в заднем отделе дуги, в основном позвонка L_5 (рис. 1).

На рентгенограмме поясничного отдела позвоночника в прямой проекции у 93 (43,8%) пациентов обнаружены также варианты развития в переходной пояснично-крестцовой зоне. Это *spina bifida*, аномалия тропизма межпозвоночных суставов, высокий крестец.

На рентгенограмме поясничного отдела позвоночника в боковой проекции основным симптомом спондилолиза также является дефект дуги позвонка. Он был обнаружен в 169 (84,6%) наблюдениях.

При функциональном обследовании спондилолиз становится отчетливо видимым; он был диагностирован у 205 (96,7%) пациентов.

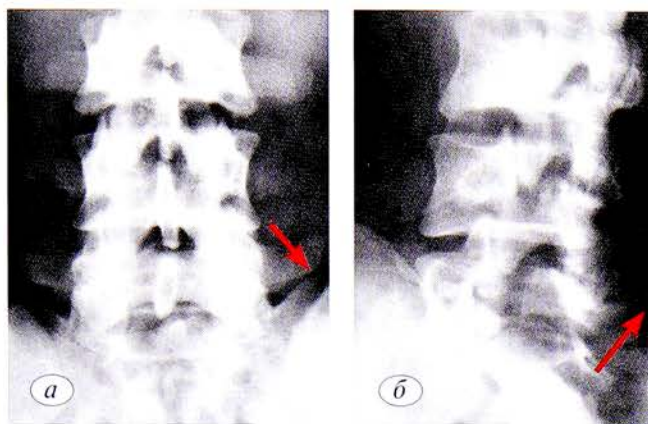


Рис. 3. Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника пациента *Ш.*, 24 лет (заслуженный мастер спорта, хоккей с мячом, сборная России).

a — линия спондилолиза позвонка L_5 ; *б* — проекция $3/4$ — значительный дефект в области дужки позвонка L_5 .

Fig. 3. Radiographs of the lumbar spine of the patient *Sh.*, 24 years (honored master of sports, bandy, Russian national team).

a — L_5 vertebral spondylolysis line; *b* — projection $3/4$ — significant defect in L_5 vertebral arch area.

Смещение тела позвонка кпереди более чем на 2 мм, расцениваемое как антелистез, обнаружено у 41 пациента. Нестабильность в позвоночном двигательном сегменте выявлена в 197 случаях. Это выражалось в изменении формы межпозвонкового промежутка по сравнению с соседними сегментами и смещении тела позвонка при функциональных пробах (**рис. 2**).

Для уточнения величины и характера дефекта, примерной давности его и вторичных изменений в прилежащих суставных отростках позвонков и дужек выполняли рентгенограммы в косых проекциях. Вид дефекта позволяет судить о длительности его существования. Тонкая щель спондилолиза отмечена при гиперлордозе поясничного отдела как результат нарушения статической нагрузки. Наличие склерозированного края свидетельствует о длительно существующей нестабильности, тогда как нечеткие границы дефекта, наоборот, о недавнем его возникновении. При широкой щели на нее проецировались суставные отростки. Это, как правило, наблюдается при значительной давности поражения и возможном сочетании со спондилолистезом (**рис. 3**).

При наличии характерных клинических симптомов спондилолиза и нормальных рентгенограмм возникает необходимость повторения рентгенологического исследования через 6–8 нед. Эти серийные рентгенограммы позволяют выявить формирование дефекта дуги позвонка.

Следующий клинический случай демонстрирует постепенное развитие перестроенного процесса в дужке позвонка и прогрессирование нестабильности в результате значительных нагрузок.

Пациентка *П.*, заслуженный мастер спорта по спортивной гимнастике, член сборной России. Впервые боли в поясничном отделе появились в 2010 г. на фоне интенсивных тренировок. На рентгенограммах об-

наружен переходный пояснично-крестцовый позвонок, *spina bifida* S_1 . Клинический диагноз, подтвержденный данными ультрасонографии: микроповреждения длиннейшей мышцы поясницы, подвздошно-поясничной и крестцово-подвздошной связок слева (**рис. 4, а–в**). Через 1 год в 2011 г. обследована по поводу рецидива болевого синдрома. На рентгенограммах выявлены спондилолиз позвонка L_5 , нестабильность L_5-S_1 (**рис. 4, г–е**). На магнитно-резонансных томограммах определялись протрузии дисков $L_{III}-L_{IV}$ (3,2 мм), $L_{IV}-L_5$ (5,2 мм), L_5-S_1 (4,2 мм). Как следствие развившейся нестабильности — миофасциальный болевой синдром задней группы мышц обеих бедер, тендопериостеопатия седалищных бугров. В 2015 г. отмечены прогрессирование нестабильности L_5-S_1 , антелистез позвонка L_5 . По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) определялись протрузии дисков $L_{III}-L_{IV}$ (3,5 мм), $L_{IV}-L_5$ (4,5 мм), L_5-S_1 (6,5 мм) (**рис. 4, ж–и**). Несмотря на прогрессирование нестабильности, спортсменка успешно выступила на Олимпиаде в 2016 г., завоевав серебряную медаль.

Сцинтиграфия с радиофармпрепаратом (РФП) ^{99m}Tc была выполнена 32 пациентам. При этом у пациентов с появлением поясничного болевого синдрома за 6 мес до обращения в клинику накопление РФП в области пораженной дуги превышало в среднем на 30%, от 6 мес до 1 года — на 10%, с длительностью заболевания более 1 года — отсутствовало. Контрольное исследование было произведено 24 пациентам в различные сроки после лечения. При коротком анамнезе отмечено снижение накопления до 15%, а при длительном — сцинтиграфические показатели практически остались без изменений (**рис. 5**).

Ультрасонография из переднего и заднего доступов выполнена в 35 наблюдениях. Признаками нестабильности позвоночного сегмента являются смещение передних границ межпозвонковых дисков, ступенчатое смещение переднего контура тел позвонков, смещение задних контуров остистых отростков при функциональных пробах (**рис. 6**).

Кровоток в области позвоночного двигательного сегмента также менялся в зависимости от выраженности нестабильности. Вначале, когда имело место только пролабирование переднего отдела диска, он был не изменен. При выраженной нестабильности визуализировалось усиление кровотока с появлением новообразованных сосудов, врастающих в диск [5].

При биохимическом исследовании выявлено увеличение содержания щелочной фосфатазы крови в среднем на 11%, увеличение выделения кальция с мочой в среднем на 38%. Содержание кальция крови в ряде случаев было на нижней границе нормы [6].

ОБСУЖДЕНИЕ

Довольно частой причиной ПКБС у спортсменов и артистов балета являются стрессовые переломы дуги позвонка с одной или обеих сторон. Споры о том, является ли спондилолиз врожденным дефектом или приобретенным состоянием, решаются в пользу последнего, по крайней мере, у спортсменов и артистов балета [1–4, 7–12].

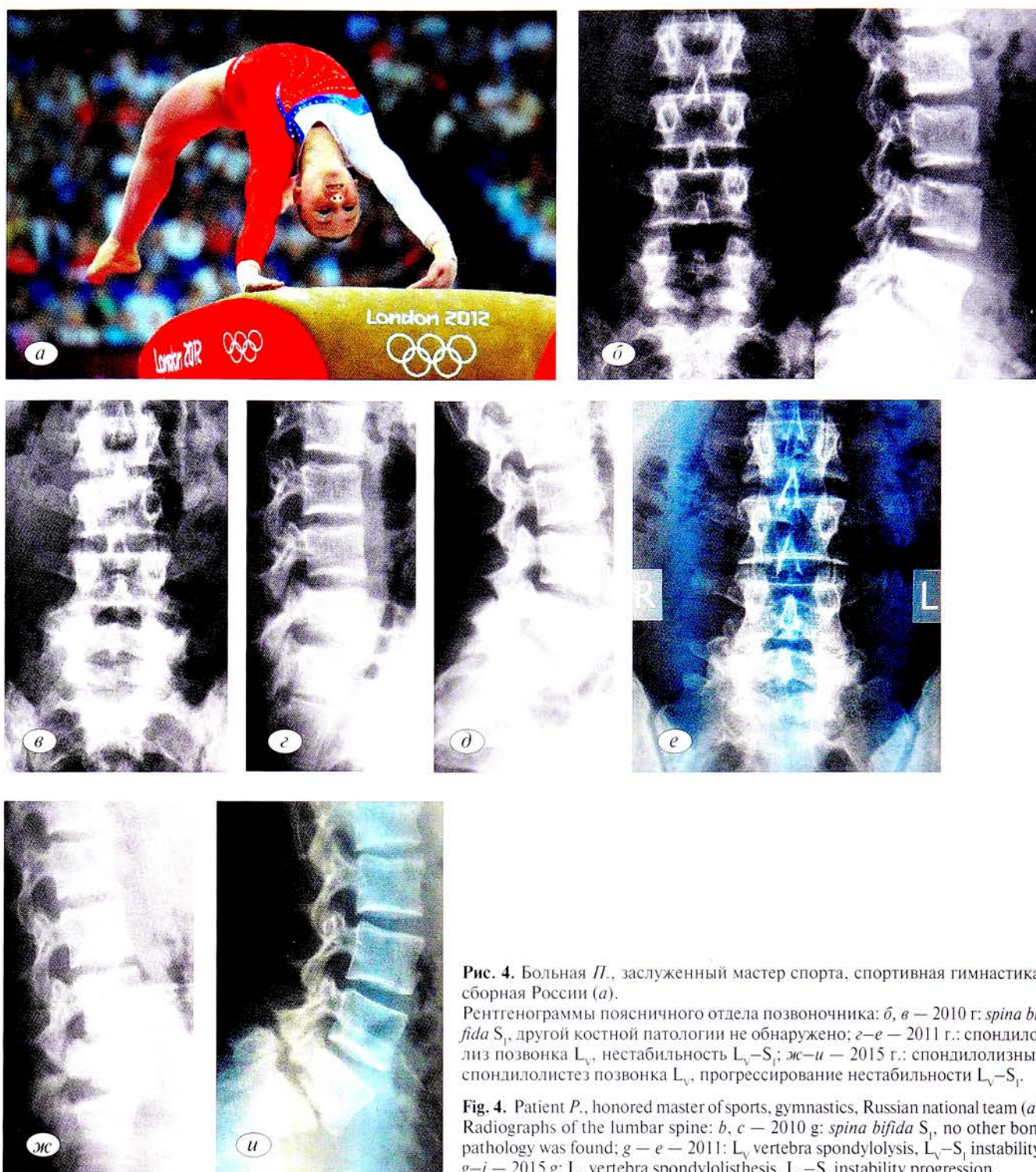


Рис. 4. Больная П., заслуженный мастер спорта, спортивная гимнастика, сборная России (а). Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника: б, в — 2010 г.: *spina bifida* S₁, другой костной патологии не обнаружено; г–е — 2011 г.: спондилолиз позвонка L₅, нестабильность L₅–S₁; ж–и — 2015 г.: спондилолистез позвонка L₅, прогрессирование нестабильности L₅–S₁.

Fig. 4. Patient P., honored master of sports, gymnastics, Russian national team (a). Radiographs of the lumbar spine: b, c — 2010 g: *spina bifida* S₁, no other bone pathology was found; g – e — 2011: L₅ vertebra spondylolysis, L₅–S₁ instability; g–i — 2015 g: L₅ vertebra spondylolisthesis, L₅–S₁ instability progression.

По данным литературы, спондилолиз встречается в 3,5–6% случаев. У спортсменов и артистов балета распространенность спондилолиза в несколько раз превышает данный показатель в общей популяции. Особенно предрасположены представители тех видов деятельности, при которых требуется переразгибание позвоночника или разгибание с ротацией. Наиболее часто спондилолиз возникает при выполнении акробатических элементов в гимнастике, прыжках в воду, бросках в водном поло, атакующих ударах в волейболе, плавании стилями брасс и баттерфляй, защитных блокирующих подкатах в футболе. Эти нагрузки могут

значительно усиливаться боковым наклоном при разогнутой спине, как бывает, например, при выполнении боковых сальто у гимнастов, когда вес нижних конечностей приводит к форсированному переразгибанию поясничного отдела [12–16]. Частота выявления спондилолиза у прыгунов в воду достигает 63% [14], у гимнастов — 32% [15]. Все эти цифры отражают распространенность данной патологии у спортсменов высших достижений, однако спондилолиз может встречаться у всех спортсменов с поясничной болью.

У артистов балета спондилолиз встречается в 2 раза чаще, чем в общей популяции, и по частоте прибли-

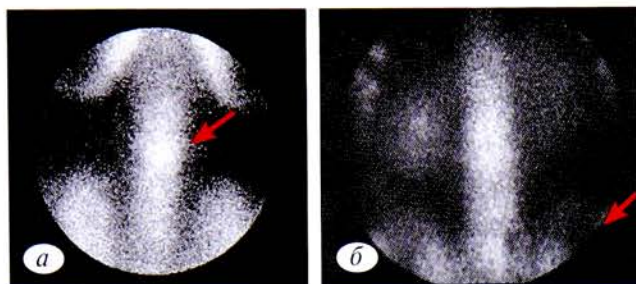


Рис. 5. Сцинтиграммы при спондилолизе.

a — гиперфиксация РФП при спондилолизе позвонка L_{IV} ; *b* — гипофиксация РФП при спондилолизе позвонка L_{IV} . РФП — радиофармпрепарат.

Fig. 5. Scintigrams in spondylolysis.

a — hyperfixation of radiopharmaceuticals (RF) in spondylolysis of vertebra L_{IV} ; *b* — hypofixation of RF in spondylolysis of vertebra L_{IV} .

жается к таковой у гимнастов, причем наиболее часто поражается дуга позвонка L_{IV} [9, 17, 18].

Спондилолиз чаще наблюдается у юных спортсменов. Это обусловлено тем, что у них дуга позвонка тонкая, еще не достигла максимальной прочности, и межпозвоночный диск слабо сопротивляется режущим силам [19, 20].

Распространенность спондилолиза у мужчин и женщин примерно одинаковая, тогда как спондилолистез чаще встречается у женщин.

Чрезмерные нагрузки, особенно в период незавершенного роста, повторные микротравмы, нарушения методики тренировок, зачастую приводят к срыву адаптационных механизмов и развитию патологической перестройки костной ткани. Ряд исследователей сообщают о нарушениях кальций-фосфорного обмена у спортсменов и артистов балета [20–23]. Причинами этих нарушений могут быть недостаточное поступление кальция в организм вследствие несбалансированного питания или вообще его ограничения у артистов балета, представителей художественной гимнастики и т.д.; значительные нагрузки, приводящие к снижению кровоснабжения яичников, позднему менархе у девочек; прием анаболических стероидов

в силовых видах спорта. При этом общие метаболические расстройства находятся в тесной взаимосвязи с местными нарушениями тканевого обмена, приводящими к перестроочным процессам костной ткани и стрессовым переломам [21, 24].

Чаще всего спондилолиз возникает в нижнепоясничных позвонках. Биомеханический анализ показал, что повторная механическая нагрузка, даже ниже максимальной, при циклических сгибании и разгибании приводит к усталостному перелому дуги [1, 12, 25]. Клинические данные свидетельствуют, что даже при нормальной дуге позвонка она является местом концентрации напряжения, несравнимого по интенсивности и продолжительности с обычной нагрузкой [26].

Наряду с тем что поясничный отдел позвоночника подвергается повышенной нагрузке, имеются также анатомические предпосылки к возникновению спондилолиза. Как показало исследование особенностей оксификации дуг позвонков у плодов человека, в нижнепоясничных позвонках центры оксификации дуг располагаются в межсуставной части, а в верхнепоясничных смещены в ножку дуги. Энхондральное окостенение дуг верхнепоясничных позвонков начинается раньше и приводит к равномерной трабекулизации и формированию кортикального слоя. В нижнепоясничных позвонках окостенение начинается позже, а формирующаяся система трабекул и кортикального слоя неравномерна в зоне межсуставной части дуги позвонка. Н. Sagi и соавт. [27] считают этот факт подтверждением теории о возникновении спондилолиза как усталостного перелома в наиболее слабом участке дуги.

Существует несколько теорий возникновения спондилолиза: трофобластическая, теория одной травмы, теория множественной повторной травмы и др. [13, 14, 28].

Многие пациенты связывают возникновение характерных симптомов с определенной травмой, чаще всего с избыточным переразгибанием позвоночника, однако на первичных рентгенограммах перелом дуги не определяется. Экспериментальное исследование на трупах показало отсутствие перелома дуги



Рис. 6. Эхограммы при различных степенях нестабильности позвоночного сегмента.

a — смещение передних границ межпозвоночных дисков; *b* — ступенчатое смещение переднего контура тел позвонков; *c* — смещение задней границы остистого отростка смещенного кпереди позвонка.

Fig. 6. Echograms at different degrees of instability of the vertebral segment.

a — displacement of the anterior boundaries of the intervertebral discs; *b* — stepwise displacement of the anterior contour of the vertebral bodies; *c* — displacement of the posterior border of the spinous process of the displaced anterior vertebra.

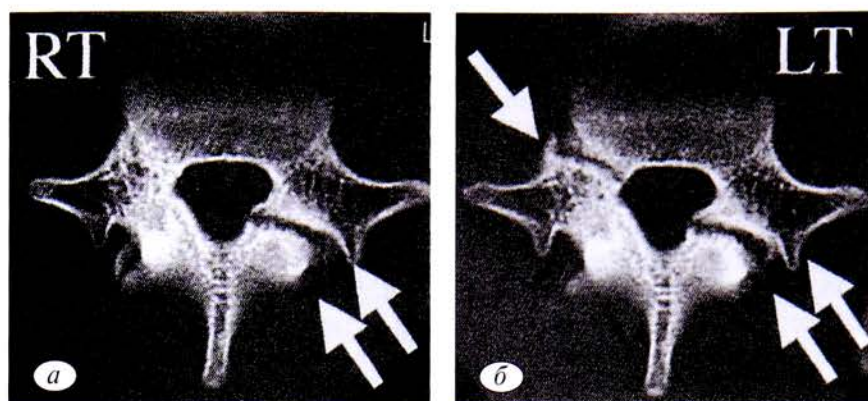


Рис. 7. Данные аксиальной КТ позвонка L₅ [25].

a — первоначальное обследование — левосторонний спондилолиз (две стрелки); *б* — через 2 мес — стрессовый перелом правой ножки дуги (одна стрелка). КТ — компьютерная томография.

Fig. 7. Data of axial CT of the vertebra L₅ [25]. *a* — initial examination-left-sided spondylolysis (two arrows); *b* — after 2 months — stress fracture of the right leg of the arc (one arrow). CT — computer tomography.

даже при воздействии значительной силы. Повторные аналогичные нагрузки приводят к микропереломам, а также провоцируют нарушения кровоснабжения. В результате возникает зона перестройки костной ткани — зона резорбции в наименее мобильной части дуги позвонка, а именно в перешейке, в последующем дефект дуги позвонка становится видимым на рентгенограммах. Р. Brukner и соавт. [29] различают раннюю, прогрессирующую и терминальную стадии дефекта дуги позвонка. Ранняя стадия характеризуется локальной резорбцией кости или волосовидным дефектом, определяемым рентгенологически. В зоне формирующегося дефекта при МРТ определяется отек губчатой кости [30]. В прогрессирующей стадии выявляется широкий дефект с возможными костными фрагментами. Склеротические изменения указывают на терминальную стадию.

О значительных трофических нарушениях в области спондилолиза свидетельствуют наблюдения, при которых отсутствовали признаки регенерации в пораженной дуге позвонка в течение длительного времени [1, 12, 29]. В противоположной же дуге и ножке отмечались реактивный склероз и даже их гипертрофия. Необычная реакция отражает физиологический ответ на нестабильность [31]. Это предположение было подтверждено при биомеханическом исследовании К. Сайрю и соавт. [25]: пациентов с односторонним спондилолизом, продолжающих активные занятия спортом, в результате аккумуляции нагрузки (особенно ротации в сочетании с осевой нагрузкой) в области неповрежденной дуги развивается реактивный склероз или же возникает стрессовый перелом этой дуги. При рентгенологическом исследовании в ранней стадии спондилолиза реактивный склероз контралатеральной дуги еще не определяется. Он становится видимым в прогрессирующей стадии заболевания. Эти клинко-рентгенологические наблюдения свидетельствуют об усилении нагрузки на контралатеральную дугу, приводящей к склерозу или стрессовому перелому (рис. 7).

Согласно данным гистологического исследования ткани из области длительно существующего спондилолиза [32] дефект дуги заполняется соединительной тканью, сходной по строению с нормальной связкой. Очевидно, что рубцовая ткань в области перелома дужки под влиянием механической нагрузки матапластически превращается в связку. Обнаружи-

ваемые в ее толще мелкие костные фрагменты также являются свидетельством приобретенного характера спондилолиза как перелома с переходом в ложный сустав. Иммунохимическое исследование выявило наличие невральных элементов в связке и вокруг нее, и это подтверждает предположение, что данная соединительнотканная перемычка может быть источником боли. Были обнаружены тельца Паччини, Гольджи, Руффини, а также тонкие безмиелиновые волокна, отвечающие за ноцицепцию. Степень иннервации была различной у разных пациентов в зависимости от давности дефекта и степени организации этой соединительнотканной перемычки [33].

Имеется большое число публикаций, в основном зарубежных авторов, в которых описаны рентгенологические изменения позвоночника у спортсменов и артистов балета с ПКБС [4, 26, 34–36], как следствие часто повторяющейся чрезмерной нагрузки.

Однако накопленный в клинике опыт обследования и лечения этого контингента больных, а также данные литературы указывают на отсутствие четкой корреляции между выраженностью рентгенологических изменений и тяжестью клинической картины заболевания [6].

Как отмечалось ранее, прямым признаком спондилолиза является полоса просветления 1–2 мм, проходящая под основанием или через овал контура ножки дуги. Однако на рентгенограмме поясничного отдела позвоночника в прямой проекции линия спондилолиза обнаруживается не у всех пациентов, только в случаях совпадения плоскости дефекта с ходом центрального луча. Более информативны рентгенограммы в боковых проекциях и особенно функциональные пробы, позволяющие выявить не только смещение позвонка и наличие нестабильности, но и спондилолиз.

И.Л. Тагер, И.С. Мазо [36] различают две качественно различные фазы смещений позвонков — функциональную и фазу необратимых смещений. В функциональной фазе смещение носит динамический характер и вне нагрузки соотношение тел позвонков восстанавливается. При накоплении же дегенеративно-дистрофических изменений в тканях двигательного сегмента возникает фаза необратимого смещения. При этом независимо от характера пробы получается идентичный результат — смещение стойко фиксировано, и ни в одном из положений функционального исследования не удается восстановить

нормальные соотношения между элементами двигательного сегмента.

В сомнительных случаях производятся рентгенограммы в косых проекциях ($3/4$), которые у ряда пациентов являются основными в диагностике спондилолиза. При этом появляется возможность судить о величине и характере дефекта дуги, примерной давности его и вторичных изменениях в прилежащих суставных отростках позвонков и дужках. Обращается внимание на так называемый признак шотландской собаки, когда дефект дуги определяется как воротник (ошейник) вокруг шеи собаки. Ширина дефекта зависит от величины резорбции кости после перелома и степени спондилолистеза. При рентгенологическом исследовании с использованием укладок в $3/4$ можно выявить спондилолиз и на других уровнях, уточнить, имеется ли дефект дуги с одной или с обеих сторон [38].

КТ чувствительнее рентгенографии, и дефект межсуставной части дуги в ряде случаев бывает хорошо виден на горизонтальных срезах. Основные недостатки КТ — трудность при определении давности дефекта и его клинической значимости.

Большое значение для ранней диагностики перестройки костной ткани в области дуг позвонков при соответствующей клинической картине и в отсутствие убедительных рентгенологических данных, а также для определения интенсивности минерального обмена этой области имеет сцинтиграфия [38–40].

Изображение перестроечного процесса в виде очага гиперфиксации РФП или, наоборот, гипофиксации его характеризуют повышение или снижение метаболических процессов. Данные сцинтиграфии могут быть информативными уже через 5–7 дней после травмы, приводящей к микропереломам, невидимым на обычных рентгенограммах. Позднее радионуклидное исследование позволяет следить за динамикой репаративных процессов и уточнить время возобновления профессиональных занятий. Согласно данным литературы, это исследование не показано при длительности поясничного болевого синдрома более 1 года или в отсутствие болевого синдрома [12, 29].

При всей своей информативности радионуклидное исследование недостаточно специфично, так как при гиперфиксации препарата трудно определить тип репаративного остеогенеза (патологическая или функциональная перестройка). Необходимо учитывать данные других исследований [41].

В последнее время разрабатывается новая методика изучения стрессовых переломов SPECT (Single photon emission computed tomography). Этот метод сочетает в себе сцинтиграфию и КТ. G. Garces и соавт. [35] считают, что простое радионуклидное исследование ограничено в своей информативности из-за наложения структур позвоночного столба одна на другую. SPECT исключает эти проблемы и улучшает контрастность изображения. Благодаря высокой чувствительности и специфичности она позволяет диагностировать спондилолиз на стадии усталостного перелома. С помощью SPECT изучены изменения, развивающиеся при спондилолизе. Отмечено, что при остром

спондилолизе определяется повышение активности, затем наступает ее снижение. Развитие спондилолистеза приводит к повышению активности, но очаг гиперфиксации РФП располагается кпереди и изображение его менее четкое. На русском языке этот метод диагностики называется ОФЕКТ (одnofотонная эмиссионная компьютерная томография). В нашей стране ОФЕКТ применяется в основном при онкологической патологии.

МРТ не относится к стандартным методам исследования для выявления спондилолиза. Показанием к проведению этого исследования служит наличие корешковых болей у пациентов с патологией пояснично-крестцового отдела позвоночника [29, 36].

Заключение. Таким образом, на основании проведенного исследования установлено, что комбинация стандартных, функциональных рентгенограмм, а также рентгенограмм в косых проекциях и сцинтиграфии вполне адекватна для постановки диагноза спондилолиза, спондилолистеза и выявления нестабильности у спортсменов и артистов балета. Ультрасонография при нестабильности позвоночного сегмента неинвазивна, проводится в реальном времени, может быть неоднократно применена в процессе лечения для оценки его эффективности. Выявление остеопении свидетельствует о нарушении метаболизма костной ткани, что необходимо учитывать при лечении — обязательно следует использовать препараты, влияющие на метаболизм костной ткани и гомеостаз кальция. Использование данного диагностического алгоритма будет способствовать ранней диагностике, адекватному лечению, и, следовательно, профилактике прогрессирования нестабильности и вторичных изменений элементов позвоночника.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Cyron BM, Hutton WC. The fatigue strength neural arch in spondylolysis. *J Bone Jt Surg.* 1978;60B:234–238.
2. Omei ML, Micheli LJ, Gerbino P.G. Idiopathic scoliosis and spondylolysis in the female athlete. Tips for treatment. *Clin Orthop.* 2000;372:72–84.
3. Stinson JT. Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete. *Clin Sports Med.* 1993;12:517–528.
4. Swärd L. The thoracolumbar spine in young elite athletes. Current concepts on the effects of physical training. *Sports Med.* 1992;13:517–528.
5. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Салтыкова В.Г., Еськин Н.А. Диагностические возможности сонографии при пояснично-крестцовых болях. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2003;1:24–31. [Mironov SP, Burmakova GM, Saltykova VG, Es'kin NA. Diagnostic capabilities of sonography for lumbosacral pain. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2003;1:24–31. (In Russ.)].
6. Миронов С.П., Бурмакова Г.М., Цыкунов М.Б. Пояснично-крестцовый болевой синдром у спортсменов и артистов балета. 2006. [Mironov SP, Burmakova GM, Tsykunov MB. Lumbosacral pain syndrome in athletes and ballet dancers. 2006. (In Russ.)].
7. Продан А.И., Грунтовский Г.Х., Куценко В.А., Колесниченко В.А. Диспластический спондилолистез: обзор современных концепций лечения. *Хирургия позвоночника.* 2004;4:23–33. [Prodan AI, Gruntovskii GK, Kutsenko VA, Kolesnichenko VA. Dysplastic spondylolisthesis: a review of current treatment concepts. *Khirurgiya pozvonochnika.* 2004;4:23–33. (In Russ.)].

8. Рейнберг С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. М., 1964. [Reinberg S.A. Radiodiagnosis of diseases of bones and joints. M., 1964. (In Russ.)].
9. Lloyd M, Micheli LJ. Bilateral stress fracture of the lumbar pedicles in a ballet dancer. J Bone Jt Surg. 1987;69A(1):140-142.
10. Miller SF, Congeni J, Swanson K. Long-term functional and anatomical follow-up of early detected spondylolysis in young athletes. Am J Sports Med. 2004;32(4):928-933.
11. Pascal-Moussellard H, Broizat M, Cursolles JC, Rouvillain JL, Catonné Y. Association of unilateral isthmic spondylolysis with lamina fracture in an athlete. Am J Sports Med. 2005;33(4):591-595.
12. Watkins RG, Dillin WM. Lumbar spine injuries. Sports injuries: mechanism, prevention, treatment. Eds. FH Fu, DA Stone. Baltimore etc., 1994.
13. Baranto A. Traumatic high-load injuries in the adolescent spine clinical, radiological and experimental studies. Göteborg, Sweden, 2005.
14. Rossi F, Dragoni S. Lumbar spondylolysis: Occurrence in competitive athletes. Updated achievements in a series of 390 cases. J Sports Med Phys Fitness. 1990;30(4):450-452.
15. Micheli LJ. Back injuries in gymnastics. Clin Sports Med. 1985;4:85-93.
16. Nyska M, Constantini N, Calé-Benzoor M, Back Z, Kahn G, Mann G. Spondylolysis as a cause of low back pain in swimmers. Int J Sports Med. 2000;20:375-379.
17. Миронова З.С., Баднин И.А. Повреждения и заболевания опорно-двигательного аппарата у артистов балета. М., 1976. [Mironova ZS, Badnin IA. Damages and diseases of the musculoskeletal system of ballet dancers. M., 1976. (In Russ.)].
18. Micheli LJ. Back injuries in dancers. Clin Sports Med. 1983;2:473-484.
19. Letts M, Smallman T, Afanasiev R, Gouw G. Fracture of the pars interarticularis in adolescent athletes: a clinical biomechanical analysis. J Pediatr Orthop. 1986;6:40-46.
20. Moreland MS. Special concerns of the pediatric athlete. Sports injuries: mechanism, prevention, treatment. Eds. FH Fu, DA Stone. Baltimore etc., 1994.
21. Arendt EA. Stress fractures and the female athlete. Clin Orthop. 2000;372:131-138.
22. Frust-tajer N, Dhuper S, Warren MP, Brooks-Gunn J, Fox RP. Nutrition and the incidence of stress fractures in ballet dancers. Am J Clin Nutr. 1990;51:779-783.
23. Ireland ML. Special concerns of the female athlete. Sports injuries: mechanism, prevention, treatment. Eds. FH Fu, DA Stone. Baltimore etc., 1994.
24. Myburgh KH, Hutchins J, Fataar AB, Hough SF, Noakes TD. Low bone density is an etiologic factor for stress fractures in athletes. Ann Intern Med. 1990;113(10):754-759.
25. Sairyo K, Katoh S, Sasa T, Yasui N, Goel VK, Vadapalli S, Masuda A, Biyani A, Ebraheim N. Athletes with unilateral spondylolysis are the risk of stress fracture at the contralateral pedicle and pars interarticularis. Am J Sports Med. 2005;33(4):583-590.
26. Rossi F, Dragoni S. The prevalence of spondylolysis and spondylolisthesis in symptomatic elite athletes: radiographic findings. Radiography. 2001;17:37-42.
27. Sagi HC, Jarvis JG, Uthoff HK. Histomorphologic analysis of the development of the pars interarticularis and its association with isthmic spondylolysis. Spine. 1998;23:1635-1639.
28. Мумбрејум И.М. Спондилолистез. М., 1978. [Mitreit IM. Spondylolisthesis. M., 1978. (In Russ.)].
29. Brukner PD, Bennel KL, Matheson GO. Stress fractures. Melbourne, 1999.
30. Stabler A, Paulus R, Steinborn M, Bosch R, Matzko M, Reiser M. Spondylolysis in the developmental stage contribution of MRI. Neuen Bildgeb Verfahr. 2000;172:33-37. <https://doi.org/10.1055/s-2000-278>.
31. Araki T, Harata S, Nakano K, Satoh T. Reactive sclerosis of the pedicle associated with contralateral spondylolysis. Spine. 1992;17(11):1424-1426. <https://doi.org/10.1097/00007632-199211000-00028>.
32. Eisenstein SM, Ashton IK, Roberts S, Darby AJ, Kanse P, Menage J, Evans H. Innervation of the spondylolysis «ligament». Spine. 1994;19(8):912-916. <https://doi.org/10.1097/00007632-199404150-00008>.
33. Hasegawa S, Yamamoto H, Morisawa Y, Michinaka Y. A study of mechanoreceptors in fibrocartilage masses in the defect of pars interarticularis. J Orthop Sci. 1999;4:413-420.
34. Jones DM, Tearse DS, el-Khoury GY, Kathol MH, Brandser EA. Radiographic abnormalities of the lumbar spine in college football players. A comparative analysis. Am J Sports Med. 1999;27:335-338. <https://doi.org/10.1177/03635465990270031101>.
35. Garces GL, González-Montoro I, Rasines JL, Santonja F. Early diagnosis of stress fracture of the lumbar spine in athletes. Int Orthop. 1999;23:213-215. <https://doi.org/10.1007/s002640050353>.
36. Тазер И.Л., Мазо И.С. Рентгенодиагностика смещений поясничных позвонков. М., 1979. [Tager IL, Mazo IS. X-ray diagnosis of displacements of the lumbar vertebrae. M., 1979. (In Russ.)].
37. Hensinger RN. Current concepts review spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. J Bone Jt Surg. 1989;71A(7):1098-1106.
38. Papanicolaou N, Wilkinson RH, Emans JB, Treves S, Micheli LJ. Bone scintigraphy and radiography in young athletes with low back pain. Am J Roentgenol. 1985;145:1039-1044. <https://doi.org/10.2214/ajr.145.5.1039>.
39. Kanstrup IL. Bone scintigraphy in sports medicine: a review. Scand J Med Sci Sport. 1997;7:322-330.
40. Миронов С.П., Ломтатидзе Е.Ш. Стрессовые переломы у спортсменов и артистов балета. Волгоград, 1989. [Mironov SP, Lomtadze ES. Stress fractures in athletes and ballet dancers. Volgograd, 1989. (In Russ.)].
41. Ikata T, Miyake R, Katoh S, Morita T, Murase M. Pathogenesis of sports-related spondylolisthesis in adolescents: radiographic and magnetic resonance imaging study. Am J Sports Med. 1996;24:94-98. <https://doi.org/10.1177/036354659602400117>.

Сведения об авторах: Миронов С.П. — академик РАН, профессор, доктор мед. наук, ФГБУ НМИЦ ТО; Бурмакова Г.М. — доктор мед. наук, ФГБУ НМИЦ ТО; Орлецкий А.К. — доктор мед. наук, профессор, ФГБУ НМИЦ ТО; Цыкунов М.Б. — доктор мед. наук, профессор, ФГБУ НМИЦ ТО, РНИМУ; Андреев С.В. — врач, ФГБУ ТО.

Для контактов: Цыкунов М.Б. — e-mail: rehcto@mail.ru

Information about the authors: Mironov S.P. — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia; Burmakova G.M. — Dr. Med. Sci., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia; Orletsky A.K. — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia; Tsykunov M.B. — Dr. Med. Sci., Prof., N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia; Andreyev S.V. — MD, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.

Contact: Tsykunov M.B. e-mail: rehcto@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ВНУТРИ- И ОКОЛОСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ НИЖНЕЙ ТРЕТИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ У БОЛЬНЫХ С ПОЛИТРАВМОЙЭ.И. Солод^{1,2}, Н.В. Загородний^{1,2}, А.Ф. Лазарев¹, М.А. Абдулхабилов², Я.М. Алсмади, И.А. Дмитриев²¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия;²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Лечение пациентов с переломами бедренной кости приобретает особую актуальность в современной травматологии, особенно у пострадавших с политравмой. Лечение таких переломов осложняется тем, что зависит не только от характера перелома, но и от общего состояния пациента. Переломы, вызванные высокоэнергетической травмой, имеют, как правило, оскольчатый характер и часто сопровождаются повреждением сосудов и нервов (особенно в дистальном отделе) и часто — повреждением мягких тканей.

Цель исследования. Улучшение результатов лечения внутри- и окколосуставных переломов дистального отдела бедренной кости у пациентов с политравмой.

Материал и методы. Проведен проспективный анализ использования конверсионного остеосинтеза при лечении 72 пациентов с внутри- и окколосуставными переломами нижней трети бедренной кости на фоне политравмы по шкале оценки тяжести ISS 17–40 в условиях многопрофильного стационара.

Результаты. Оптимальные сроки для конверсионного остеосинтеза пациентам с политравмой составили 5–7 сут, что предотвратило развитие травматического шока, воспалительных осложнений в послеоперационном периоде.

Выводы. Подтверждена целесообразность конверсионного остеосинтеза в лечении больных с внутри- и окколосуставными переломами нижней трети бедренной кости. Использование методики перевода фиксации отломков аппаратом наружной фиксации на внутренний остеосинтез (конверсия) способствовало сокращению сроков стационарного лечения пациентов с переломами длинных костей. Ключевые слова: контроль повреждений, переломы бедренной кости, аппараты наружной фиксации, остеосинтез, дистальная часть бедренной кости

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Солод Э.И., Загородний Н.В., Лазарев А.Ф., Абдулхабилов М.А., Алсмади Я.М., Дмитриев И.А. Особенности оперативного лечения внутри- и окколосуставных переломов нижней трети бедренной кости у больных с политравмой. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:14–18. <https://doi.org/10.17116/vto201902114>

FEATURES OF SURGICAL TREATMENT OF INTRA- AND PERIARTICULAR FRACTURES OF THE LOWER THIRD OF THE FEMUR IN PATIENTS WITH POLYTRAUMAE.I. Solod^{1,2}, N.V. Zagorodni^{1,2}, A.F. Lazarev¹, M.A. Abdulkhabirov², Ya.M. Alsmadi², I.A. Dmitrov²¹N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Treatment of patients with fractures of femur has a particular relevance in modern traumatology, especially in patients with polytrauma. The treatment of such fractures is complicated by the fact that it depends not only on the nature of the fracture, but also on the general condition of the patient. These fractures are caused by high-energy trauma, they have the tendency to be splintered or fragmented, and often accompanied by neurovascular complications, especially in the distal part. Such fractures are often accompanied by soft tissue damage.

Purpose: improving the results of treatment of intra- and periarticular fractures of the distal femur in patients with polytrauma.

Material and methods. In the present study, a prospective analysis of using conversion osteosynthesis in the treatment of 72 patients with intra- and periarticular fractures of the lower third of the femur patients with polytrauma, according to the ISS severity scale (ISS 17–40) was performed in a multidisciplinary hospital.

Results. The most optimal time for conversion osteosynthesis to patients with polytrauma was 5–7 days, which prevented the occurrence of traumatic shock and prevented the occurrence of inflammatory complications in the postoperative period.

Conclusion. The study confirmed the feasibility of conversion osteosynthesis in the treatment of patients with intra- and periarticular fractures of the lower third of the femur. The use of the technique of transferring the fixation of fragments by the external fixation to the internal osteosynthesis (conversion) contributed to a reduction in the duration of treatment of patients in the hospital with fractures of the long bones.

Key words: damage control, femur fractures, external fixation devices, osteosynthesis, polytrauma, distal part of the femur

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Solod EI, Zagorodni NV, Lazarev AF, Abdulkhabirov MA, Alsmadi YaM, Dmitrov IA. Features of surgical treatment of intra- and periarticular fractures of the lower third of the femur in patients with polytrauma. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:14-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902114>

По статистике распространенность переломов нижних конечностей достигает 19%, в то время как верхние конечности поражаются в 17,7% случаев [1, 2]. Переломы нижних конечностей у пациентов с политравмой ухудшают прогноз и увеличивают риск развития осложнений. У пациентов с переломами в области дистального отдела бедренной кости часто отмечается неблагоприятный прогноз в плане функционального восстановления [3, 4]. Лечение таких переломов у больных с политравмой имеет особую актуальность на всех этапах лечения, так как они связаны с тяжелыми осложнениями и плохими функциональными результатами.

По механизму возникновения данных переломов выделяют 2 группы: высокоэнергетическая травма у молодых пациентов в возрасте около 30 лет либо низкоэнергетическая травма у пожилых людей, чаще женщин старше 70 лет [4, 10]. Первая группа таких переломов связана с дорожно-транспортными происшествиями или экстремальными видами спорта, а переломы второй группы, как правило, вызваны несчастными случаями в быту. Тем не менее политравма, затрагивающая более пожилых пациентов, встречается все чаще, а средний возраст этих пациентов в настоящее время гораздо старше, чем 30 лет назад [9].

Важной при таких переломах является тщательная оценка сосудистого и неврологического статуса, а также конечности и состояния окружающих мягких тканей, поскольку эти переломы часто сопровождаются повреждениями сосудисто-нервных пучков и обширными повреждениями мягких тканей. По мнению многих авторов, лечение должно быть направлено на достижение баланса между первичной и окончательной стабилизацией поврежденного сегмента, при этом важно избегать потенциально опасных для жизни системных осложнений (жировая эмболия, респираторный дистресс-синдром и полиорганная недостаточность) [11]. Поэтому очень важна правильная тактика лечения пациентов с политравмой по принципу «damage control» [3, 4, 6]. Контроль повреждений этих переломов должен планироваться так, чтобы не препятствовать последующему окончательному остеосинтезу (конверсии). Эта проблема остается актуальной до настоящего времени и требует дальнейшего изучения.

Цель исследования — улучшение результатов лечения переломов дистального отдела бедренной кости у пациентов с политравмой, анализ опыта лечения больных с внутри- и околосуставными переломами нижней трети бедренной кости на фоне политравмы, определение особенностей оказания им травматологической помощи на этапах госпитального лечения, а также изучение вариантов и сроков конверсии на внутренний остеосинтез.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в период с 2016 по 2019 г. в отделении травматологии и ортопедии ГКБ им. А.К. Ерамишанцева — базе кафедры травма-

тологии и ортопедии Российского университета дружбы народов. Под наблюдением находились 72 пациента с политравмой по шкале оценки тяжести ISS 17–40, включающей перелом дистального отдела бедренной кости, которым было проведено оперативное лечение.

В большинстве случаев тяжесть состояния была обусловлена черепно-мозговой травмой и множественными переломами тазового кольца, в некоторых случаях — переломами позвоночника, ребер, а также разрывами печени и селезенки. При этом переломы длинных костей конечности в большинстве случаев имели множественный характер. Всего было 45 (62,5%) мужчин и 27 (37,5%) женщин. Медиана возраста на момент операции составила 42,1 года (26–78 лет), средняя продолжительность наблюдения — 12,3 мес.

Тактика и метод оперативного лечения определялись на основании типа перелома по классификации, в которой выделяются внесуставные, частичные внутрисуставные, межмышечковые и полные внутрисуставные переломы [6]. У пациентов с политравмой переломы являются наиболее сложными, при этом наиболее часто встречаются переломы бедренной кости А3, а также С2 и С3. Переломы С3 являются наиболее трудно управляемые в связи со сложными метафизарными и внутрисуставными переломами. Степень фрагментации напрямую зависит от энергии, которая вызвала перелом, и качества костной ткани пациента. Эти переломы часто сопровождаются повреждениями мягких тканей, сосудов и нервов, а также мышечно-связочного аппарата; при этом нередко это открытые переломы. В предоперационном периоде проводились лабораторная диагностика, рентгенография органов грудной клетки, бедренной кости на протяжении и коленного сустава в стандартных проекциях, электрокардиография, консультация терапевта, а также компьютерная томография коленного сустава.

Всем пациентам при поступлении в качестве противошоковой терапии в сочетании с локальным обезболиванием и инфузионной терапией выполняли экстренное оперативное вмешательство в объеме монтажа аппарата наружной фиксации на поврежденный сегмент в ранние сроки, без стремления к достижению идеального сопоставления отломков. Такой подход обеспечивал возможность эффективного наблюдения за пострадавшими с целью профилактики травматического шока, жировой эмболии и тромбозов вен поврежденного сегмента, а также вторичного повреждения магистральных сосудов и нервов.

Важным при первичной стабилизации перелома в аппарате было бережное обращение с мягкими тканями сегмента; кроме того, учитывали локализацию, уровень и тип перелома. При монтаже аппарата также осуществляли фиксацию костей голени с целью усиления степени фиксации поврежденного сегмента. В 3 случаях при первичной стабилизации перелома выполнялся монтаж аппарата наружной фиксации.

Таблица. Распределение пациентов по локализации переломов и времени конверсии
Table. The distribution of patients according to the localization of fractures and time conversions

Вид перелома по классификации АО	Описание перелома	Количество случаев		Компоновка АНФ	Время конверсии, дни	Вид погружного остеосинтеза
		абс.	%			
33A1	Простой внесуставной перелом	6	8,3	Бедро—голень	5—6	Штифты
33A2	Метафизарный внесуставной перелом с клином	12	16,7	Бедро—голень	5—6	Штифты
33A3	Метафизарный сложный внесуставной перелом	4	5,5	Бедро—голень	5—6	Пластины с винтами
33B1	Неполный внутрисуставной перелом наружного мышелка	3	4,2	Бедро—голень	5—7	Пластины с винтами
33B2	Неполный внутрисуставной перелом внутреннего мышелка	2	2,7	Бедро—голень	3—7	Пластины с винтами
33B3	Фронтальное раскалывание мышелков	1	1,4	Бедро—голень	5—7	Пластины с винтами
33C1	Простой внутрисуставной, простой метафизарный перелом	10	14	Бедро—голень	6—7	Пластины с винтами
33C2	Простой внутрисуставной, оскольчатый метафизарный перелом	16	22,2	Бедро—голень	6—7	Пластины с винтами
33C3	Оскольчатый внутрисуставной перелом	18	25	Бедро—голень	6—7	Пластины с винтами
Итого		72	100		5—7	



Рис. 1. Рентгенограмма пациента М., 33 лет, закрытый оскольчатый перелом нижней трети правой бедренной кости со смещением отломков АО:33C2.

Рис. 1. Radiograph of patient M. 33 years old with closed shrapnel fracture of the lower third of the right femur with fragments of AO:33C2.

После улучшения общего состояния в течение 5—7 сут вторым этапом переходили на интрамедуллярный остеосинтез блокируемыми стержнями или пластинами.

Основанием для возможности перехода на погружные варианты остеосинтеза служили уровень гемоглобина более 90 г/л; гематокрит более 35; нахождение пациента без искусственной вентиляции легких более суток без допамина (вазопрессор); стабилизация артериального давления (АД) более 90 мм рт.ст. не менее суток наблюдения; адекватный диурез не менее суток; стабильные показатели сатурации крови не менее су-

ток наблюдения; отсутствие ацидоза; отсутствие признаков воспаления в области ран конечности.

Все пациенты получали лечение согласно стандартному протоколу ведения послеоперационных больных. В послеоперационном периоде выполняли рентгенографию бедренной кости и коленного сустава в стандартных проекциях на 2-е сутки после операции, в сроки 3, 6 и 12 мес, затем ежегодно на контрольных осмотрах.

Как видно из **таблицы** наиболее частыми повреждениями у пациентов были переломы А2 (16,7%), С2 (22,2%), С3 (25%).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценку результатов лечения переломов дистального отдела бедренной кости производили по шкале KSS. Отличные результаты были получены у 29 (40%) пациентов, хорошие — у 27 (37,8%), удовлетворительные — у 13 (17,8%), неудовлетворительные — у 3 (4,4%).

Неудовлетворительные результаты лечения зафиксированы у пострадавших с типом С3 по классификации АО, т.е. с тяжелыми переломами мышелков бедренной кости, значительно усложняющими выполнение анатомической репозиции и восстановление целостности суставной поверхности бедренной кости. При этом значительно затруднялся процесс реабилитации. Осложнения в послеоперационном периоде не выявили.

Приводим клиническое наблюдение. Пациент М., 33 лет, после ДТП поступил в ГКБ им. А.К. Ерамишанцева (ГКБ №20) с диагнозом ТСТ. Закрытый оскольчатый перелом нижней трети правой бедренной кости со смещением отломков АО:33C2. Ушиб правой половины грудной клетки (**рис. 1**).

Состояние пациента средней тяжести. АД 115/75 мм рт.ст., частота сердечных сокращений 74 уд/мин. При поступлении в приемном отделении сразу прове-

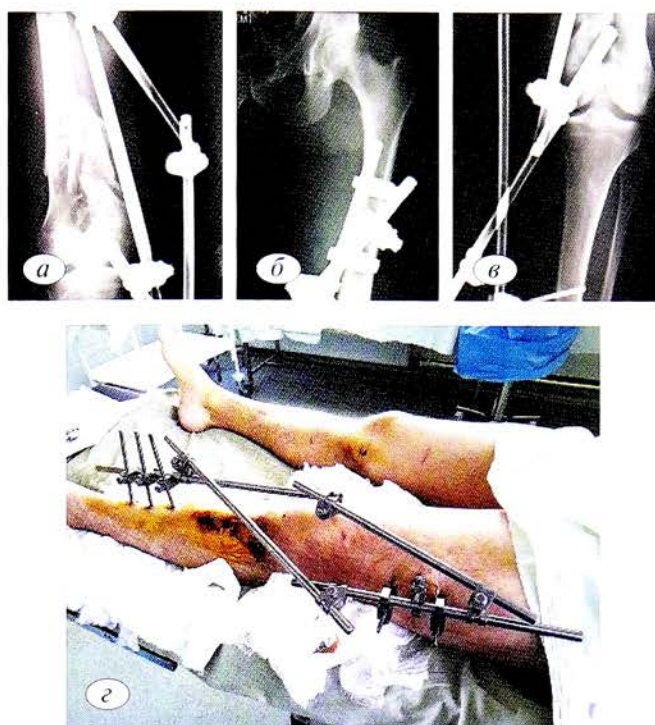


Рис. 2 (а, б, в, г). Пациент М. Рентгенограммы и внешний вид после фиксации перелома бедренной кости в аппарате внешней фиксации.

Рис. 2 (а, б, в, г). Patient M. Radiographs and appearance after fixation of the femoral fracture in the external fixation apparatus.

дены обследование, системное обезболивание и противошоковая терапия, а также наложена задняя гипсовая лонгета для предотвращения повреждения сосудов и нервов. Через 1 час после госпитализации выполнен монтаж стержневого аппарата наружной фиксации (компоновка бедро—голень). При этом достигнуто удовлетворительное положение отломков (рис. 2).

На 5-е сутки после спадения отека выполнен второй этап последовательного остеосинтеза: демонтаж аппарата внешней фиксации и наkostный остеосинтез пластиной с винтами (рис. 3).

Послеоперационный период протекал благоприятно. На следующие сутки после операции пациент был активизирован, передвигался с дополнительной опорой на костыли. Раны зажили первичным натяжением.

На контрольных осмотрах на рентгенограммах отмечалась консолидация перелома по типу формирования костной мозоли.

ОБСУЖДЕНИЕ

Адекватный выбор тактики, способов и сроков лечения пациентов с переломами длинных костей, особенно при политравме, до настоящего времени является актуальным вопросом для положительного исхода лечения пациентов [4, 5, 13].

По данным А. Ретгон и соавт. [13], окончательный остеосинтез в раннем периоде политравмы (первые 3 сут) приводил к летальному исходу, особенно при значительных торакальных, абдоминальных и черепно-мозговых повреждениях. Смерть пострадавших при этом наступала в первые часы после травмы

во время проведения этих операций или на 5–7-е сутки от развивавшихся тяжелых осложнений: респираторного дистресс-синдрома взрослых, полиорганной недостаточности, пневмонии, сепсиса [8].

Однако длительное лечение пострадавших в аппарате внешней фиксации до второго этапа операции или как окончательный метод лечения пострадавших с переломами длинных костей повышает риск развития инфекционных и гипостатических осложнений, а также является большим неудобством пациентам при длительных сроках лечения [12].

Анализируя наши наблюдения, мы пришли к выводу, что конверсия остеосинтеза является оптимальной тактикой при лечении пострадавших с внутри- и околоуставными переломами нижней трети бедренной кости при политравме. Конверсия (переход) внеочаговой наружной фиксации на внутренний остеосинтез у пациентов с политравмой возможна в сроки на 5–7-е сутки без угрозы возникновения травматического шока и воспалительных осложнений в послеоперационном периоде. Стабилизация перелома в аппарате наружной фиксации при поступлении в стационар на 5–7-е сутки значительно способствовала снижению отека и предотвращала возникновение пролежней и гипостатических осложнений. В подобных условиях выполнение погружного остеосинтеза сопровождалось меньшими техническими трудностями, что положительно повлияло на уменьшение продолжительности выполнения окончательного остеосинтеза, снижение числа интра- и послеоперационных осложнений.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило целесообразность конверсии чрескостной фиксации в наkostный или интрамедуллярный остеосинтез с блокированием при лечении больных с внутри- и околоуставными переломами нижней трети бедренной кости на фоне политравмы. Использование методики перевода фиксации отломков аппаратом наружной фиксации на внутренний остеосинтез (конверсия) способствовало сокращению сроков стационарного лечения пациентов с внутри- и околоуставными переломами нижней трети бедренной кости.

ВЫВОДЫ

1. Методика фиксации переломов нижней трети бедренной кости стержневыми аппаратами внешней фиксации на первом этапе обеспечивает стабилизацию отломков и профилактику шока и других посттравматических осложнений, а также вторичного повреждения сосудов и нервов.

2. Конверсию (переход) внеочаговой наружной фиксации на внутренний остеосинтез пациентам с политравмой предпочтительно осуществлять на 5–7-е сутки, что снижает вероятность развития травматического шока и воспалительных осложнений в послеоперационном периоде.

3. Срочная фиксация нестабильных переломов стержневыми аппаратами приводит к более быстрому купированию отека мягких тканей, препятствует развитию гипостатических осложнений и создает благоприятные условия для ухода и динамического наблюдения за состоянием мягких тканей.



Рис. 3 (а, б, в, з). Пациент М. Рентгенограммы после накостного остеосинтеза пластинами и винтами.

Рис. 3 (a, b, c, d). The patient M. X-rays after plate osteosynthesis plates and screws.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Ямковой А.Д. Остеосинтез переломов длинных костей конечностей гвоздями с пластической деформацией (клиническое исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.: 2017. [Yamkovo A.D. Osteosintez perelomov dlinnykh kostej konechnostej gvozdyami s plasticheskoj deformaciej (klinicheskoe issledovanie): Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. M.: 2017. (In Russ.)].
2. Хоминец В.В., Бельский И.Г., Кутянов Д.И., Печуров А.Л. Тактика лечения переломов длинных костей конечностей у пострадавших с политравмами. Клиническая медицина. Хирургия. Травматология. 2011;12(СТ. 53):631-645. [Homines VV, Belen'kij IG, Kutjanov DI, Pechkurov AL. Taktika lecheniya perelomov dlinnykh kostej konechnostej u postradavshih s politravmami. Klinicheskaya medicina. Hirurgiya. Travmatologiya. 2011;12(ST. 53):631-645. (In Russ.)].
3. Ямковой А.Д., Зоря В.И. Применение интрамедуллярного остеосинтеза системой фиксации при лечении диафизарных переломов длинных костей. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014;3:34-38. [Yamkovo A.D., Zorya VI. Primenenie intramedullarnogo osteosinteza sistemoy fiksacii pri lechenii diafizarnyh perelomov dlinnykh kostej. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2014;3:34-38. (In Russ.)].
4. Пожариский В.Ф. Политравмы опорно-двигательной системы и их лечение на этапах медицинской эвакуации. М.: Медицина; 1989. [Pozhariskij VF. Politravmy oporno-dvigatel'noj sistemy i ih lechenie na etapah medicinskoj evakuacii. M.: Medicina; 1989. (In Russ.)].
5. Banerjee M, Bouillon B, Shafizadeh S, et al. Epidemiology of extremity injuries in multiple trauma patients. Injury. 2013;44(8):1015-21.
6. Zelle BA, Brown SR, Panzica M, et al. The impact of injuries below the knee joint on the long-term functional outcome following polytrauma. Injury. 2005;36(1):169-177.
7. D'Alleyrand JC, O'Toole RV. The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care. Orthop Clin North Am. 2013;44(4):499-507.
8. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. Injury. 2006;37(8):691-697.
9. Evans JA, van Wessem KJ, McDougall D, Lee KA, Lyons T, Balogh ZJ. Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment. World J Surg. 2010;34(1):158-163.
10. Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al. Fracture and dislocation classification compendium-2007: orthopaedic trauma association classification, database and outcomes committee. J Orthop Trauma. 2007;21(10 Suppl):S1-133.
11. Gwathmey FW, Jr, Jones-Quaidoo SM, Kahler D, Hurwitz S, Cui Q. Distal femoral fractures: current concepts. J Am Acad Orthop Surg. 2010;18(10):597-607.
12. Obakponovwe O, Kallala R, Stavrou PZ, Harwood P, Giannoudis P. The management of distal femoral fractures: a literature review. Orthop Traumatol Surg Res. 2012;26:3.
13. Perron AD, Brady WJ, Sing RF. Orthopedic pitfalls in the ED: vascular injury associated with knee dislocation. Am J Emerg Med. 2001;19(7):583-588.

Сведения об авторах: Солод Э.И. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия; Загородный Н.В. — член-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия; Лазарев А.Ф. — д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; Абдулхабилов М.А. — канд. мед. наук, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия; Алсмади Я.М. — врач, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия; Дмитров И.А. — врач, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Для контактов: Солод Э.И. — e-mail: doctorsolod@mail.ru

Information about the authors:

Solod E.I. — Prof., «National medical research center of traumatology and orthopedics. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, FSBEI DPO «Russian medical Academy of continuous professional education» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia; Zagorodny N.V. — member-Corr. Russian Academy of Sciences, Prof., National medical research center of traumatology and orthopedics. N.N. Priorova, Ministry of health of Russia, peoples' friendship University of Russia, Moscow, Russia; Lazarev A.F. — Prof., «National medical research center of traumatology and orthopedics. N.N. Priorova» Ministry Of Health Of Russia, Moscow, Russia; Abdulhabirov M.A. — MD, PHd, Federal STATE Autonomous educational institution «Russian University of friendship of peoples», Moscow, Russia; Alsmadi Y.M. — MD, Federal STATE Autonomous educational institution «Russian University of friendship of peoples», Moscow, Russia; Dmitrov Igor — MD, Federal STATE Autonomous educational institution «Russian University of friendship of peoples», Moscow, Russia

Contact: Solod E.I. — e-mail: doctorsolod@mail.ru

КРОВΟΣНАБЖАЕМЫЙ КОСТНЫЙ АУТОТРАНСПЛАНТАТ ИЗ МЫШЕЛКОВ БЕДРЕННОЙ КОСТИ В ЛЕЧЕНИИ ЛОЖНЫХ СУСТАВОВ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ

И.О. Голубев^{2,3}, И.А. Кукин¹, М.В. Меркулов², Г.Н. Ширяева², О.М. Бушуев², И.А. Кутепов²,
М.Е. Саутин⁴, Г.Г. Балюра², А.Р. Саруханян³

¹ГБУЗ «Городская клиническая больница №13» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия;

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

³ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия;

⁴Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия

Кровоснабжаемые костные трансплантаты из мышечков бедренной кости — сравнительно новый метод лечения ложных суставов, дефектов костей малых размеров и костно-хрящевых дефектов. В статье описан опыт использования свободных кровоснабжаемых лоскутов из медиального и латерального мышечков бедренной кости в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей, техника, предпочитаемая авторами, клинические примеры использования данного типа трансплантата. В заключении сформулированы основные показания к применению свободных кровоснабжаемых трансплантатов из мышечков бедренной кости.

Ключевые слова: медиальный мышечок бедренной кости, латеральный мышечок бедренной кости, кровоснабжаемая костная пластика, ложные суставы длинных трубчатых костей

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Голубев И.О., Кукин И.А., Меркулов М.В., Ширяева Г.Н., Бушуев О.М., Кутепов И.А., Саутин М.Е., Балюра Г.Г., Саруханян А.Р. Кровоснабжаемый костный ауто трансплантат из мышечков бедренной кости в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:19–23. <https://doi.org/10.17116/vto201902119>

FREE VASCULARIZED FEMORAL CONDYLE BONE GRAFT IN TREATMENT OF TUBULAR BONE NONUNIONS

И.О. Голубев^{2,3}, И.А. Кукин¹, М.В. Меркулов², Г.Н. Ширяева², О.М. Бушуев², И.А. Кутепов²,
М.Е. Саутин⁴, Г.Г. Балюра², А.Р. Саруханян³

¹City Clinical hospital №13, Moscow, Russia;

²N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia;

³N.I. Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

⁴European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia

Vascularised bone graft from femoral condyles — are relatively new method in treatment of bone nonunions, small bone defects and loss of articular cartilage. In this article experience of using of vascularized bone grafts from medial and lateral femoral condyles, operation technique and clinical cases with long-term results were described. In conclusion, authors generated basic indications for free vascularized bone grafts from femoral condyles.

Key words: medial femoral condyle, lateral femoral condyle, vascularized bone graft, long bones non-unions

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsor

TO CITE THIS ARTICLE: Golubev IO, Kukin IA, Mergulov MV, Shiryayeva GN, Bushuev OM, Kutevov IA, Sautin ME, Balura GG, Sarukhanyan AR. Free vascularized femoral condyle bone graft in treatment of tubular bone nonunions. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopaedics*. 2019;2:19–23. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902119>

Проблема лечения ложных суставов насчитывает не один десяток лет. Замедленное сращение или формирование ложных суставов происходит в 5–10% случаев переломов длинных трубчатых костей [1]. Частота нарушения консолидации длинных трубчатых костей варьирует от 5% при переломах лучевой, 7% локтевой, 9% плечевой, 12,5% бедренной, до 45% при переломах большеберцовой кости [2–4]. Такая статистика обусловлена тем, что даже в случае правильного выбора тактики лечения (остеосинтез, иммобилизация) консолидация может быть нарушена как вследствие

качества костной ткани, так и в силу общих (метаболических, эндокринных, фоновых заболеваний и т.д.) нарушений [5, 6]. Развитие микрохирургической техники послужило началом новой эпохи в данной области. Это дало возможность использовать кровоснабжаемые костные трансплантаты, имеющие, по мнению многих авторов, высочайший потенциал в лечении ложных суставов, или в других случаях необходимости замещения дефектов костной ткани [6, 7].

Сравнительно недавно в качестве источника кровоснабжаемого костного трансплантата впервые в миро-

вой литературе были описаны мышелки бедренной кости (БК) [8]. Изначально лоскут из медиального мышелка БК на нисходящей коленной артерии [9] был описан как несвободный (R. Hertel, A. Masquelet, 1989). Двумя годами позднее K. Sakai и соавт. [10] в своей работе представили опыт использования свободного тонкого кортикопериостального лоскута из медиального мышелка БК на суставной ветви нисходящей коленной артерии и медиальной верхней коленной артерии в лечении ложных суставов верхней конечности. Широкому распространению данного типа лоскута способствовала анатомия области мышелка БК, позволявшая включение в состав лоскута кожного, мышечного, губчатого, а также хрящевого компонентов из ненагружаемой суставной части коленного сустава [10–12].

В 2014 г. J. Higgins и H. Bürger [11] предложили использовать свободный кровоснабжаемый трансплантат из латерального мышелка БК на латеральной верхней коленной артерии. Годом позже V. Wong [13] опубликовал первый клинический опыт использования данного типа лоскута, вслед за чем число анатомических исследований источников кровоснабжения области латерального мышелка БК в мировой литературе заметно увеличилось [7, 13].

В последнее время количество работ на тему кровоснабжаемых лоскутов из медиального и латерального мышелков БК растет ежегодно. Несмотря на это не все области применения таких лоскутов изучены в полной мере. В доступной литературе встречается описание опыта лечения ложных суставов, последствий травм, костных дефектов локтевой кости, лучевой кости, плеча, ключицы, пястных костей, мелких костей запястья, костей стопы, большеберцовой кости, БК [10, 11, 14–16].

В то же время в доступной отечественной литературе опыт использования мышелков БК как свободного трансплантата представлен крайне скудно.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данная работа основана на результатах лечения 24 пациентов, прооперированных в период с 2011 по 2018 г. в 3-м травматологическом отделении ФГУП «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» и Европейской клинике спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO). В исследование вошли 13 мужчин и 11 женщин в возрасте от 25 до 60 лет (средний возраст 39 лет). Всем пациентам был установлен диагноз «ложный сустав» в результате комплексного предоперационного обследования, включавшего компьютерную томографию пораженной области.

Пациенты были разделены на группы в зависимости от локализации ложного сустава (см. таблицу).

Характерной особенностью пациентов, вошедших в исследование, стали многократные предшествующие хирургические вмешательства в зоне перелома, осложнившиеся формированием атрофического ложного сустава. Безуспешные попытки некровоснабжаемой костной пластики из гребня подвздошной кости, а в ряде случаев наличие инфекционных осложнений в зоне перелома также встречались в анамнезе пациентов исследуемой группы.

Техника забора трансплантата. Для забора трансплантата из медиального мышелка БК применяли

Таблица. Распределение больных по локализации ложного сустава
Table. Distribution of patients by localization of the false joint

Локализация	Лучевая кость	Локтевая кость	Плечевая кость	БК	Ключица	Пястная кость	Всего
Число пациентов	8	6	5	1	1	3	24
Средний возраст, годы	45	35,3	41,4	29	42	28	36,8
Средняя длительность заболевания, мес	40,1	33,6	41	35	18	11,6	29,9
Число предшествующих операций (среднее значение)	2,75	2,1	2	2	3	2,3	2,3
Средняя продолжительность операции, мин	249,4	249,1	295	270	240	223,3	254,5
Средняя длина сосудистой ножки, см	4,75	6	8	8	6	6,3	6,5
Средний объем трансплантата, см ³	10,2	17,45	5,5	7	5,6	9,5	9,2
Донорская зона	Медиальный мышелок БК	Медиальный мышелок БК	Медиальный мышелок БК	Медиальный мышелок БК	Медиальный мышелок БК	Медиальный мышелок БК, латеральный мышелок БК	

Примечание. БК — бедренная кость.

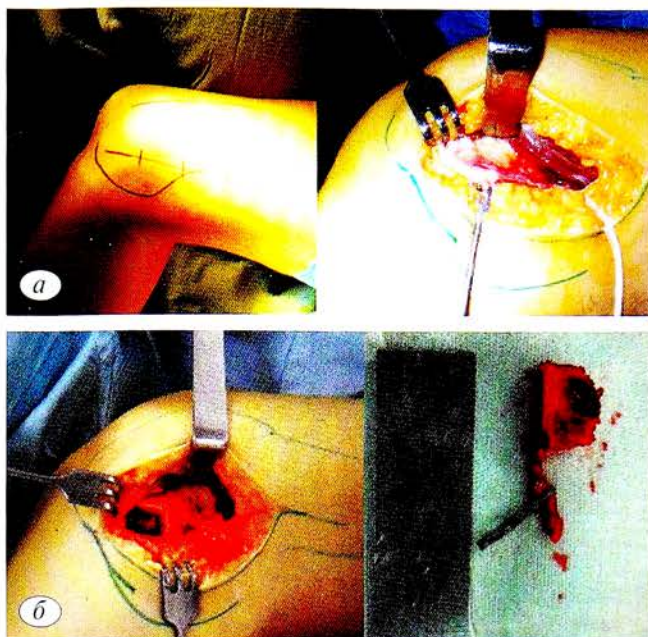


Рис. 1. Этапы забора трансплантата из медиального мышелка БК (а–б).
БК — бедренная кость.

Fig. 1. Stages of graft collection from the medial condyle of BC (a–b).
BC — femur



Рис. 2. Данные КТ предплечья через 14 мес после пластики внутренним мышелком БК.
КТ — компьютерная томография; БК — бедренная кость.

Fig. 2. Fig. 2. CT data of the forearm 14 months after plastic surgery by the inner condyle of BC.
CT — computed tomography; BC — femur.

технику, описанную ранее [11, 12] и модифицированную авторами данной статьи.

Отличие от классической техники заключается в том, что для доступа к медиальному мышелку частичное отсечение *m. vastus medialis* не производится, а выполняется ее бережная ретракция. В остальном (визуализация питающего сосуда, выбор ветви подходящего диаметра, разметка и забор трансплантата необходимой формы и объема, заполнение дефекта воском) техника не отличалась от описанной авторами методики. Среднее время операции составило 249 мин (минимум — 105 мин, максимум — 325 мин).

Техника поднятия костного трансплантата из латерального мышелка БК не отличалась от описанной ранее в литературе [11, 13]. Продолжительность операции составила 340 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Аутоотрансплантат из медиального мышелка БК использовали при ложных суставах следующих областей.

1. Ложный сустав лучевой кости. В данной группе наблюдались 8 пациентов в возрасте от 25 до 60 лет. Для данной группы характерной особенностью было большое (до 6) число предшествующих операций (в среднем 2,75): остеосинтез пластиной, спицами, стержнем, аппаратами внешней фиксации и аппаратом Илизарова, свободная костная аутопластика из большеберцовой кости, подвздошной кости, локтевой кости, корригирующие остеотомии. Средняя продолжительность лечения пациентов в данной группе составила 40,1 мес.

Клинический пример 1. Пациент Г. в результате огнестрельного ранения дробью получил открытый огнестрельный перелом нижней трети правой лучевой кости. В день травмы прооперирован: выполнены остеосинтез аппаратом наружной фиксации и первичная хирургическая обработка ран. В ходе наблюдения в течение 9 мес выявлены признаки формирования ложного сустава лучевой кости. С учетом малого размера дефекта и нарушенного кровообращения в данной области было принято решение резекции зоны ложного сустава с замещением дефекта васкуляризованным трансплантатом из медиального мышелка бедренной кости. Результат, полученный через 14 мес, представлен на рис. 2.

Клинический пример 2. Пациент А. в результате высокоэнергетической травмы получил открытый перелом правой лучевой кости со смещением отломков. Прооперирован в день получения травмы: выполнены остеосинтез лучевой кости аппаратом Илизарова и первичная хирургическая обработка раны. На контрольных рентгенограммах выявлены отсутствие признаков консолидации, формирование дефекта лучевой кости в связи с чем в октябре того же года прооперирован повторно: выполнены остеосинтез лучевой кости спице-стержневым аппаратом, костная аутопластика из гребня подвздошной кости. При последующем наблюдении пациента в течение 2 лет обнаружены признаки формирования ложного сустава лучевой кости. Пациенту выполнена васкуляризованная костная аутопластика свободным трансплантатом из медиального мышелка БК (рис. 3, а, б). Результат, полученный через 3 мес после операции, представлен на рис. 3, в, г.

2. Ложный сустав плечевой кости. В данной группе наблюдались 5 пациентов, средний возраст 41 год. Средняя продолжительность заболевания от момента травмы до последней операции у пациентов в данной группе составила 41 мес от момента травмы.

3. Ложный сустав локтевой кости. В этой группе наблюдались 6 человек. Средняя продолжительность заболевания от момента травмы до последней операции у пациентов в данной группе составила 33,6 мес от момента травмы. Среднее число предшествующих операций 2,1.

4. Ложный сустав ключицы. С данной патологией наблюдался один пациент, у которого общая длительность заболевания составила 18 мес. В течение этого периода он перенес 3 операции, в том числе костную аутопластику из гребня подвздошной кости.

5. Ложный сустав БК. Всего одно наблюдение. За 35 мес от момента травмы пациент перенес 2 опе-

рации, одна из которых с костной аутопластикой некроваоснабжаемым трансплантатом.

6. Ложный сустав пястных костей. В данной группе было 2 пациента с длительностью заболевания 6 и 27 мес соответственно. Они перенесли 1 и 3 предыдущие операции соответственно.

Аутоотрансплантат из латерального мыщелка БК использовали при ложном суставе с объемным дефектом 3–5 пястных костей кисти после огнестрельного перелома.

Выбор тактики лечения кровоснабжаемым трансплантатом из мыщелков БК был основан на малом размере дефекта, в случае которого выбор малоберцового трансплантата был необоснованным, сложной форме дефекта (как в случае замещения дефекта 3 пястных костей), а также на основании отсутствия эффекта от неоднократных неудачных попыток остеосинтеза и лечения некроваоснабжаемыми трансплантатами (в соответствии с тактикой последовательного перехода к свободным лоскутам, применяемой в реконструктивной хирургии).

Различия анатомического строения медиального мыщелка БК и латерального мыщелка БК в соответствии с особенностями реципиентной зоны в каждом конкретном случае служили критерием выбора донорской зоны и питающего ее сосуда.

Сосудистой ножкой в случае забора трансплантата из медиального мыщелка БК служила нисходящая коленная артерия, а также ее верхняя поперечная и продольная ветвь. Средняя длина сосудистой ножки для медиального мыщелка БК составила 5,7 см (от 1,5 до 8 см). Трансплантат из латерального мыщелка БК забирали на верхней латеральной коленной артерии (длина 3 см).

Объем трансплантата в среднем составил 9,2 см³ (от 1,6 до 28,1 см³). В одном случае был взят трансплантат с мониторным лоскутом.

В ходе наблюдения за пациентами в послеоперационном периоде выполняли контрольные рентгенограммы, КТ, фиксировали объем движений в кистевом суставе, силу кистевого и шипкового схвата.

За время исследования авторами отмечены единичные осложнения в донорской зоне в виде дискомфорта.

ОБСУЖДЕНИЕ

Кровоснабжаемые трансплантаты из мыщелков бедренной кости используются в лечении небольших дефектов, дефектов средних размеров, а также при замещении суставных поверхностей небольших размеров [17]. Соответственно выделяют надкостно-кортикальный, губчато-кортикальный и костно-хрящевой лоскуты.

Надкостно-кортикальный лоскут впервые описан в 1991 г. К. Sakai и соавт. [10] как источник камбиальных клеток в лечении ложных суставов конечностей. Практическое значение использования лоскута данного типа в лечении длительно не срастающихся переломов, дефектов мелких костей, а также ложных суставов признается специалистами по всему миру [10].

В исследованиях по оценке нагрузки суставных поверхностей коленного сустава [18, 19] были выделены так называемые ненагружаемые области хрящевой поверхности. Проксимально-медиальная часть пателло-

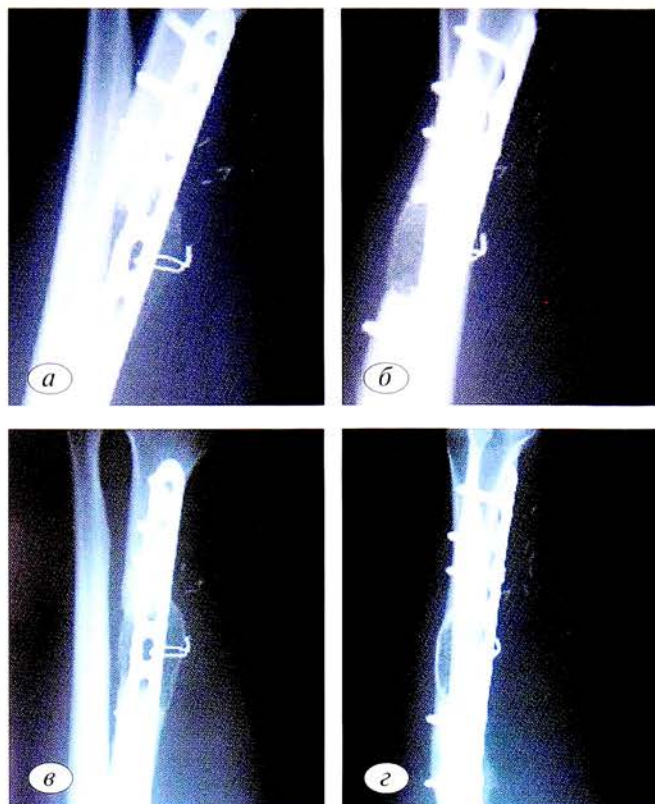


Рис. 3. Рентгенограммы предплечья на следующий день после операции (а, б) и через 3 мес после операции (в, г).

Fig. 3. X-rays of the forearm the day after surgery (a, b) and 3 months after surgery (c, d).

феморального сустава была отмечена в данных опытах как практически свободная от нагрузки и рекомендована в качестве донорской для мозаичной пластики. Позднее выявлено участие ветви нисходящей коленной артерии в питании хрящевой поверхности [20, 21]. Впоследствии был выполнен ряд работ, исследовавших сопоставимость архитектуры костно-хрящевого трансплантата медиального мыщелка БК с суставными поверхностями костей верхней конечности по радиусу и кривизне. Все это дало возможность использования костно-хрящевого трансплантата в реконструкции хрящевых дефектов мелких костей запястья [11, 21].

В мировой литературе описано небольшое число осложнений, связанных с донорским дефектом, самым грозным из которых является перелом БК [22]. Наиболее часто описывают дискомфорт в донорской зоне [17]. Избежать подобных осложнений, по мнению J. Son и соавт. [22], поможет учет факторов риска развития осложнений, к которым относят сахарный диабет, курение и большой размер донорского дефекта. Кроме того, очевидна необходимость дополнительного исследования изменений костных напряжений в донорской зоне в послеоперационном периоде.

Постоянство сосудистой анатомии мыщелков БК и относительно простая техника забора, возможность использовать трансплантат небольших размеров и необходимой формы в совокупности с небольшим числом осложнений наделяют данный тип трансплантата неоспоримыми преимуществами по сравнению с более распространенным малоберцовым трансплантатом.

ВЫВОДЫ

1. Показаниями к использованию васкуляризованного костного трансплантата из мышечков бедренной кости в лечении ложных суставов длинных трубчатых костей служат дефекты небольших размеров, неправильной формы, а также безуспешные неоднократные попытки остеосинтеза и лечения некроважными трансплантатами.

2. Разница в размерах латерального и медиального мышечков бедренной кости, а также диаметров сосудов, питающих их, дают широкие возможности в выборе оптимального трансплантата.

3. Минимальное число осложнений в донорской зоне свидетельствует о низкой травматичности техники забора данного типа лоскута.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. *Einhorn TA*. The cell and molecular biology of fracture healing. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;355(Suppl.):S7-S21.
2. *Von Rüden C, Morgenstern M, Hierholzer C, Hackl S, Grading-er FL, Woltmann A, Bühren V, Friederichs J*. The missing effect of human recombinant bone morphogenetic proteins BMP-2 and BMP-7 in surgical treatment of aseptic forearm nonunion. *Injury*. 2016;47(4):919-124. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.11.038>.
3. *Pihlajamäki HK, Salminen ST, Böstman OM*. The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2002;16(6):394-402.
4. *Schmidmaier G, Moghaddam A*. Long bone nonunion. *Z Orthop Unfall*. 2015;153:659-676.
5. *Hackl S, Hierholzer C, Friederichs J*. Long-term outcome following additional rhBMP-7 application in revision surgery of aseptic humeral, femoral, and tibial shaft nonunion. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):342. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1704-0>.
6. *Bishop AT, Shin AY*. *Green's Operative Hand Surgery*. 7th Ed. 2015.
7. *Morsy M, Sur YJ, Akdag O, Eisa A, El-Gammal TA, Lachman N, Moran SL*. Anatomic and high-resolution computed tomographic angiography study of the lateral femoral condyle flap: Implications for surgical dissection. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2018 71(1):33-43. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2017.08.012>.
8. *Yamamoto H, Jones DB Jr, Moran SL, Bishop AT, Shin AY*. The arterial anatomy of the medial femoral condyle and its clinical implications. *J Hand Surg Eur Vol*. 2010;35(7):569-574. <https://doi.org/10.1177/1753193410364484>.
9. *Hertel R, Masquelet AC*. The reverse flow medial knee osteoperiosteal flap for skeletal reconstruction of the leg. Description and anatomical basis. *Surg Radiol Anat*. 1989;11(4):257-262.

10. *Sakai K, Doi K, Kawai S*. Free vascularized thin corticoperiosteal graft. *Plastic Reconstr Surg*. 1991;87:290-298.
11. *Higgins JP, Bürger HK*. Osteochondral flaps from the distal femur: expanding applications, harvest sites, and indications. *J Reconstr Microsurg*. 2014;30(7):483-490. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1372484>.
12. *Iorio ML, Masden DL, Higgins JP*. Cutaneous angiosome territory of the medial femoral condyle osteocutaneous flap. *J Hand Surg Am*. 2012;37(5):1033-1041. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.02.033>.
13. *Wong VW, Bürger HK, Iorio ML, Higgins JP*. Lateral femoral condyle flap: an alternative source of vascularized bone from the distal femur. *J Hand Surg Am*. 2015;40(10):1972-1980. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.06.106>.
14. *Hamada Y, Hibino N, Kobayashi A*. Expanding the utility of modified vascularized femoral periosteal bone-flaps: An analysis of its form and a comparison with a conventional bone-graft. *J Clin Orthop Trauma*. 2014;5(1):6-17. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2014.01.002>.
15. *Deng AD, Innocenti M, Arora R, Gabl M, Tang JB*. Vascularized small-bone transfers for fracture nonunion and bony defects. *Clin Plast Surg*. 2017;44(2):267-285. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2016.11.005>.
16. *Fei W, Danmou X, Dong R, Wei F, Eberlin KR, Yan C, Wusheng K*. Free vascularized medial femoral condyle corticocancellous flap for treatment of challenging upper extremity nonunions. *J Reconstr Microsurg*. 2015;31(2):124-131. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1390045>.
17. *Mehio G, Morsy M, Cayci C, Sabbagh MD, Shin AY, Bishop AT, Moran SL, Carlsen BT*. Donor-Site Morbidity and Functional Status following Medial Femoral Condyle Flap Harvest. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(5):734e-741e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000004886>.
18. *Garretson RB, Katolik LI, Verma N, Beck PR, Bach BR, Cole BJ*. Contact pressure at osteochondral donor sites in the patellofemoral joint. *Am J Sports Med*. 2004;32(4):967-974. <https://doi.org/10.1177/0363546503261706>.
19. *Hugon S, Koninckx A, Barbier O*. Vascularized osteochondral graft from the medial femoral trochlea: anatomical study and clinical perspectives. *Surg Radiol Anat*. 2010;32:817-825. <https://doi.org/10.1007/s00276-010-0629-1>.
20. *Iorio ML, Masden DL, Higgins JP*. The limits of medial femoral condyle corticoperiosteal flaps. *J Hand Surg Am*. 2011;36(10):1592-1596. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.07.015>.
21. *Hugon S, Koninckx A, Barbier O*. Vascularized osteochondral graft from the medial femoral trochlea: anatomical study and clinical perspectives. *Surg Radiol Anat*. 2010;32:817-825. <https://doi.org/10.1007/s00276-010-0629-1>.
22. *Son JH, Giladi AM, Higgins JP*. Iatrogenic femur fracture following medial femoral condyle flap harvest eventually requiring total knee arthroplasty in one patient. *J Hand Surg Eur Vol*. 2018;1753193418813687. <https://doi.org/10.1177/1753193418813687>.

Сведения об авторах: Голубев И.О. — д.м.н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия, e-mail: iog305@mail.ru; Кукин И.А. — врач, ГБУЗ ГКБ № 13 Росздрава, Москва, Россия, e-mail: Doctor.kukin@gmail.com; Меркулов М.М. — д.м.н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, e-mail: mer-vika@mail.ru; Бушнев О.М. — к.м.н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, e-mail: bushuev_oleg@mail.ru; Ширяева Г.Н. — к.м.н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, e-mail: hand-clinic@mail.ru; Кутепов И.А. — к.м.н., ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, e-mail: kutevov_cito@mail.ru; Балюра Г.Г. — врач, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия, e-mail: mailto:baliura.doctor@gmail.com; Саруханян А.Р. — аспирант, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия, e-mail: annesr@mail.ru; Саутин М.Е. — к.м.н., Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), e-mail: msautin@gmail.com

Для контактов: Кутепов И.А. — e-mail: kutevov_cito@mail.ru

Information about the authors: Golubev I.O. — MD., PH. D. «NMITS TO them. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia «Peoples' Friendship University of Russia», Moscow, Russia, e-mail: iog305@mail.ru; Kukin I.A. — MD, SBHC CCH № 13 of Roszdrav, Moscow, Russia, e-mail: Doctor.kukin@gmail.com; Merkulov M.M. — MD, «NMITS TO them. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia, e-mail: mer-vika@mail.ru; Bushuev O.M. — MD., PH. D. «NMITS TO them. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia. Email: bushuev_oleg@mail.ru; Shiryayeva G.N. — MD., PH. D. «NMITS TO them. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia, e-mail: hand-clinic@mail.ru; Kutevov I.A. — MD., PH. D. «NMITS TO them. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia, e-mail: kutevov_cito@mail.ru; Balur G.G. — MD. «NMITS TO them. N. N. Priorova» Ministry of health of Russia, Moscow, Russia, e-mail: mailto:baliura.doctor@gmail.com; Sarukhanyan A.R. — postgraduate student PEOPLES «Friendship University of Russia», Moscow, Russia, e-mail: annesr@mail.ru; Sautin M.E. — MD., PH. D European clinic of sports traumatology and orthopedics (ESSTO), e-mail: msautin@gmail.com

Contact: Kutevov I.A. — e-mail: kutevov_cito@mail.ru

КЛИНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ЗАМЕЩЕНИЯ ОСТЕОХОНДРАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Н.В. Загородний¹, А.А. Воротников², Г.А. Айрапетов², Г.А. Санеева²

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; ²ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь, Россия

В списке актуальных проблем ортопедии травмы и заболевания крупных суставов занимают лидирующее место. Предлагаются различные методы лечения этой патологии, однако большинство из них не позволяет восстановить полноценный гиалиновый хрящ.

Цель исследования. Оптимизация органосохраняющего лечения остеохондральных дефектов коленного сустава.

Материал и методы. Экспериментальное исследование проведено на 30 баранах (60 коленных суставов) в возрасте от 1,5 до 3 лет. Животные разделены на 3 группы по 10 особей (20 суставов) в каждой, исходя из способа замещения остеохондрального дефекта. Во всех наблюдениях был сформирован полнослойный дефект гиалинового хряща фрезой диаметром 4,5 мм, глубиной 7 мм с захватом субхондральной кости в области медиального мыщелка правой бедренной кости. Искусственные дефекты восстанавливали. Левый сустав считали контрольным (контроль), и сформированный по той же методике дефект не восполняли.

Результаты. Оценивали результат через 1, 3 и 6 мес. Изучены характер, степень и качество заполнения дефекта. Удельные объемы хондроцитов, хрящевого матрикса, соединительной ткани, а также количественное восстановление дефекта по сравнению с нативным хрящом в 3-й группе оказались максимально приближенными к нормальным показателям.

Заключение. В контроле без замещения дефекта полученные данные сопоставимы с результатами других авторов, согласно которым, костно-хрящевые дефекты практически не регенерируют самостоятельно. Предложенная нами методика с применением коллагенового матрикса, аутохряща и плазмы, обогащенной тромбоцитами, показала высокую эффективность. Она является менее агрессивной по сравнению с аутохондропластикой, а полученный регенерат более стабилен, чем микрофрактурирование или туннелизация.

Ключевые слова: костно-хрящевой дефект, гиалиновый хрящ, регенерация, внеклеточный коллагеновый матрикс

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Загородний Н.В., Воротников А.А., Айрапетов Г.А., Санеева Г.А. Клинические и экспериментальные аспекты комбинированного метода замещения остеохондральных дефектов коленного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:24-31. <https://doi.org/10.17116/vto201902124>

EXPERIMENTAL AND CLINICAL ASPECTS OF COMBINED METHOD OF REPLACEMENT OSTEOCHONDRAL DEFECTS OF THE KNEE

N.V. Zagorodniy¹, A.A. Vorotnikov², G.A. Airapetov², G.A. Saneeva²

¹N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia; ²Stavropol State Medical University, Stavropol', Russia

Injuries and diseases of large joints occupy a leading place in the list of urgent problems of orthopedics. Various methods of treatment of this pathology are regularly offered in the literature, but most of them do not allow restoring a full-fledged hyaline cartilage.

Background. To improve the results of organ-preserving treatment of patients with osteo-chondral defects of large joints.

Methods. A prospective study was conducted on 30 large animals (60 knee joints) aged 1.5 to 3 years. We divided the animals into 3 groups of 10 individuals (20 joints) in each, based on the method of replacement of the osteo-chondral defect. In all cases, a full-layer defect formed from the hyaline cartilage by a mill with a diameter of 4.5 mm, depth of 7 mm with the capture of the subchondral bone in the medial condyle of the right thigh. Artificial defects restored by one of the following methods. The left joint considered a control joint and the defect formed by the same technique was not filled.

Results. The result was evaluated in 1 month, 3 months and 6 months viewing the nature and degree of defect fill. Specific volumes of such tissues as chondrocytes, cartilage matrix and the average depth of the defect from the thickness of the native cartilage are better in group 3, and connective tissue is less in group 3.

Conclusion. In the group without defect replacement, the obtained data are comparable with the studies of other authors, according to which bone and cartilaginous defects practically do not regenerate on their own. Our proposed method with the use of extracellular collagen matrix, autochondral and plate rich plasma is less aggressive in comparison with autochondroplasty and the result can be more stable compared to microfracturing or tunnelization.

Key words: osteo-chondral defect, hyaline cartilage, regeneration, extracellular collagen matrix

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: without sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Zagorodniy NV, Vorotnikov AA, Airapetov GA, Saneeva GA. Experimental and clinical aspects of combined method of replacement osteochondral defects of the knee. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:24–31. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902124>

Максимально полноценное морфологическое, физиологическое и при этом минимально травматичное восстановление гиалинового хряща при повреждениях крупных суставов — одна из актуальных проблем ортопедии. По данным литературы, более 50% обращений к ортопеду, ревматологу, спортивному врачу и другим специалистам амбулаторного звена связаны с патологией суставов дегенеративно-дистрофического характера [1, 2]. У 60% этих пациентов на разных этапах лечебно-диагностического процесса выявляют хондромалицию различной степени глубины и протяженности [3].

Известен широкий спектр методов диагностики и лечения указанной патологии. Основными задачами терапии являются купирование болевого синдрома, пролонгация сроков и снижение интенсивности прогрессирования заболевания, а также достижение полноценной медицинской, социальной и трудовой реабилитации [4–6]. В последние годы весьма активно совершенствуются известные и разрабатываются новые технологии хирургического лечения остеоартрита, не исключая базового консервативного лечения [7–10].

В 60-х годах прошлого столетия была предложена субхондральная или транскортикальная туннелизация — одна из первых малоинвазивных хирургических методик. Ее суть состоит в формировании каналов диаметром от 0,5 до 2 мм в эпиметафизарных зонах трубчатой кости с целью стимуляции репаративных процессов, снижения внутрикостного давления и уменьшения болевого синдрома. Некоторыми специалистами она успешно применяется и в настоящее время [11]. К недостаткам туннелизации можно отнести вероятность возникновения ожога прилегающих тканей при некорректном использовании техники, что нарушает микроциркуляцию в субхондральной кости, препятствуя таким образом формированию полноценной и стабильной хрящеподобной фиброзной ткани [12].

Аналогичным по сути и достаточно распространенным методом лечения остеохондральных дефектов является микрофрактурирование склерозированной субхондральной кости, предложенное J. Steadman в 1997 г. [по 13]. Несмотря на преимущества, в частности исключение термического ожога, ряд авторов отрицательно оценивают необходимость выполнения микропереломов. Они считают, что образующаяся в результате трансформации гематомы хрящеподобная фиброзная ткань тонкая, неустойчива к физическим нагрузкам, довольно быстро лизируется и не соответствует ожиданиям функционального восстановления [13].

Другие малоинвазивные методики оперативно-го лечения напоминают указанные и сопоставимы по эффективности [13, 14].

Цель исследования — оптимизация органосохраняющего лечения остеохондральных дефектов коленного сустава.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование проведено на 60 коленных суставах 30 баранов в возрасте от 1,5 до 3 лет. В качестве экспериментальных были выбраны крупные животные, которые схожи с человеком анатомическим строением и сопоставимы функциональными нагрузками коленного сустава. Кроме того, овцы хорошо переносят анестезию и разрешены к применению в качестве экспериментальных животных на территории Российской Федерации (Закон «О защите животных от жестокого обращения», от 01.12.99, ст. 9, пункт 4).

Животные разделены нами на 3 группы по 10 особей (20 суставов) в каждой, исходя из способа замещения остеохондрального дефекта.

Во всех наблюдениях формировали полнослойный дефект гиалинового хряща фрезой диаметром 4,5 мм, глубиной 7 мм с захватом субхондральной кости в области медиального мышелка правой бедренной кости (рис. 1). Восстанавливали искусственные дефекты по одному из указанных ниже методов. Левый сустав считали контрольным (контроль) и сформированный дефект не восполняли.

В 1-й группе непосредственно после формирования дефекта выполняли микрофрактурирование его дна.

Во 2-й группе поверхность микрофрактурированного дефекта полностью герметично закрывали внеклеточным коллагеновым матриксом (ВКМ). Последний по периферии подшивали рассасывающейся нитью 2/0.

В 3-й группе, после микрофрактурирования дна, подшивания матрикса дефект дополнительно заполняли аутоплазмой, обогащенной тромбоцитами со взвесью измельченного гиалинового аутохряща. Его отдельно получали путем забора скальпелем из ненагружаемой поверхности сустава. Фрагменты

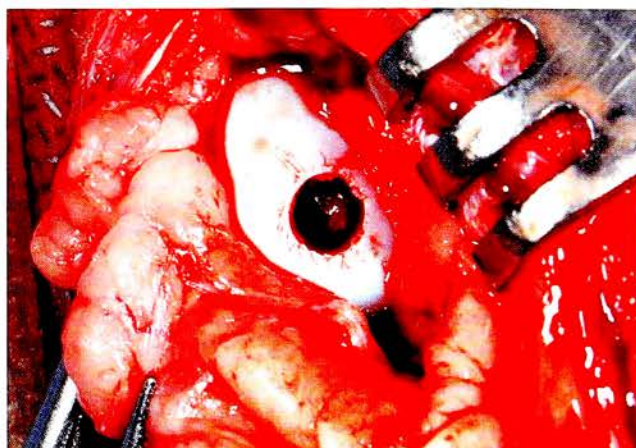


Рис. 1. Полнослойный дефект гиалинового хряща и субхондральной кости внутреннего мышелка бедренной кости.

Fig. 1. Full-layer defect of hyaline cartilage and subchondral bone of the inner condyle of the femur.

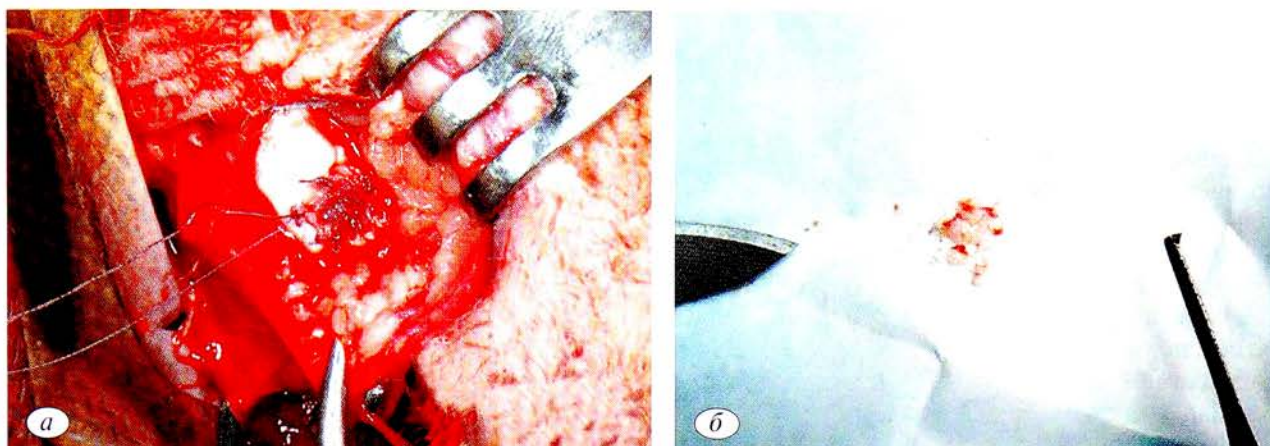


Рис. 2. Вид дефекта после фиксации внеклеточным коллагеновым матриксом (ВКМ).
а — ВКМ; б — измельченный аутохрящ.

Fig. 2. View of defect after fixation by extracellular collagen matrix (VCM).
a — VCM; b — crushed autochthonous.

хряща в количестве от 3 до 7 измельчали до размера $0,2 \times 0,2$ мм, перемешивали с аутоплазмой и вводили эту взвесь в образованный дефект. Для получения аутоплазмы использовали венозную кровь (3–5 мл) оперируемого животного до введения анестетика, ее центрифугировали в специальных пробирках с системой клеточной фильтрации в течение 5 мин при 2500 об/мин.

Ход операции. Под общей анестезией, после внутривенного введения 2% Sol. Rometari из расчета 0,3 мг на 1 кг веса овцы проводили хирургическое вмешательство.

Положение животного на боку. Задние конечности фиксировали в положении сгибания. Хирургический доступ 3–4 см проводили по передней поверхности коленного сустава кнутри от собственной связки надколенника. После рассечения капсулы сустава обеспечивался доступ к медиальному мышелку бедренной кости. Фрезой диаметром 4,5 мм формировали дефект глубиной до 7 мм с захватом субхондральной кости, оставляя его зияющим в левом — контрольном коленном суставе.

В зависимости от исследуемой группы дефект в правом коленном суставе замещали в строгом соответствии с указанными выше методиками (рис. 2). Операционную рану послойно ушивали без дренирования полости сустава.

Все животные в периоперационном периоде содержались в условиях, соответствующих требованию законодательства РФ. Полная нагрузка на конечность после операции искусственно не ограничивалась.

Мониторинг результатов эксперимента проводили в сроки 1, 3 и 6 мес после оперативного вмешательства.

Падежа животных от разных причин, как и от инфекционно-гнойных осложнений, мы не наблюдали в раннем и позднем послеоперационном периоде вплоть до выведения животных из эксперимента.

Макроскопическую оценку дефектов осуществляли при помощи шкалы Driscoll для оценки послеоперационного состояния крупных суставов в экспери-

менте на животных [14]. Микроморфометрию полученного регенерата осуществляли с оценкой удельного объема хондроцитов, хрящевого матрикса, соединительной ткани в регенерате и средней глубины дефекта.

Для гистологического исследования материал непосредственно после его забора фиксировали в 10% растворе нейтрального забуференного формалина. Затем костную ткань декальцинировали в растворе 12% азотной кислоты, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации с последующей заливкой в парафиновую среду Histomix в строгом соответствии с существующим протоколом. Полученные парафиновые блоки резали на ротационном микротоме (LEI R 2124 R) и для оценки изменений окрашивали срезы гематоксилином и эозином.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 1-й группе к 6 мес наблюдения макроскопически определяли динамику восполнения дефекта в рамках минус-ткань: дно костно-хрящевого дефекта эрозировано, практически не заполнено рубцовой или хрящеподобной тканью, граница между зоной дефекта и здоровым собственным гиалиновым хрящом прослеживается четко (рис. 3, а). Глубина дефекта итогового составляла в среднем 3–6 мм.

Последовательные изменения в микроскопической картине области костно-хрящевого дефекта в 1-й группе животных отражены на рис. 3, б. Аналогично макроскопической картине определяется эффект «минус-ткань», достигающий 50% исходной глубины фрезевого канала. Края дефекта ровные, гладкие; граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко, так как новообразованная ткань полнокровна.

Удельные объемы тканей в среднем составили: хондроциты — $4,18 \pm 0,2\%$, хрящевой матрикс — $33,73 \pm 1,3\%$, соединительная ткань — $62,09 \pm 1,3\%$; средняя глубина дефекта $56,1 \pm 2,1\%$ от толщины нативного хряща.

Во 2-й экспериментальной группе пошагово к 6 мес после операции визуально также определяли минус-ткань. Однако глубина остаточного дефекта была меньше и не превышала $\frac{2}{3}$ исходной толщины (рис. 4, а).

Микроскопически в группе с замещением дефекта ВКМ в динамике наблюдали формирование более стабильного, чем в 1-й группе и контроле, регенераторного слоя. К 6 мес эксперимента обнаруживали признаки очагового ремоделирования хрящевой ткани, выражающиеся в формировании хондроцитами колонок-столбиков, некоторое оживление поверхностного слоя (увеличение количества клеток), появление изогнутых групп хрящевых клеток в матриксе (рис. 4, б).

Удельный объем клеточных элементов во вновь образованной ткани в этой группе к 6 мес в среднем составил: хондроциты — $5,6 \pm 0,3\%$, хрящевой матрикса — $42 \pm 2,1\%$, соединительная ткань — $52,3 \pm 2,1\%$. Средняя глубина дефекта достигала $15,2 \pm 2\%$ от толщины нативного хряща.

Наиболее выраженную картину восстановления дефекта отметили к 6 мес после операции в 3-й экспериментальной группе. Дефект при макроскопическом исследовании практически полностью восстановлен с ровными гладкими краями и плавным переходом границы между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым суставным хрящом. Разделительная линия между ними прослеживается с трудом (рис. 5, а).

На гистологических срезах в этой группе отчетливо видно, что на месте бывшего повреждения образовался неоднородный слой гиалиноподобного хряща,

сопоставимый по морфологическим и качественным показателям с нативным.

Микроскопически область костно-хрящевого дефекта по краям выполнена гиалиновоподобной хрящевой тканью, которая местами разделялась на слои (поверхностный, промежуточный, глубокий). Субхондральная костная пластинка восстановлена на всем протяжении; волокна ее утолщены, оформлены. В большинстве своем элементы костной ткани ориентированы пространственно перпендикулярно кортикальной пластинке, основное вещество в умеренном количестве, гомогенное (рис. 5, б).

Удельный объем хондроцитов в среднем составил $8,8 \pm 0,3\%$, хрящевой матрикса $58,6 \pm 0,8\%$, объем соединительной ткани $32,7 \pm 1\%$ соответственно. Восстановление средней глубины дефекта достигло $1,9 \pm 1,3\%$ от нормальной толщины гиалинового хряща.

Полученные в ходе исследования данные о качественном клеточном составе регенерата статистически обработаны. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05. В таблице представлены средние значения изучаемых показателей клеточного состава в зоне дефекта и анатомо-функционального состояния оперированного сустава.

Для попарного множественного сравнения степени анатомо-функционального восстановления оперированного сустава по шкале Driscoll в разных группах использовали непараметрический критерий Ньюмена-Кейлса, а для сравнения с контролем — критерий Данна.

Оценки по шкале Driscoll во всех группах были статистически значимо выше показателей в контроле. Кроме того, оценки по шкале Driscoll в 3-й группе



Рис. 3. Динамика макроскопической картины дефекта в 1-й экспериментальной группе. а — через 1 мес; б — через 3 мес; в — через 6 мес.

Fig. 3. Dynamics of a macroscopic pattern defect in the 1st experimental group. а — after 1 month; б — after 3 months; в — after 6 months.

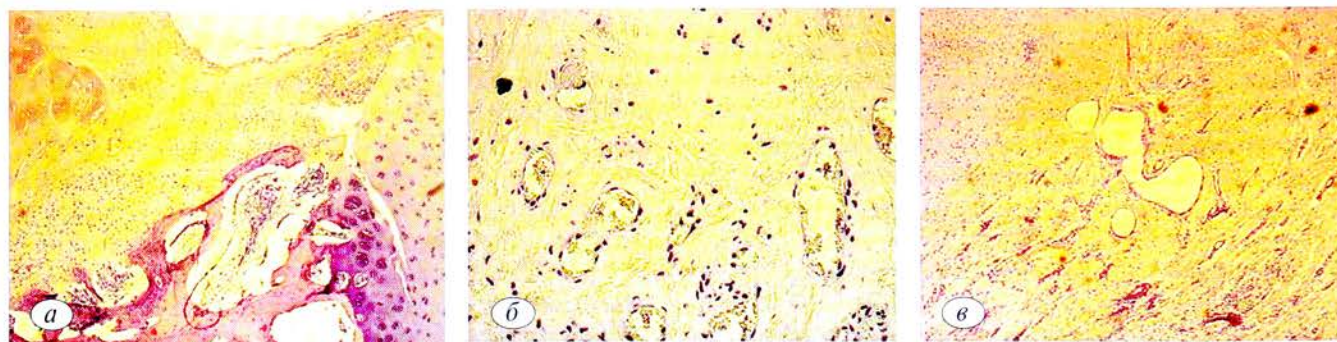


Рис. 4. Динамика микроскопической (после закрытия ВКМ; ув. 40) картины дефекта во 2-й экспериментальной группе. а — через 1 мес; б — через 3 мес; в — через 6 мес.

Fig. 4. Dynamics of microscopic (after the closure of the VCM; UV. 40) pattern defect patterns in the 2nd experimental group. а — after 1 month; б — after 3 months; в — after 6 months.



Рис. 5. Динамика макроскопической (а) и микроскопической (б; ув. 40) картины в 3-й экспериментальной группе. а — через 1 мес; б — через 3 мес; в — через 6 мес.

Fig. 5. Dynamics of macroscopic (a) and microscopic (b; magnification 40) pattern in the 3rd experimental group. a — after 1 month; b — after 3 months; c — after 6 months.

Таблица. Средние значения изучаемых показателей
Table. Average values of the studied indicators

Группа	Оценка по шкале Driscoll, баллы	Удельный объем, %			Средняя глубина дефекта, % от толщины здорового хряща
		хондроциты	хрящевой матрикс	соединительная ткань	
Контроль	3,9±0,548	3,52±0,089	25,89±2,755	70,59±2,732	65,1±2,295
1-я	5,9±0,568	4,18±0,215	33,73±1,288	62,09±1,314	56,1±2,132
2-я	7,4±0,516	5,63±0,32	42,08±2,143	52,29±2,124	15,2±1,989
3-я	8,9±0,738	8,83±0,302	58,6±0,75	32,72±1,053	1,9±1,287

статистически значимо выше, чем в 1-й и 2-й группах, а во 2-й группе — выше, чем в 1-й группе. Согласно результатам статистического анализа удельный объем хрящевого матрикса и хондроцитов во всех группах статистически значимо выше, чем в контроле. Объем хрящевого матрикса и хондроцитов в 3-й группе статистически значимо больше, чем в 1-й и 2-й группах.

Для попарного множественного сравнения удельного объема соединительной ткани в разных группах использовали параметрический критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони.

Удельный объем соединительной ткани во всех группах оказался статистически значимо ниже, чем в контроле. Аналогичный показатель в 3-й группе также существенно ниже, чем в 1-й и 2-й группах, а во 2-й группе — статистически значимо ниже, чем в 1-й группе.

Таким образом, статистически обработанные результаты исследования с критическим уровнем значимости 0,05 позволяют достоверно оценить клеточный состав регенерата, степень замещения дефекта и анатомо-функциональные результаты в оперированном суставе.

ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство специалистов считают, что остеохондральные дефекты обуславливают необходимость хирургического лечения [14]. Основным методом диагностики таких повреждений считается магнитно-резонансная томография, на основании результатов которой имеется возможность полноценно спланировать операцию. Одним из наиболее широко применяемых малоинва-

зивных способов лечения является микрофрактурирование. Это наиболее простая и доступная методика, которая может выполняться артроскопически. Микрофрактурирование позволяет получить хорошие результаты в большинстве клинических случаев [15, 16]. Однако полученный в результате регенерат не позволяет полноценно заместить зону дефекта и быстро лизируется [17, 18]. Это нашло подтверждение в проведенных нами исследованиях в 1-й экспериментальной группе. В доступной медицинской литературе описывается высокая результативность применения мозаичной аутохондропластики. Несмотря на положительные результаты ее применения, она отличается большей травматичностью, вероятностью развития болевого синдрома в донорской зоне сустава, как и прогрессированием дегенеративно-дистрофических процессов [19].

В настоящее время активно развиваются методики культивирования хондроцитов и имплантации их в зону дефекта на матрице либо под материал, ограничивающий зону дефекта от полости сустава. Один из таких методов — трансплантация аутологических хондроцитов (Autologous Chondrocyte Implantation — ACI) и индуцированный матрицей аутогенный хондрогенез (Autologous Matrix Induced Chondrogenesis — AMIC). Обе методики дают хорошие результаты. Однако применение ACI требует выполнения двух оперативных вмешательств, а AMIC отличается высокой стоимостью, что снижает их востребованность [19, 20].

Несомненно, актуально развитие направления, связанного с использованием мезенхимальных стволовых клеток. Однако специалисты отмечают наряду

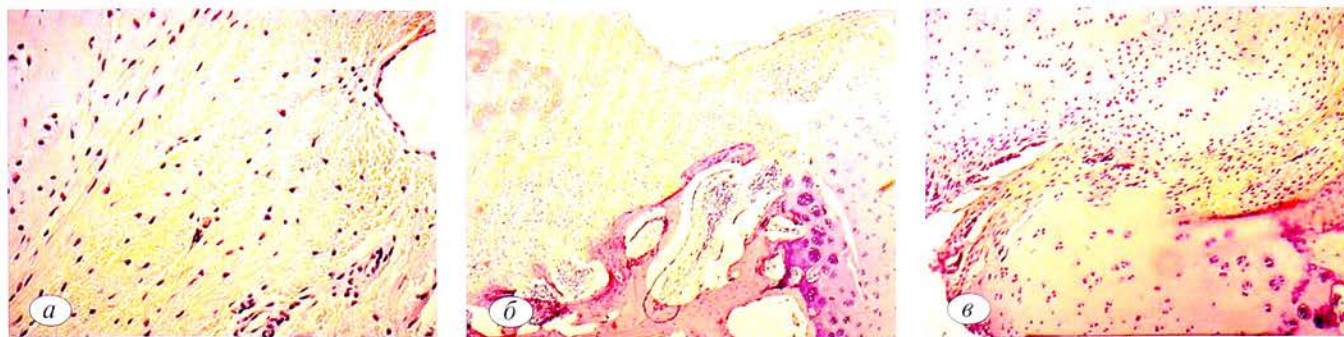


Рис. 6. Микроскопическая картина после закрытия дефекта ВКМ в динамике, где: а — 1 мес; б — 3 мес; в — 6 мес. Увеличение $\times 40$.

Fig. 6. The Microscopic picture after closure of the defect VCR in dynamics, where: a — 1 month; b — 3 months; c — in 6 months. Magnification $\times 40$.



Рис. 7. Динамика макроскопической картины в третьей экспериментальной группе. Внешний вид дефекта: а — через 1 мес; б — через 3 мес; в — через 6 мес.

Fig. 7. Dynamics of the macroscopic picture in the third experimental group. Appearance of the defect: a — after 1 month; b — after 3 months; c — in after 6 months.

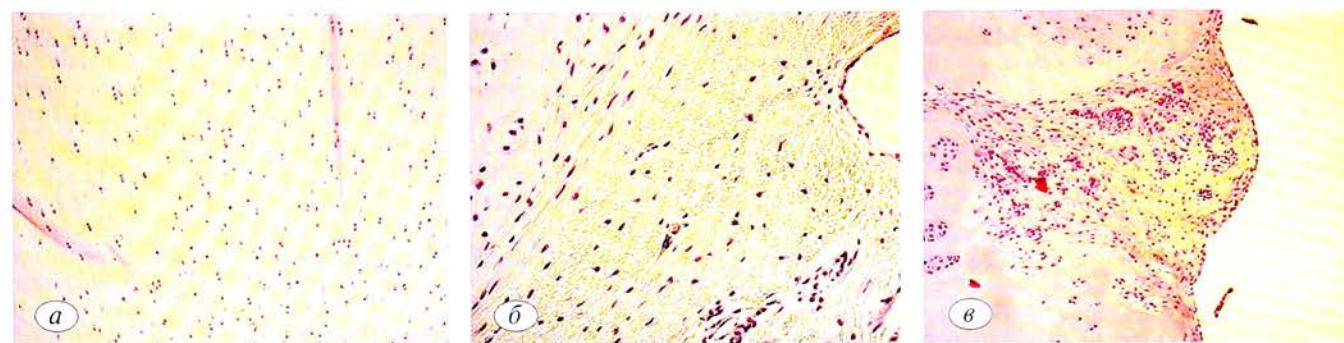


Рис. 8. Микроскопическая картина дефекта в динамике, где: а — 1 мес; б — 3 мес; в — 6 мес. Увеличение $\times 40$.

Fig. 8. Microscopic picture of the defect in dynamics, where: a — 1 month; b — 3 months; c — in 6 months. Magnification $\times 40$.

с очевидными преимуществами ряд серьезных недостатков [21, 22].

В предлагаемом решении проблемы восполнения остеохондральных дефектов мы попытались объединить преимущества таких монотерапевтических средств, как ВКМ, плазма, обогащенная тромбоцитами, и аутопластики хрящевой ткани, минимизировав их негативные свойства. Предложенный метод выполняется в один этап в отличие от методики ACI, а сама техника является менее агрессивной, чем мозаичная аутохондропластика, и не оставляет больших дефектов в донорской зоне (рис. 6).

Результаты, полученные в 1-й группе, отражают неполноценность сформированного сустава и его

ранний лизис после микрофрактурирования. Во 2-й группе эксперимента показатели регенерации имели положительные отличия от таковых в 1-й группе, что связано с применением ВКМ. Наиболее оптимальные результаты наблюдали в 3-й группе, в которой остеохондральный дефект максимально заполнен регенератом гиалиновоподобной хрящевой ткани с морфологически прослеженной архитектоникой (рис. 7, 8). По мнению нашей исследовательской группы, это может свидетельствовать о хороших результатах сочетания микрофрактурирования и коллагенового матрикса со взвесью аутохондроцитов в плазме, обогащенной тромбоцитами, что позволяет рекомендовать методику к клиническому применению.

Заключение. Комбинированное сочетание малоинвазивных, доступных и простых в исполнении, недорогостоящих методик в отдаленные сроки экспериментального наблюдения показали высокую эффективность. Данная методика в условиях неограниченной нагрузки на оперированную конечность животного позволила добиться практически полного замещения дефекта и воссоздания локального регенерата с архитектоникой, свойственной нормальному гиалиновому хрящу. Экспериментальное обоснование оригинальной методики оперативного лечения не исключает его применения в клинической практике ортопедических отделений лечебно-профилактических учреждений.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. *Божжолкин М.С., Божжолкова С.А., Нетьлюк Г.И.* Возможности современных клеточных технологий для восстановления поврежденного суставного хряща (аналитический обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2016;3:122-134. [*Bozhokin MS, Bozhkova SA, Netyl'ko GI*. The possibilities of modern cellular technologies for the restoration of damaged articular cartilage (analytical review of the literature). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2016;3:122-134. (In Russ.)].
2. *Белюсова Т.Е., Карпова Ж.Ю., Ковалева М.В.* Влияние низкочастотной магнитосветотерапии на динамику электромиографических показателей в процессе медицинской реабилитации пациентов с сочетанной патологией позвоночника и крупных суставов. Современные технологии в медицине. 2011;2:77-80. [*Belousova TE, Karpova ZhYu, Kovaleva MV*. Sovremennye tekhnologii v meditsine. 2011;2:77-80. (In Russ.)].
3. *Ежов М.Ю., Ежов И.Ю., Кашко А.К., Каюмов А.Ю.* Нерешенные вопросы регенерации хрящевой и костной ткани (обзорно-аналитическая статья). Успехи современного естествознания. 2015;5:126-131. [*Ejov MYu, Ejov IYu, Kashko AK, Kaumov AYu*. Unresolved issues of regeneration of cartilage and bone tissue (review and analytical article). *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2015;5:126-131. (In Russ.)].
4. *Чичасова Н.В.* Клиническое обоснование применения различных форм препарата терафлекс при остеоартрозе. Современная ревматология. 2010;4:59-64. [*Chichasova NV*. Clinical rationale for the use of various forms of teraflex in osteoarthritis. *Sovremennaya revmatologiya*. 2010;4:59-64. (In Russ.)].
5. *Andia I, Abate M.* Knee osteoarthritis: hyaluronic acid, platelet-rich plasma or both in association? *Expert Opin Biol Ther*. 2014;14(5):635-649. <https://doi.org/10.5312/wjo.v5.i3.351>.
6. *Chang KV, Hung CY, Aliwarga F, Wang TG, Han DS, Chen WS.* Comparative effectiveness of platelet-rich plasma injections for treating knee joint cartilage degenerative pathology: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(3):562-575. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.006>.
7. *Aad Dholl Ander, Kris Moen S, Jaap Van der Maas, Peter Verdon K, Karl Fredrik Almqvist, Jan Victor.* Treatment of Patellofemoral Cartilage Defects in the Knee by Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC). *Acta Orthop Belg*. 2014;80:251-259.
8. *Тепляшин А.С., Шарифуллина С.З., Чушикова Н.И., Сениашвили Р.И.* Перспективы использования мультипотентных мезенхимных стромальных клеток костного мозга и жировой ткани в регуляции регенерации опорных тканей. Аллергология и иммунология. 2015;16(1):138-148. [*Teplashin AS, Sharifullina SZ, Chupikova NI, Sepiashvili RI*. Prospects for the use of multipotent mesenchymal stromal cells of bone marrow and adipose tissue in the regulation of regeneration of supporting tissues. *Allergologiya i immunologiya*. 2015;16(1):138-148. (In Russ.)].
9. *Козадаев М.Н.* Применение матриц на основе поликапролактона для стимуляции регенерации суставного хряща в условиях эксперимента. Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014;3-2:128-130. [*Kozadaev MN*. The use of polycaprolactone-based matrices to stimulate the regeneration of articular cartilage under experimental conditions. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoi nauki*. 2014;3(2):128-130. (In Russ.)].
10. *Svend Ulstein, Ashbjørn Årøen, Jan Harald Rotterud.* Microfracture technique versus osteochondral autologous transplantation mosaicplasty in patients with articular chondral lesions of the knee: a prospective randomized trial with long-term follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(6):1207-1215. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-2843-6>.
11. *Pridie K.* A method of resurfacing osteoarthritic knee joints. *J Bone Joint Surg Am*. 1959;41:618-619.
12. *Ewers BJ, Dvoracek-Driksna D, Orth MW, Haut RC.* The extent of matrix damage and chondrocyte death in mechanically traumatized articular cartilage explants depends on rate of loading. *J Orthop Res*. 2001;19:779-784. [https://doi.org/10.1016/s0736-0266\(01\)00006-7](https://doi.org/10.1016/s0736-0266(01)00006-7).
13. *Шевцов В.И., Макушин В.Д., Ступина Т.А., Степанов М.А.* Экспериментальные аспекты изучения репаративной регенерации суставного хряща в условиях туннелирования субхондральной зоны с введением аутологичного костного мозга. Гений ортопедии. 2010;2:5-10. [*Shevcov VI, Makushin VD, Stupina TA, Stepanov MA*. Experimental aspects of the study of reparative regeneration of articular cartilage in tunneling of the subchondral zone with the introduction of autologous bone marrow. *Genii ortopedii*. 2010;2:5-10. (In Russ.)].
14. *Советников Н.Н., Кальсин В.А., Конопляников М.А., Муханов В.В.* Клеточные технологии и тканевая инженерия в лечении дефектов суставной поверхности. Клиническая практика. 2013;1:52-66. [*Sovetnikov NN, Kalsin VA, Konopliannikov MA, Muhanov VV*. Cellular technologies and tissue engineering in the treatment of joint surface defects. *Klinicheskaya praktika*. 2013;1:52-66. (In Russ.)].
15. *Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, Kocher MS, Gill TJ, Rodkey WG.* Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: average 11-year follow-up. *Arthroscopy*. 2003;19:477-484. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50112>.
16. *Kreuz PC, Ergelet C, Steinwachs MR, Krause SJ, Lahm A, Niemeyer P, Ghanem N, Uhl M, Su dkamp N.* Is microfracture of chondral defects in the knee associated with different results in patients aged 40 years or younger? *Arthroscopy*. 2006;22:1180-1186. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2006.06.020>.
17. *Jan Harald Rotterud, Einar Sivertsen, Magnus L.* Effect on Patient-Reported Outcome of Debridement or Microfracture of Concomitant Full Thickness Cartilage Lesions in Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Knees: A Nationwide Cohort Study from Norway and Sweden of 357 Patients with 2-Year Follow-up. *Orthopaed J Sports Med*. 2015;3(7):38-42. <https://doi.org/10.1177/2325967115s00094>.
18. *Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, Drogset JO, Grøntvedt T, Solheim E, Strand T, Roberts S, Isaksen V, Johansen O.* Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee: a randomized trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86:455-464. <https://doi.org/10.2106/00004623-200403000-00001>.
19. *Jacobi M, Villa V, Magnussen RA, Neyret P.* MACI — a new era? *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2011;3(1):10. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-3-10>.
20. *Khan WS, Johnson DS, Hardingham DS.* The Potential Use of Stem Cells for Knee Articular Cartilage Repair. *Knee*. 2010;17(6):369-374.
21. *Mafi P, Hindocha S, Mafi R, Griffin M, Khan WS.* Sources of Adult Mesenchymal Stem Cells Applicable for Musculoskeletal Applications- A Systematic Review of the Literature. *Open Orthop J*. 2011;5:238-244. <https://doi.org/10.2174/1874325001105010242>.
22. *Zhai LJ, Zhao KQ, Wang ZQ, Feng Y, Xing SC.* Mesenchymal stem cells display different gene expression profiles compared to hyaline and elastic chondrocytes. *Int J ClinExp Med*. 2015;1:81-90.

Сведения об авторах: *Загородний Н.В.* — д.м.н., член-корр. РАН, директор ФГБУ НМИЦТО им. Н.Н. Приорова; *Воротников А.А.* — д.м.н., зав. кафедрой травматологии и ортопедии СтГМУ, профессор, e-mail: Vоротnikovaa@mail.ru, тел.: +79624406078; *Айрапетов Г.А.* — к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии СтГМУ, e-mail: AirapetovGA@yandex.ru, тел.: +79624466728, ORCID ID: 0000-0001-7507-7772; *Санеева Г.А.* — к.м.н., доцент кафедры эндокринологии СтГМУ.

Для контактов: Айрапетов Г.А. — e-mail: AirapetovGA@yandex.ru, тел.: +79624466728, ORCID ID: 0000-0001-7507-7772

Information about the authors: *Zagorodniy N.V.* — d.m.s., head of FSBI «NMRCTO Priorova»; *Vorotnikov A.A.* — d.m.s., head of the department of traumatology and orthopedics SSMU, professor, e-mail: Vоротnikovaa@mail.ru; *Airapetov G.A.* — PhD., docent of the department of traumatology and orthopedics SSMU, e-mail: AirapetovGA@yandex.ru, tel.: +79624466728, ORCID ID: 0000-0001-7507-7772; *Saneeva G.A.* — PhD, docent of the department of endocrinology SSMU.

Contact: Airapetov G.A. — e-mail: AirapetovGA@yandex.ru, tel.: +79624466728, ORCID ID: 0000-0001-7507-7772

ДИСПЛАЗИЯ МАЙЕРА В ФЕНОТИПЕ СОЕДИНИТЕЛЬНОТКАННЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАБЛЮДЕНИЯ НА БАЗЕ ГБУЗ СК «ГДКП №2» СТАВРОПОЛЯ)А.А. Воротников¹, Д.Ю. Закота², Г.А. Санеева¹, Г.А. Айрапетов¹¹ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь, Россия;²ГБУЗ СК «Городская детская клиническая поликлиника №2» Ставрополя, Ставрополь, Россия

Цель исследования. Оценка распространенности, нозологической структуры и клинических проявлений различных форм эпифизарной патологии тазобедренной области, включая дисплазию Майера, у детей раннего возраста по результатам клинко-инструментального наблюдения на амбулаторном ортопедическом приеме.

Материал и методы. У 12 тыс. детей от 0 до 5 лет проведены ортопедический осмотр с оценкой внешних проявлений дисплазии соединительной ткани, ультразвуковое исследование тазобедренных суставов, рентгенологическое исследование. Алгоритм поэтапного обследования структурирован и детализирован в зависимости от наличия и выраженности диспластической патологии тазобедренной области, возраста детей.

Результаты и выводы. Сочетание диспластического фенотипа с задержкой формирования тазобедренных суставов у детей в возрасте 1 года является предиктором дисплазии Майера и должно быть поводом для детального обследования тазобедренных суставов с применением визуализирующих методов диагностики.

Ключевые слова: дисплазия соединительной ткани, тазобедренные суставы, эпифизарная дисплазия

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Воротников А.А., Закота Д.Ю., Санеева Г.А., Айрапетов Г.А. Дисплазия Майера в фенотипе соединительнотканых нарушений у детей (по результатам наблюдения на базе ГБУЗ СК «ГДКП №2» Ставрополя). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:32-36. <https://doi.org/10.17116/vto201902132>

MEYER DYSPLASIA IN CHILDREN'S CONNECTIVE-TISSUE DISORDERS PHENOTYPE (THE RESULTS OF OBSERVATION IN THE MUNICIPAL CHILDREN'S POLYCLINIC №2, STAVROPOL CITY)А.А. Vorotnikov¹, D.Yu. Zakota², G.A. Saneeva¹, G.A. Airapetov¹¹Stavropol State medical University, Russia; ²Municipal Children's Polyclinic № 2, Stavropol, Russia

Aim. The research of the prevalence, nosological structure, clinical presentations, and pathogenetic features of different forms of coxal epiphyseal pathology including Meyer dysplasia in small children based on the results of clinical and instrumental observation on outpatient orthopedic admission.

Material and methods. In 12,000 children from 0 to 5 years, an orthopedic examination was conducted with an assessment of external dysmorphogenetic signs of connective tissue dysplasia, an ultrasonic examination of hip joints, an in-depth X-ray examination. The step-by-step examination algorithm was structured and detailed according to the presence and severity of the coxal region pathology, children's age.

Conclusion. The combination of dysplastic phenotype with joints formation inhibition in children aged 1 year is a predictor of Mayer's dysplasia and must be the reason for a detailed examination of the hip joints with use of visual diagnostic methods.

Key words: connective tissue dysplasia, hip joints, epiphyseal dysplasia

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Vorotnikov AA, Zakota DYU, Saneeva GA, Airapetov GA. Meyer dysplasia in children's connective-tissue disorders phenotype (The results of observation in the Municipal Children's Polyclinic №2, Stavropol city). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:32-36. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902132>

Дисплазия тазобедренных суставов (ТБС), обусловленная генетическими нарушениями при формировании компонентов ТБС, широко распространена [1, 2]. Выраженная клинко-рентгенологическая схожесть различных ее нозологических форм и возможность развития инвалидизирующих осложнений актуализируют проведение целенаправленных диагностических мероприятий у новорожденных и детей первого года жизни для максимально раннего выявления и возможной коррекции.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) ТБС новорожденных позволяет существенно расширить возможность ранних клинических наблюдений индивидуальных особенностей развития ТБС в течение первого года жизни ребенка.

Актуальность подобного скрининга продиктована большой распространенностью патологии ТБС у детей первого года жизни, которая нередко бывает одним из проявлений недифференцированного синдрома врожденной дисплазии соединительной ткани [3].

При этом четкие алгоритмы диагностики и наблюдения за детьми с указанными аномалиями для предотвращения их трансформации в более сложные формы, такие как дисплазия Майера, отсутствуют.

В отечественной литературе дисплазия Майера описана весьма ограниченно, проявления ее не систематизированы, в связи с чем не уточнены основные критерии диагностики, профилактики и лечения этого заболевания [4–6].

Дисплазия Майера представляет собой вариант эпифизарной дисплазии, которая может осложняться асептическим некрозом головки бедренной кости и даже приводить к инвалидности [7]. Выраженная клинико-рентгенологическая схожесть заболеваний ТБС в детском возрасте не позволяет провести четкой границы между фенотипами, а при умеренно выраженных проявлениях может вообще оставаться не выявленной [5].

Чаше всего дисплазию Майера приходится дифференцировать от болезни Пертеса. Некоторые авторы даже считают дисплазию Майера предшественником болезни Пертеса. Однако этот вопрос нуждается в дальнейшем детальном изучении. В настоящее время большинство ортопедов едины в представлениях о том, что дисплазия Майера и болезнь Пертеса — виды общей скелетной дисплазии с различной степенью выраженности [5, 8–10].

Именно дисплазии опорно-двигательного аппарата наиболее распространены у детей раннего возраста, отличаются по количеству, степени выраженности и локализации в различных отделах скелета [6, 10–12], а также служат частыми фенотипическими проявлениями наследственных нарушений соединительной ткани — как моногенных синдромов, так и полигенно-мультифакторных недифференцированных форм [13].

Понятна необходимость углубленного клинико-инструментального обследования пациентов раннего возраста с системными фенотипическими проявлениями нарушения развития опорно-двигательного аппарата и симметричной задержкой оксификации ТБС [2, 8].

Несмотря на этиологическую схожесть, подходы к лечению дисплазии Майера и болезни Пертеса принципиально различаются. В связи с этим возникает необходимость создания системы наблюдения за детьми первого года жизни для максимально раннего выявления симптомов заболевания [11, 14, 15].

Цель исследования — изучение распространенности и механизмов развития дисплазии ТБС на фоне системных многофакторных соединительнотканых нарушений у детей первого года жизни и предикторов ее реализации в дисплазию Майера.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Распространенность и структура патологии ТБС исследованы у 12 тыс. детей (6390 девочек, 5610 мальчиков) в возрасте от 0 до 5 лет (средний возраст $2,0 \pm 0,41$ года) по обращениям к ортопеду в поликлинике за период с 2009 по 2015 г. Всем детям на приеме проводили стандартный клинический ортопедиче-

ский осмотр и оценку соматического статуса. Диагностика незрелости и дисплазии ТБС у детей до 1 года выполнялась при помощи УЗИ (на аппаратах фирмы «ALOKA 1400» и «PHILIPS HD3») и рентгенологического исследования в прямой проекции и с внутренней ротацией (на аппарате фирмы «Медикс-Р-Амико»).

Результаты отдаленных наблюдений за детьми с выявленной патологией ТБС, не разрешившейся к возрасту 1 года, с раздельным анализом эффективности лечения указанной патологии на ранних этапах документировались в амбулаторных (форма №25/у-04) и контрольных (форма №30) картах, а также в специально разработанных протоколах с указанием этапов наблюдений и заключений на каждом из них.

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2008). Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом. До включения в исследование у всех родителей детей-участников было получено письменное информированное согласие и разрешение на публикацию клинических случаев.

Наблюдение новорожденных осуществляли согласно разработанному алгоритму в несколько этапов.

На первом этапе в возрасте 1 мес целенаправленно оценивали данные клинического осмотра (асимметрия кожных складок на бедре, степень ограничения разведения или увеличение объема пассивных движений в ТБС, относительное укорочение нижней конечности). В этом же возрасте проводили первое УЗИ ТБС.

Необходимость активного проведения второго этапа (возраст детей 3–4 мес) определялась наличием суставной патологии, выявленной на первом этапе наблюдения. При этом вновь оценивали данные клинического осмотра и повторного УЗИ ТБС.

В третий этап обследования (6 мес) включали всех детей. Для детей без патологии ТБС осмотр в возрасте полугода являлся обязательным в связи с необходимостью констатации наличия ядер окостенения головок бедренных костей с оценкой их размеров, моно- или мультицентричности. Детям с установленной ранее патологией ТБС, которую не удалось купировать к 6 мес, проводили рентгенологическое исследование. В этом же возрасте оценивали системные проявления недифференцированной дисплазии соединительной ткани, в том числе внешних дисморфогенетических признаков, неврологических нарушений, эктодермальных, клапанных и сосудистых синдромов, генерализованной гипермобильности, иной соматической сопутствующей патологии. Кроме того, учитывали сочетанную ортопедическую патологию в соответствии с существующими рекомендациями [9, 13].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы BIOSTAT 4.0. Количественные данные при нормальном распределении представлены в виде средней и стандартной ошибки ($M \pm m$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным клинического осмотра и УЗИ на первом и втором этапах наблюдения дисплазия ТБС диагностирована в 6855 (57,1%) случаях. Лечение в этих наблюдениях заключалось в разведении ног шиной Фрейка, курсе физиолечения и ЛФК. Диагноз был снят в 3072 (25,6%) наблюдениях с подтверждением результатами УЗИ в возрасте до 6 мес.

Особый интерес представляла группа из 5736 (47,8%) детей, которая рассматривалась нами как угрожаемая по развитию эпифизарной дисплазии. Группа включала 3783 (66%) ребенка в возрасте 6 мес с неразрешившейся дисплазией и 1953 (34%) ребенка с задержкой оксификации головок бедренных костей или многоядерным вариантом окостенения головок. Помимо специфических изменений костно-хрящевых суставных элементов у детей с дисплазиями ТБС выявлены множественные клинко-функциональные синдромы и фенотипические проявления недифференцированной дисплазии соединительной ткани (рис. 1).

Таким образом, у большинства детей с установленной дисплазией Майера имела полиорганная патология диспластического типа.

Детям, имеющим к 6 мес жизни задержку формирования ядер окостенения головок бедренных костей, назначали консервативное лечение с включением традиционного восстановительного комплекса: общего расслабляющего массажа, электрофореза хлористого кальция на тазобедренные суставы с чередованием электрофореза трентала на поясницу, парафинотерапии на ТБС, лечебной гимнастики, а также ношение шины Виленского. Лечение проводилось в условиях физиотделения курсами по 8–10 процедур. Кроме того, в лечебный комплекс входили медикаментозные средства, стимулирующие выработку коллагена (препараты магния, витамины группы В), препараты для стабилизации минерального обмена (водный раствор витамина D₃, соли кальция), для нормализации уровня свободных аминокислот (глицин и др.), а также синхронизирующие биоэнергетический обмен (рибоксин, лецитин, милдронат и др.).

В результате лечения у 2954 (51,5%) детей нормальные размеры и структура головок бедренных костей восстанавливались к 9 мес, еще у 1618 (28,2%) — к возрасту 1 года. Однако у 1164 (20,3%) пациентов клинические проявления и объективные признаки дисплазии сохранялись и после 1 года. Эти дети нуждались в дальнейшем долечивании. В течение следующего года им проводили повторные курсы физиолечения и восстановительной медикаментозной терапии.

Прогностически значимым для реализации диспластических изменений ТБС в эпифизарную дисплазию считался возраст 2 года. Диагноз дисплазии Майера в этом возрасте окончательно установлен в 127 (2,2%) наблюдениях. В подобных случаях к курсовому лечению добавляли режимную разгрузку нижней конечности.

В результате описанной тактики ведения через 1–1,5 года диагноз дисплазии Майера снят в 100 наблюдениях, и лишь в 27 (0,4%) случаях дисплазия

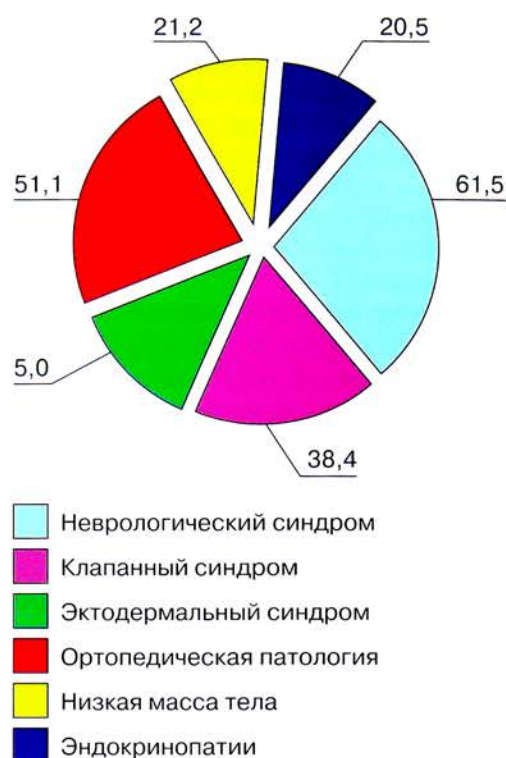


Рис. 1. Фенотипические проявления дисплазии соединительной ткани.

Fig. 1. Phenotypic manifestations of connective tissue dysplasia.

трансформировалась в асептический некроз головок бедренных костей.

Приводим клиническое наблюдение.

Ребенок А., 1 год 10 мес, планово осмотрен ортопедом в связи с диспансерным наблюдением по поводу диагноза дисплазии Майера. Активных жалоб на момент осмотра не выявлено.

Из истории жизни: родился в 39–40 нед с функциональной незрелостью 36–37 нед. Масса при рождении 2700 г, рост 49 см. К возрасту 1 года состоял на диспансерном учете у невролога с диагнозом: синдром двигательных нарушений; у кардиолога с диагнозом: функционирующее овальное окно; у нефролога с диагнозом: пиелозктазия справа; у хирурга с диагнозом: кавернозная гемангиома области спины, состояние после криодеструкции.

Из истории болезни: дисплазия ТБС выявлена в возрасте 2 мес при УЗИ. Лечение: разведение ТБС подушкой Фрейка (16 см), расслабляющий массаж (10 процедур), электрофорез 3% CaCl₂ на ТБС (10 процедур), ЛФК на разведение в ТБС. На контрольном УЗИ ТБС в 3,5 мес определялись признаки нормализации углов (α — более 60°, β — менее 55°). Ядра окостенения отсутствуют. В возрасте 6 мес при УЗИ ТБС выявлены ядра окостенения слева 3 мм, справа — отсутствуют. Назначен повторный курс восстановительного лечения: массаж общий расслабляющий (10 процедур), электрофорез 1% трентала на поясницу (10 процедур), парафиновые аппликации на ТБС (8 процедур), кальций-компливит для малы-



Рис. 2. Рентгенограммы тазобедренных суставов в прямой проекции больного А.
а — в 1 год 3 мес; б — в 1 год 6 мес.

Fig. 2. Radiographs of the hip joints in the direct projection of the patient A.
a — in 1 year 3 months; b — in 1 year 6 months.

шей по 5 мл 1 раз в день 3 нед. В динамике в возрасте 9 мес при УЗИ ТБС определялось ядро окостенения слева 6 мм, справа — 3 ядра по 1 мм. Дополнительно в лечение добавлены: магне-В₆ по 1,5 мл раствора для питья 2 раза в день, глицин по 1/4 таблетки 2 раза в день. В возрасте 1 года 3 мес проведена рентгенография ТБС (рис. 2, а).

По данным рентгенографии, головки бедренных костей центрированы в вертлужных впадинах. Ацетабулярные углы слева — 21°, справа — 23°. Головка сплющена, фрагментирована, с элементами склерозирования. С учетом полученных данных рекомендована режимная разгрузка правой нижней конечности в течение 3 мес. Очередной курс массажа пояснично-крестцового отдела позвоночника из 10 процедур, электрофореза 3% CaCl₂ на ТБС, парафинотерапия на ТБС (по 8 процедур), милдронат 0,25 по 1/2 капсуле 1 раз в день 14 дней.

Объективно: ходит самостоятельно. Правильного телосложения. На коже множественные эктодермальные диспластические элементы: пигментные пятна, родинки. В области нижних ребер справа имеется рубец после криодеструкции. Мышечный тонус равномерно снижен. Увеличенный объем пассивных движений в мелких суставах кисти. Положительные симптомы «большого пальца», «запястья» (суставной счет по Beighton с модификацией для педиатрической практики 8 баллов). Позвоночник несколько отклонен от средней линии, небольшая асимметрия надплечий, треугольников талии. При наклоне вперед паравerteбральной асимметрии нет. Ось таза наклонена. Относительное укорочение левой нижней конечности на 1,0 см, рекурвация в коленных суставах. Уплотнение продольных сводов обеих стоп с вальгизацией пяточных костей при вертикальной нагрузке.

Локально: отведение бедер в полном объеме. Ограничена наружная ротация с двух сторон, больше справа. Увеличена внутренняя ротация бедер.

На контрольной рентгенографии (рис. 2, б) ТБС в прямой проекции головки обеих бедренных костей

центрированы в вертлужных впадинах. Шейка бедренной кости укорочена. Шеечно-диафизарный угол увеличен до 140°. Небольшое снижение высоты головки правой бедренной кости со значительным улучшением плотности головки.

По результатам динамических исследований пациенту А. установлен клинический диагноз: дисплазия Майера, период восстановления; сопутствующий; синдром врожденной дисплазии соединительной ткани недифференцированный; вальгусная установка бедер; нарушение осанки, плоско-вальгусные стопы.

Даны рекомендации по рациональному двигательному режиму и пребыванию на диспансерном учете у ортопеда до 5-летнего возраста.

ОБСУЖДЕНИЕ

Систематическое применение этапного обследования позволило выделить группу младенцев с повышенным риском развития осложнений дисплазии ТБС с внедрением в данной группе лечебно-диагностических мероприятий, позволяющих оптимизировать алгоритм наблюдения за детьми с диспластическими аномалиями ТБС и потенциально способствующих профилактике их прогрессирования в дисплазию Майера.

Специальная оценка фенотипических проявлений недифференцированной дисплазии соединительной ткани, в том числе внешних и висцеральных морфогенетических нарушений у детей с аномалиями ТБС расширяет представления о клиническом полиморфизме диспластическозависимой скелетной патологии, а также способствует пониманию вовлечения многих элементов соединительной ткани в патологический процесс.

Заключение. Дети с дисплазией тазобедренных суставов, не разрешившейся к 1 году, относятся к группе риска развития дисплазии Майера. Использование алгоритма этапного динамического наблюдения за тазобедренными суставами с применением визуализирующих методов диагностики и своевремен-

ным проведением лечебных мероприятий позволяет минимизировать риск развития дисплазии Майера.

Предикторами дисплазии Майера является сочетание дисплазии тазобедренных суставов у детей в возрасте 1 года с различными фенотипическими внешними и висцеральными проявлениями полиорганной патологии.

Дисплазия Майера может рассматриваться как одно из проявлений недифференцированного синдрома дисплазии соединительной ткани с поражением тазобедренных суставов. Наличие диспластического фенотипа в сочетании с задержкой формирования суставов должно служить поводом для детального исследования тазобедренных суставов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Gulati V, Eseonu K, Sayani J, Ismail N, Uzoigwe C, Choudhury M-Z, Gulati P, Aqil A, Tibrewal S. Developmental dysplasia of the hip in the newborn: a systematic review. *World J Orthop*. 2013;4(2):32-41. <https://doi.org/10.5312/wjo.v4.i2.32>.
2. Емельянова Е.А., Тарасов В.И., Выборнов Д.Ю., Велихова Е.В., Дорофеева С.В. Корреляции между клиническими проявлениями и развитием тазобедренных суставов у детей при множественной эпифизарной дисплазии. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2009;6:35-39. [Emel'yanova EA, Tarasov VI, Vybornov DYU, Velikhova EV, Dorofeeva SV. Correlations between clinical manifestations and development of the hip joints in children with multiple epiphyseal dysplasia. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. (Bulletin of Russian State Medical University). 2009;6:35-39. (In Russ.)].
3. Meyer J. Dysplasia epiphyseal capitis. *Acta Orthoped Scand*. 1964;34:183-197.
4. Лунева С.Н., Матвеева Е.Л., Тропин В.И., Тепленький М.П., Гасанова А.Г., Спиркина Е.С. Биохимические маркеры поражения соединительной ткани у детей с дисплазией тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2014;4:34-38. [Luneva SN, Matveeva EL, Tropin VI, Teplen'kii MP, Gasanova AG, Spirkina ES. Biochemical markers of connective tissue lesions in children with hip dysplasia. *Genij ortopedii*. (Orthopaedic Genius). 2014;4:34-38. (In Russ.)].
5. Малахов О.А., Цыкунов М.Б., Шарпарь В.Д. Нарушения развития тазобедренного сустава (клиника, диагностика, лечение). Ижевск; 2005. [Malakhov OA, Tsykunov MB, Sharpar' VD. Developmental disorders of the hip joint (clinic, diagnostics, treatment). Izhevsk; 2005. (In Russ.)].
6. Hefti F, Brunner R, Jundt G, Hasler CC. *Pediatric Orthopedics in Practice*. Springer; 2007.
7. Ахтямов И.Ф., Лобащев В.В., Анисимов О.Г. Консервативное лечение ранних форм остеохондропатии головки бедренной кости у детей. *Практическая медицина*. 2015;6(91):94-97. [Akhtyamov IF. Conservative treatment of early forms of osteochondropathy of the femoral head in children. *Prakticheskaya meditsina*. (Practical medicine). 2015;6(91):94-97. (In Russ.)].
8. Еськин Н.А., Михайлов Л.К., Чеченова Ф.В. Ультрасонография в дифференциальной диагностике коксальгий у детей дошкольного возраста. *Кремлевская медицина*. 2007;4:31-32. [Es'kin NA, Mikhajlov LK, Chechenova FV. Ultrasonography in the differential diagnosis of coxalgia in children of preschool age. *Kremlevskaya meditsina*. (The Kremlin medicine). 2007;4:31-32. (In Russ.)].
9. Назаренко С.В. Возможности ультразвуковой диагностики патологий тазобедренных суставов у детей в первые 6 месяцев жизни. *SonoAce Ultrasound*. 2012;24. [Nazarenko SV. The opportunities of ultrasound diagnostics of pathologies of hip joints in children in the first 6 months of life. *SonoAce Ultrasound*. 2012;24. (In Russ.)].
10. Усоскина Р.Я., Круминь К.А., Сеглин Г.Я. Амбулаторное лечение детей с ортопедическими заболеваниями. Л.: Медицина; 1979. [Usoskina RYa, Krumin' KA, Seglin' GYa. Outpatient treatment of children with orthopedic diseases. L.: Meditsina; 1979. (In Russ.)].
11. Блют Э.И. Ультразвуковая диагностика. Практическое решение клинических проблем. Т. 4: пер с англ. М.: Медлит; 2011. [Ultrasound diagnosis. A practical solution of clinical problems. T. 4: translation from English EI Blyut. M.: Medlit; 2011. (In Russ.)].
12. Kohler G, Hesse B. Epiphyseal dysplasia — symptoms and differential diagnostic aspects. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2004;142(4):397-402.
13. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения. Проект Российских рекомендаций. Разработан Комитетом экспертов педиатрической группы «Дисплазия соединительной ткани» при Российском научном обществе терапевтов. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2015;1(10):5-35. [Hereditary and multivariate connective tissue disorders in children. Algorithm of diagnosis. Management tactics. Draft Russian recommendations developed by the Expert Committee of pediatric group «Connective tissue dysplasia» at the Russian scientific society of physicians. *Meditsinskij vestnik Severnogo Kavkaza*. (Medical News of North Caucasus). 2015;1(10):5-35. (In Russ.)].
14. Михайлова Л.К., Еськин Н.А., Банаков В.В., Чеченова Ф.В. Коксальгии у детей дошкольного возраста (клиника, дифференциальная диагностика, лечение). Сборник тезисов докладов 8-го съезда травматологов-ортопедов. Самара; 2006. [Mikhajlova LK, Es'kin NA, Banakov VV, Chechenova FV. Coxalgia in children of preschool age (clinic, differential diagnosis, treatment). *Sbornik tezisov dokladov 8 s'ezda travmatologov-ortopedov*. Samara; 2006. (In Russ.)].
15. Салтыкова В.Г., Крамина С.Э., Иванов А.В. Эхографические признаки различных стадий развития болезни Пертеса. Сборник тезисов докладов VIII съезда травматологов-ортопедов России. Самара; 2006. [Saltykova VG, Kramina SE, Ivanov AV. Sonographic signs of different stages of Perthes disease. *Sbornik tezisov dokladov VIII s'ezda travmatologov-ortopedov Rossii*. Samara; 2006. (In Russ.)].

Сведения об авторах: Воротников А.А. — заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Ставропольского государственного медицинского университета, доктор медицинских наук, профессор; Закота Д.Ю. — заведующая отделением узких специалистов ГБУЗ СК «Городская детская поликлиника № 2» Ставрополя, кандидат медицинских наук; Санеева Г.А. — доцент кафедры эндокринологии, детской эндокринологии и диabetологии Ставропольского государственного медицинского университета, кандидат медицинских наук; Айрапетов Г.А. — доцент кафедры травматологии и ортопедии Ставропольского государственного медицинского университета; кандидат медицинских наук.

Для контактов: Санеева Г.А. — e-mail: sun-stav@yandex.ru

Information about the authors: Vorotnikov A.A. — Department of traumatology and orthopedics of Stavropol state medical University, doctor of medical Sciences, Professor; Zakota D.Yu. — Department of narrow specialists GBUZ IC «City children's clinic No 2» of Stavropol, PhD; Saneeva G.A. — associate Professor of endocrinology, pediatric endocrinology and diabetology of Stavropol state medical University, candidate of medical Sciences; Airapetov G.A. — associate Professor of the Department of traumatology and orthopedics Samara state medical University, PhD.

Contact: Saneeva G.A. — e-mail: sun-stav@yandex.ru

ДИСКУССИЯ

<https://doi.org/10.17116/vto201902137>

© М.Б. Цыкунов, 2019

(CC) BY 4.0

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАТЕГОРИЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ ПРИ ПАТОЛОГИИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ЧАСТЬ 2 (ДИСКУССИЯ)

М.Б. Цыкунов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия; ФДПО ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения необходимо использовать для оценки структур, функций организма, активности и участия категории, приведенные в Международной классификации функционирования (МКФ). В последние годы оценка состояния организма невозможна без использования шкал, но большое их количество не всегда позволяет специалистам понимать друг друга. Создание единой системы, в которой будут собраны различные инструменты оценки состояния больного, окажут серьезную помощь в работе членов мультидисциплинарной команды в процессе медицинской реабилитации больного. Кроме того, это поможет в постановке реабилитационного диагноза и в более точном определении реабилитационного потенциала. Размерность ряда общепринятых шкал для описания нарушений функции опорно-двигательной системы не совпадает с категориями МКФ. В настоящей работе предпринята попытка устранить это противоречие. Для описания ряда нарушений, которые влияют на функцию опорно-двигательной системы и традиционно используются в ортопедии, могут быть использованы категории «другие» или «не описанные». В представленной системе оценки приведены равнозначные шкалы с размерностью, принятой в МКФ. Данная система может быть базовой при составлении программ медицинской реабилитации и оценке их эффективности. Ключевые слова: реабилитационный диагноз, реабилитационный прогноз, Международная классификация функционирования (МКФ), шкалы оценки нарушений при патологии опорно-двигательной системы

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Цыкунов М.Б. Использование категорий Международной классификации функционирования для оценки нарушений при патологии опорно-двигательной системы. Часть 2 (дискуссия). Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2019;2:37-42. <https://doi.org/10.17116/vto201902137>

REHABILITATION DIAGNOSIS IN THE PATHOLOGY OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM USING CATEGORIES OF THE INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FUNCTIONING. PART 2 (DISCUSSION)

M.B. Tsykunov

N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;
N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

In accordance with the recommendations of the World Health Organization, the categories listed in the International Classification of Functioning (ICF) should be used to assess the structure, function, activity and participation. In recent years, the assessment of the state of the body is no longer possible without the use of scales, but a large number of them do not always allow specialists to understand each other. The creation of a unified system, which will collect various tools for assessing the patient's condition, will provide serious assistance in the work of members of a multi-disciplinary team in the process of medical rehabilitation. In addition, it will help in the formulation of rehabilitation diagnosis and in more accurate determination of rehabilitation potential. The dimension of a number of generally accepted scales to describe disorders of the musculoskeletal system does not coincide with the categories of ICF. This paper attempts to eliminate this contradiction. To describe a number of disorders that affect the function of the musculoskeletal system and are traditionally used in orthopedics, the category other or not described can be used. In the presented system of evaluation are given equal-weighted scale with the dimension adopted in the ICF. This system can be used as a basis for the preparation of medical rehabilitation programs and evaluation of their effectiveness.

Key words: rehabilitation diagnosis, rehabilitation prognosis, international classification of functioning (ICF), scales of assessment of disorders in the pathology of the musculoskeletal system

Conflict of interest: the author state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Tsykunov MB. Rehabilitation diagnosis in the pathology of the musculoskeletal system using categories of the international classification of functioning. Part 2 (discussion) N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2019;2:37-42. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902137>

В первой части статьи, опубликованной в предыдущем номере, было отмечено, что при описании нарушений функции органов движения и опоры в Международной классификации функционирования (МКФ) отсутствует целый ряд категорий, традиционно используемых в ортопедии, и не всегда могут применяться категории «другие» или «не описанные». Это ограничивает возможность постановки реабилитационного диагноза и составления индивидуальной программы реабилитации. В представленной системе оценки приведены равновзвешенные шкалы с размерностью, принятой в МКФ, которые восполняют этот пробел. В данном номере приведены шкалы для оценки нарушения функции верхней (табл. 33–47) и нижней (табл. 48–58) конечностей.

Следует пояснить, что для описания нарушений при патологии опорно-двигательной системы в каждом конкретном случае определяется адекватный набор тестов. В данном случае были использованы лишь те из них, которые описывают патологию нижней конечности. В процессе реабилитации эти показатели изменяются и по градиенту каждого из них можно оценивать эффективность реабилитации. Кроме того, можно вычислить среднее значение в баллах (интегральный показатель), что позволит более точно оценить нарушение жизнедеятельности. В перспективе возможно будет его использовать наряду со шкалой реабилитационной маршрутизации (ШРМ) для определения места и этапа медицинской реабилитации. В новой редакции Порядка организации медицинской реабилитации в РФ, который будет введен в 2019 г., рекомендуются оба способа, но значение ШРМ является основным.

В качестве примера приводим результаты тестирования с использованием ранее приведенных шкал у больной Л., 58 лет, диагноз: двусторонний диспластический коксартроз II–III степени, состояние после корригирующих остеотомий проксимальных концов бедра более 30 лет назад (табл. 59).

Заключение. В новой редакции Порядка по организации медицинской реабилитации предполагается использовать равновзвешенные шкалы в числе других рекомендуемых тестов для постановки реабилитационного диагноза при патологии опорно-двигательной системы и оценке эффективности.

Приглашаем к обсуждению предложенной системы оценки нарушений опорно-двигательной системы.

Шкалы для оценки нарушения функции верхней конечности

Таблица 33. Тестирование способности выполнить утренний туалет*

Table 33. Testing the ability to perform the morning toilet*

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Очень легко	0
Легко	1
С трудом	2
Нужна помощь	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 34. Тестирование способности пользоваться различными бытовыми предметами*

Table 34. Testing the ability to use various household items*

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Очень легко	0
Легко	1
С трудом	2
Нужна помощь	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в МО всех уровней.

Таблица 35. Тестирование способности выполнять мелкую домашнюю работу

Table 35. Testing the ability to do small homework

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Очень легко	0
Легко	1
С трудом	2
Нужна помощь	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 36. Тестирование способности самостоятельно одеться

Table 36. Testing the ability to dress yourself

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Очень легко	0
Легко	1
С трудом	2
Нужна помощь	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 37. Тестирование способности самостоятельно принимать пищу

Table 37. Testing the ability to eat independently

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Прием пищи без ограничений	0
Очень легко	1
Легко	2
С трудом	3
Нужна помощь, самостоятельно не может принимать пищу	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 38. Тестирование изменения почерка (при поражении рабочей руки)

Table 38. Handwriting change testing (if the working hand is affected)

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Почерк не изменился	0
Изменился незначительно	1
Изменился значительно	2
Пишет с трудом	3
Писать не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 39. Тестирование способности захватывать и удерживать мелкие предметы пальцами руки**Table 39.** Testing the ability to grasp and hold small objects with your fingers

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	3
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.**Таблица 40.** Тестирование способности захватывать и удерживать мелкие предметы всей кистью**Table 40.** Testing the ability to grip and hold small objects with the entire brush

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.**Таблица 41.** Тестирование способности взятия и удержания крупных предметов пальцами руки**Table 41.** Testing the ability to take and hold large objects with your fingers

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Таблица 42. Тестирование способности взятия и удержания крупных предметов всей кистью**Table 42.** Testing the ability to take and hold large objects with the whole brush

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Таблица 43. Тестирование способности завести руку за голову (положить кисть на затылок)**Table 43.** Testing ability to lead the hand behind the head (put the brush on the back of the head)

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.**Таблица 44.** Тестирование возможности подъема и удержания груза при согнутой в локтевом суставе верхней конечности (масса груза 2 кг)**Table 44.** Testing the ability of lift and hold the load when bent at the elbow of the upper limb (weight 2 kg)

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.**Таблица 45.** Тестирование возможности подъема и удержания груза до уровня плечевого сустава (масса груза 2 кг)**Table 45.** Testing the ability to lift and hold the load to the level of the shoulder joint (weight 2 kg)

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 46. Тестирование возможности подъема и удержания груза на вытянутой вверх верхней конечности (масса груза 2 кг)**Table 46.** Testing the ability to lift and hold the load on the upper limb extended upwards (weight of the load 2 kg)

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста вызывает небольшие затруднения	1
Выполнение теста возможно в облегченных условиях	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 47. Тестирование возможности выполнять висы на перекладине**Table 47.** Testing the ability to perform hangs on the crossbar

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Выполнение теста затруднений не вызывает	0
Выполнение теста незначительно затруднено	1
Выполнение теста возможно непродолжительное время	2
Выполнение теста значительно затруднено	3
Выполнение теста невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Шкалы для оценки нарушения функции нижней конечности

Таблица 48. Тестирование выраженности хромоты***Table 48.** Testing the severity of lameness*

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Отсутствие хромоты при визуальной оценке, подография без отклонений от нормы	0
Легкая хромота после больших физических нагрузок, определяемая визуально, подография без отклонений от нормы	1
Легкая хромота после бытовых нагрузок, определяемая визуально, коэффициент ритмичности 0,93–0,9	2
Умеренная хромота, постоянная, коэффициент ритмичности 0,89–0,80	3
Выраженная хромота, невозможность ходьбы без дополнительной опоры на трость или костыли, коэффициент ритмичности <0,80	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях муниципального и межрегионального уровня, визуальная оценка, по данным подографии в медицинских организациях федерального уровня.

Таблица 49. Тестирование опороспособности***Table 49.** Testing of bearing capacity*

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Опороспособность не снижена	0
Опороспособность периодически снижается, но нагрузка остается возможной и достаточной для быта	1
Опороспособность постоянно снижена, но нагрузка возможна при использовании ортеза (корсета)	2
Опороспособность постоянно снижена, но нагрузка возможна с помощью дополнительных средств опоры (трости или костылей)	3
Стояние — нагрузка на ногу (позвоночник) невозможна	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях межрегионального и федерального уровня.

Таблица 50. Тестирование локомоций (ходьба)***Table 50.** Test of locomotion (walking)*

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Ходьба возможна без ограничений	0
Ходьба возможна без дополнительных средств стабилизации сустава, но периодически ограничена в усложненных условиях и на большие расстояния (более 2 км)	1
Ходьба возможна без дополнительных средств стабилизации сустава, но постоянно ограничена в усложненных условиях и на большие расстояния (более 2 км)	2
Ходьба возможна без дополнительных средств стабилизации сустава, но ограничена в усложненных условиях и на большие расстояния (менее 2 км)	3
Ходьба невозможна без дополнительных средств стабилизации сустава (ортезы и др.), сильно затруднена	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 51. Тестирование локомоций (бег, прыжки)***Table 51.** Test of locomotion (running, jumping)*

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Бег возможен без ограничений	0
Бег возможен, но без резкой смены направления	1
Бег возможен, но без ускорений и смены направления	2
Бег сильно затруднен, прыжки на больной ноге возможны только на месте (без вращений и продвижения)	3
Бег и прыжки сильно затруднены или невозможны	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 52. Тестирование необходимости использования средств дополнительной опоры**Table 52.** Testing the need for additional support means

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Необходимости использования средств дополнительной опоры нет	0
Необходимость возникает редко при длительных или значительных нагрузках	1
Необходимость возникает ближе к вечеру	2
Необходимость использования средств опоры возникает часто	3
Постоянное использование средств дополнительных опор	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 53. Тестирование возможности пройти пешком квартал или более значительное расстояние**Table 53.** Testing the ability to walk a quarter or a greater distance

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Очень легко	0
Легко	1
Затруднено	2
Значительно затруднено	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 54. Тестирование возможности самостоятельно подняться по лестнице с этажа на этаж**Table 54.** Testing the ability to climb the stairs from floor to floor

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Очень легко	0
Легко	1
Затруднено	2
Значительно затруднено	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 55. Тестирование возможности самостоятельно надеть обувь**Table 55.** Testing the ability to put on your own shoes

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Может без затруднений	0
Может с некоторым затруднением	1
Может с трудом	2
Значительно затруднено	3
Не может	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 56. Тестирование способности сидеть**Table 56.** Testing the ability to sit

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Способность сидеть не ограничена	0
Не более 1 часа в кресле любой конструкции	1
Только в невысоком кресле	2
Только в кресле специальной конструкции	3
Сидение невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 57. Приседания**Table 57.** Bobs

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Без ограничений	0
Приседание несколько затруднено	1
Приседание полное, но требуется помощь рук	2
Приседание затруднено в связи с ограничением объема движений в суставах нижней конечности	3
Приседание невозможно	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 58. Подъем по лестнице**Table 58.** Climbing the stairs

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Свободный	0
Несколько затруднен	1
Возможен шаг за шагом, держась за поручни	2
Возможен с трудом, поднимая одну ногу и ставя рядом другую	3
Подъем по лестнице невозможен	4

Примечание. * — проводится в медицинских организациях всех уровней.

Таблица 59. Результаты тестирования шкал у б-ной П., 58 лет
Table 59. The results of testing scales in b-noy P., 58 years

Характеристика признака	Оценка по МКФ, баллы
Оценка общего состояния здоровья на данный момент (до лечения)	2
Способность выполнять физическую нагрузку при активном отдыхе	2
Способность выполнять физическую нагрузку на занятиях физкультурой, фитнесом и в спортивных секциях	2
Необходимость использования посторонней помощи	1
Необходимость использования средств дополнительной фиксации (сустава или позвоночника)	0
Тестирование болевого синдрома, связанного с нагрузкой	3
Тестирование пассивной амплитуды движений (гониометрия)	2
Тестирование активной амплитуды движений	2
Жалобы на слабость мышц конечности	2
Мануальное мышечное тестирование	1
Тестирование силы мышц (динамометрия)	1
Тестирование функциональной установки сегмента конечности	1
Тестирование отека конечности	1
Тестирование длины окружности сегмента конечности	2
Тестирование деформации конечности	1
Тестирование функционального укорочения	1
Тестирование функциональных возможностей с использованием искусственных механизмов компенсации	2
Тестирование функциональных возможностей с использованием естественных механизмов компенсации	1
Тестирование выраженности хромоты	3
Тестирование опороспособности	2
Тестирование локомоций (ходьба)	2
Тестирование локомоций (бег, прыжки)	4
Тестирование необходимости использования средств дополнительной опоры	4
Тестирование возможности пройти пешком квартал или более значительное расстояние	2
Тестирование возможности самостоятельно подняться по лестнице с этажа на этаж	2
Тестирование возможности самостоятельно надеть обувь	2
Приседания	3
Подъем по лестнице	3

ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES |

1. Иванова Г.Е., Мельникова Е.В., Белкин А.А., Беляев А.Ф., Бодрова Р.А., Буилова Т.В., Мальцева М.Н., Мишина И.Е., Прокopenko С.В., Сарана А.М., Стаховская Л.В., Хасанова Д.Р., Цыкунов М.Б., Шамалов Н.А., Суворов А.Ю., Шмонин А.А. Как организовать медицинскую реабилитацию? Вестник восстановительной медицины. 2018;2(84):2-12. [Ivanova GE, Mel'nikova EV, Belkin AA, Belyaev AF, Bodrova RA, Builova TV, Mal'tseva MN, Mishina IE, Prokopenko SV, Sarana AM, Stakhovskaya LV, Khasanova DR, Tsykunov MB, Shamalov NA, Suvorov AYU, Shmonin AA. How to organize medical rehabilitation? Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny. 2018;2(84):2-12. (In Russ.)].
2. Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Мельникова Е.В., Иванова Г.Е. Базовые принципы медицинской реабилитации, реабилитационный диагноз в категориях МКФ и реабилитационный план. Вестник восстановительной медицины. 2017;2(78):16-22. [Shmonin AA, Mal'tseva MN, Mel'nikova EV, Ivanova GE. Basic principles of medical rehabilitation, rehabilitation diagnosis in ICF categories and rehabilitation plan. Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny. 2017;2(78):16-22. (In Russ.)].
3. Иванова Г.Е., Мельникова Е.В., Шамалов Н.А., Бодрова Р.А., Шмонин А.А., Суворов А.Ю., Ныркoв Г.В., Тулунов Д.О. Использование МКФ и оценочных шкал в медицинской реабилитации. Вестник восстановительной медицины. 2018;3(85):14-22. [Ivanova G.E., Mel'nikova E.V., Shamalov N.A., Bodrova R.A., Shmonin A.A., Suvorov A.Yu., Nyrkov G.V., Tulupov D.O. Use of ICF and grading scales in medical rehabilitation. Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny. 2018;3(85):14-22. (In Russ.)].
4. Буилова Т.В. Международная классификация функционирования как ключ к пониманию философии реабилитации. Журнал МедиАль. 2013;2(7):26-31. [Builova TV. The International Classification of Functioning as a key to understanding the philosophy of rehabilitation. Zhurnal MediAl'. 2013;2(7):26-31. (In Russ.)].
5. Скворцов Д.В., Поляев Б.А., Стаховская Л.В., Иванова Г.Е. Диагностика и тестирование двигательной патологии инструментальными средствами. Вестник восстановительной медицины. 2013;5(57):74-78. [Skvortsov DV, Polyayev BA, Stakhovskaya LV, Ivanova GE. Diagnosis and testing of motor pathology with tools. Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny. 2013;5(57):74-78. (In Russ.)].
6. Цыкунов М.Б., Косов И.С. Методика объективной оценки стойкости контрактур суставов. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 1996;2:51. [Tsykunov MB, Kosov IS. Methodology for an objective assessment of the stability of joint contractures. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 1996;2:51. (In Russ.)].
7. Цыкунов М.Б., Меркулов В.Н., Дуйсенов Н.Б. Система оценки функционального состояния конечностей при их повреждениях у детей и подростков. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2007;3:52-59. [Tsykunov MB, Merkulov VN, Duisenov NB. A system for assessing the functional state of limbs during their injuries in children and adolescents. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2007;3:52-59. (In Russ.)].

Сведения об авторе: Цыкунов М.Б. — зав. отд. медицинской реабилитации НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова МЗ РФ; профессор кафедры медицинской реабилитации ФДПО ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова; 127599 Москва, Приорова, 10, НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, отделение медицинской реабилитации, e-mail: rehcito@mail.ru, ORCID ID

Для контактов: Цыкунов М.Б. — e-mail: rehcito@mail.ru

Information about the authors: Tsykunov M.B. — Professor, «National medical research center of traumatology and orthopedics im. N.N. Priorova» Ministry of health of Russia

Contact: Tsykunov M.B. — e-mail: rehcito@mail.ru

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ

<https://doi.org/10.17116/vto201902143>

© Коллектив авторов, 2019

(CC) BY 4.0

ДИНАМИЧЕСКАЯ ФИКСАЦИЯ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

В.А. Бывальцев^{1-4*}, А.А. Калинин^{1, 2}, Ю.Я. Пестряков¹, М.А. Алиев¹

¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, Иркутск, Россия;

²НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», Иркутск, Россия;

³ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутск, Россия; ⁴Иркутская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Иркутск, Россия

Представлен обзор современных данных литературы, посвященной применению динамической фиксации при дегенеративных заболеваниях межпозвонковых дисков и фасеточных суставов поясничного отдела позвоночника. Частая причина временной утраты трудоспособности и первичной инвалидизации, неудовлетворительные результаты консервативного лечения при дегенеративных изменениях поясничных сегментов обуславливают высокую медико-социальную значимость данной проблемы. Нередко результатом применения классических декомпрессивных методик и ригидного спондилодеза является сохранение клинической симптоматики за счет формирования псевдоартроза в оперированном сегменте и значительной дегенерации в смежном. Применение динамических имплантов направлено на восстановление пространственных сегментарных взаимоотношений с сохранением естественной биомеханики позвоночника. Ввиду многообразия конструкций и высоких темпов внедрения в литературе появляются противоречивые сведения о результатах применения динамических имплантов. Авторами изложены современные данные о клинических и инструментальных эффектах различных динамических устройств. Обозначены актуальные, остающиеся нерешенными, вопросы, диктующие необходимость проведения долгосрочных многоцентровых клинических исследований по лечению данной патологии.

Ключевые слова: поясничный отдел позвоночника, межпозвонковый диск, фасеточный сустав, дегенеративные заболевания, динамическая фиксация

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Бывальцев В.А., Калинин А.А., Пестряков Ю.Я., Алиев М.А. Динамическая фиксация поясничного отдела позвоночника. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:43-55. <https://doi.org/10.17116/vto201902143>

DYNAMIC FIXATION OF THE LUMBAR SPINE DYNAMIC FIXATION OF THE LUMBAR SPINE

V.A. Byvaltsev^{1-4*}, A.A. Kalinin^{1, 2}, Yu. Ya. Pestryakov¹, M.A. Aliev¹

¹Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya Str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; ²Road Clinical Hospital at Irkutsk Passenger railway station, Botkina str., 10, Irkutsk, 664005, Russia; ³Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Bortsov Revolyutsii str., 1, Irkutsk, 664003, Russia; ⁴Irkutsk State Medical Academy for Postgraduate Education, Microdistrict Jubilee, 100, 664049, Irkutsk, Russia

The review of modern literature data on the use of dynamic fixation in degenerative diseases of intervertebral discs and facet joints of the lumbar spine is presented. The frequent cause of temporary loss of working ability and primary disability, poor results of conservative treatment for degenerative changes in the lumbar segments stipulate the high medical and social significance of this problem. Quite often the use of classical decompression techniques and rigid fusion does not eliminate clinical symptoms on account of pseudarthrosis formation in the operated segment and significant degeneration development in the adjacent one. The use of dynamic implants is aimed at restoring spatial segmental relationships with the preservation of natural biomechanics of the spine. Taking into consideration the variety of constructions and the high rate of their introduction into practice, the literature data present conflicting information on the results of their application. The authors expound modern data on the clinical results and instrumental potentialities of various dynamic devices application. The topical unsolved issues that necessitate the conduction of long-term multicenter clinical studies on the management of this pathology are identified.

Key words: lumbar spine, intervertebral disc, facet joint, degenerative diseases, dynamic fixation

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Byvaltsev VA, Kalinin AA, Pestryakov YuYa, Aliev MA. Dynamic fixation of the lumbar spine dynamic fixation of the lumbar spine. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:43-55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902143>

В настоящее время болевой синдром в поясничном отделе позвоночника является одной из социально значимых проблем здравоохранения; встречаясь преимущественно у лиц трудоспособного возраста, он способствует значительному снижению качества жизни [1, 2]. В большинстве случаев боли в нижней части спины связаны с дегенерацией межпозвонковых дисков (МПД) и фасеточных суставов (ФС), что сопровождается клинико-инструментальными признаками сегментарной нестабильности (СН) [3, 4].

Е. Knutsson в 1944 г. первым описал дискогенное происхождение СН в виде сагиттальной трансляции смежного позвонка более 3 мм относительно другого по результатам функциональной спондилографии поясничного отдела позвоночника. W. Kirkaldy-Willis и Н. Farfan в 1982 г. патогенетически обосновали развитие СН первичной дегидратацией МПД и снижением его высоты, что сопровождается гипертрофией ФС и связочного аппарата позвоночного сегмента и его рестабилизации. Таким образом, пациенты с I стадией дегенерации (дисфункция) могут получать консервативное лечение, но при II (нестабильность) и III (рестабилизация) стадии требуются хирургические вмешательства для стабилизации, декомпрессии или коррекции деформации [3, 5, 6].

J. Frymoyer и D. Selby выделили два вида СН: основную — дегенеративный спондилолистез и дегенеративная сколиотическая деформация и второстепенную, связанную с дегенерацией МПД [3]. Термин «нестабильность» предложил М. Panjabi [6], который охарактеризовал ее как болевой синдром, связанный с патологической сегментарной подвижностью и деформациями позвоночника, сопровождающийся неврологическими проявлениями, а также как невозможность поясничного отдела позвоночника сохранять нейтральное положение и противостоять нагрузкам. При этом было показано, что зачастую при наличии рентгенологических признаков СН отсутствует болевой синдром и наоборот [3].

В течение последнего столетия основным способом хирургического лечения дискогенного болевого синдрома были декомпрессия позвоночного канала и дискэктомия. Первое удаление дегенеративно измененного МПД поясничного отдела позвоночника осуществлено в 1934 г. W. Mixter и J. Barr (цит. по [2]). Выполнение субтотальной дискэктомии способствовало клиническому улучшению более чем у 40% прооперированных [7]. Однако в ряде случаев в послеоперационном периоде развивалась СН, особенно при наличии исходной патологической подвижности [8].

Первые сведения о ригидной стабилизации представили F. Albee и R. Hibbs, использовавшие ее для лечения болезни Потта и для коррекции деформации позвоночника (цит. по [3]). Основным показанием к ригидной стабилизации служит клинически значимая дегенерация МПД, сопровождающаяся грыжевым выпячиванием, спондилолистезом, гипертрофией ФС или стенозом позвоночного канала [9]. Установлено, что межтеловой спондилодез способствует уменьшению болевого синдрома при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника, но при этом

не всегда происходит формирование костного блока и ограничение объема патологической подвижности [3, 9]. Дополнительная инструментальная фиксация (крючковая, трансфасеточная, транспедикулярная) позволила увеличить эффективность стабилизации оперированных позвоночных сегментов и снизить частоту развития псевдоартроза [8].

Ригидная стабилизация и межтеловой спондилодез были самым распространенным видом оперативного вмешательства в спинальной хирургии в последние три десятилетия. Накопленный опыт декомпрессио-стабилизирующих вмешательств показал высокую частоту формирования костного блока (до 100%), но при этом успешные клинические исходы были не сопоставимы с рентгенологическими результатами [9]. Установлено, что хороший клинический исход варьирует в пределах от 15 до 90% (в среднем 70%) [8, 9]. Ригидная стабилизация обуславливает биомеханическую перегрузку смежных сегментов с ускоренной их дегенерацией, а также имеет риски несостоятельности костного блока, развития инфекционных осложнений, послеоперационного болевого синдрома, поломки фиксирующих элементов и резорбции костной ткани вокруг погружных металлоконструкций [10, 11]. Установлено, что дегенеративные заболевания в смежных со спондилодезированными сегментами развиваются в 5,2–100% случаев [8, 12].

Поиск альтернативных решений для снижения частоты неудовлетворительных результатов ригидной стабилизации направлен на защиту смежных сегментов от биомеханического стресса, снижения рисков поломки фиксирующей конструкции, устранения патологической подвижности с сохранением физиологического объема движений в оперированном сегменте [5]. Общеизвестно, что в физиологических условиях МПД имеет изотропную структуру с упругими физическими свойствами и выполняет амортизирующую функцию, но при его дегенерации изменяется передача осевой нагрузки, нарушается сегментарная биомеханика и развивается болевой синдром, обусловленный динамическими нагрузками [2]. Для достижения поставленных целей разработаны системы динамической и полуригидной стабилизации с различными структурно-функциональными характеристиками [13, 14]. В современных специализированных изданиях представлены сведения о хороших клинических результатах их использования, но биомеханические эффекты применения различных стабилизирующих конструкций являются противоречивыми [4, 10]. Кроме того, до сих пор нет убедительных данных о преимуществах динамической стабилизации и ригидной [15].

В настоящей работе проведен анализ современных данных о возможностях динамической фиксации при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника при помощи различных типов устройств.

Передняя динамическая фиксация поясничного отдела позвоночника

1. Тотальная артропластика МПД. Дегенеративное заболевание поясничных МПД служит основным по-

казанием к тотальной артропластике (ТА). При клинико-инструментальном обследовании перед ТА у пациентов определяют дискогенный характер болевого синдрома и/или СН, при этом необходимо исключить спондилоартроз, используя функциональную спондилографию, магнитно-резонансную томографию (МРТ) и провокационную дискографию.

Первая артропластика была осуществлена Р. Нартон, который с 1959 по 1961 г. использовал шарообразные имплантаты из сплава хрома и кобальта, устанавливаемые в полость МПД из переднего доступа [5]. В дальнейшем U. Fernstrom в период с 1962 по 1972 г. применял артропластику стальными сферическими конструкциями из заднего доступа и первым опубликовал результаты хирургических вмешательств в 1966 г. (цит. по [16]). Ввиду малой площади контактной поверхности часто развивались осложнения, сопровождающиеся рецидивом болевого синдрома: проседание и миграция конструкции, снижение высоты межтелового промежутка, ограничение движений в оперированном сегменте [5]. К. Buttner-Janz и соавт. в 1984 г. сконструировали и имплантировали качественно новый эндопротез МПД — Charite («Medtronic», США), который представлял собой полимерное вращающееся ядро между двумя вогнутыми площадками. Ввиду наличия осевой миграции была увеличена площадь контактной поверхности, что привело к созданию протеза Charite II. С учетом высокой степени проседания имплантата в 2004 г. был разработан Charite III с кобальт-хромо-молибденовыми концевыми пластинами [17, 18].

Первый искусственный МПД ProDisc («Synthes», США; **рис. 1, а**), состоящий из двух металлических пластин и немобильного полиэтиленового вкладыша, создан в 1980 г. и был имплантирован D. Rousseau и соавт. в 1990 г. [цит. по 5]. В последующем разработан ProDisc II, в котором, как и в Charite III, концевые пластины были заменены кобальт-хромо-молибденовым материалом [19].

Первый полуподвижный протез Maverik («Medtronic», США) был разработан в 2002 г., за счет конструктивных особенностей обеспечил оптимальный задний центр ротации [20].

Более совершенный протез МПД M-6 L («Spinal Kinetic», США) (**рис. 1, б**), который начали использовать в 2009 г., имеет искусственное пульпозное ядро, обеспечивающее подвижность с контролируемой амплитудой и с шестью степенями свободы, и искусственное фиброзное кольцо из кевларовых волокон, противодействующее осевому сжатию [1, 16].

В настоящее время выделяют 3 группы протезов МПД: 1) подвижные, которые не имеют специфических ограничений движения; 2) полуподвижные с ограничением движения и возможностью частичной трансляции; 3) полуподвижные с ограничением движения без возможности частичной трансляции [21]. Причем чем менее стабильна конструкция, тем больше биомеханическая нагрузка на задние опорные элементы [22].

Биомеханическое исследование [23] показало, что после одно- и двухуровневой имплантации ис-

кусственных дисков, а также в случае гибридной фиксации с ригидной конструкцией кинематика смежного сегмента существенно не менялась, в то время как двухуровневый спондилодез значительно повышал мобильность смежного сегмента, ускоряя его дегенерацию. В исследовании на кадаверном материале было установлено, что гибридная установка искусственного МПД на уровне $L_{IV}-L_V$ и ригидная стабилизация L_V-S_1 по сравнению с двухуровневым спондилодезом $L_{IV}-L_V-S_1$ характеризуется меньшей редукцией диапазона движений в смежном сегменте [24]. Пациенты, которым была выполнена гибридная двухуровневая фиксация, в ходе 37-месячного наблюдения продемонстрировали лучшее биомеханическое восстановление на фоне менее выраженной боли, что делает перспективным ее использование при многоуровневых заболеваниях МПД [25]. S. Berg и соавт. [26], проанализировав 2 группы пациентов после трехуровневой ($n=30$) и одно- и двухуровневой артропластики ($n=700$), не выявили статистически значимых различий по клинической эффективности оперативных вмешательств: снижения выраженности боли в спине, ногах, улучшения функционального состояния по ODI. В исследовании [27], посвященном сравнению пациентов после одно- и двухуровневой установки искусственного диска, не получено межгрупповых различий по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и ODI, при этом в анамнезе отмечена высокая клиническая эффективность в виде минимальных функциональных нарушений и остаточного болевого синдрома в спине [27]. При этом C. Siepe и соавт. [28] констатировали меньшее число осложнений в группе пациентов после одноуровневой ТА (11%) по сравнению с двухуровневой (27,6%).

Многие клинические исследования подтвердили высокую эффективность ТА МПД, имеющих различные конструктивные особенности. В течение 8,7 года после имплантации диска ProDisc-L у 40 из 55 пациентов отсутствовала дооперационная симптоматика, успешность вмешательства оценена в 74%, при этом основные осложнения были связаны непосредственно с хирургическим доступом [29]. С. Park и соавт. [30, 31] представили результаты лечения 30 пациентов по прошествии 2 и 5 лет после установки имплантата ProDisc-L. В течение 2-летнего периода отмечено снижение выраженности боли по ВАШ с 7,2 до 1,2 см и восстановление качества жизни по ODI с 18,3 до 4,1%, средний диапазон движений в оперированном сегменте составил $4,78^\circ$ [30]. При оценке клинико-рентгенологических результатов через 5 лет получены идентичные ранее зафиксированным клинические показатели. Кроме того, отмечено постепенное уменьшение общего диапазона движений в поясничном отделе позвоночника, который составил $37,94^\circ$ через 1 год после операции, $29,03^\circ$ через 2 года, $17,01^\circ$ через 5 лет при дооперационном значении в $24,3^\circ$; отмечено также уменьшение высоты межтелового промежутка с 17,2 до 13,8 мм [31]. Дегенерация ФС на уровне вмешательства и в смежном сегменте через 2 года после операции составила 29,3 и 6,4%, через 5 лет — 30,3 и 14,1% соответствен-



Рис. 1. Имплантаты, используемые для передней динамической фиксации поясничного отдела позвоночника.
а — ProDisc; б — M6-Lumbar; в — PDN-Raymedica; г — NUBAC.

Fig. 1. Implants for anterior dynamic fixation of the lumbar spine.
а — ProDisc; б — M6-Lumbar; в — PDN-Raymedica; г — NUBAC.

но. Таким образом, прогрессирование морфоструктурных изменений заднего опорного комплекса шло преимущественно в смежном сегменте.

В исследовании [1] при анализе клинических результатов применения протеза МПД М-6 установлено снижение выраженности болевого синдрома по ВАШ с 5,5 до 3,4 см и качества жизни по ODI с 56 до 27%, средняя амплитуда движений в оперированном сегменте составила $9,2 \pm 2,8^\circ$. В многоцентровом исследовании [16] у 156 пациентов после ТА протезом M6-L средний показатель качества жизни по ODI до операции составил $40,2 \pm 6,9\%$, после — $12,3 \pm 6,1\%$; уровень болевого синдрома по ВАШ — $6,9 \pm 1,6$ и $1,3 \pm 1,2$ см соответственно; амплитуда движений в оперированном сегменте в начале исследования в среднем составляла $36,8 \pm 2,6^\circ$, в течение 36 мес после операции увеличилась до $41,2 \pm 2,9^\circ$ [16].

Исследования, посвященные сравнительному анализу ТА и ригидной стабилизации, ведутся с 80-х годов прошлого столетия. Так, при сравнении одноуровневой имплантации искусственного диска Charite и односегментарного переднего межтелового спондилодеза в проспективном рандомизированном исследовании с 5-летним периодом наблюдения выявлены статистически значимые преимущества искусственных МПД по клинической эффективности — 57,8 и 51,2% соответственно, по степени восстановления — 65,6 и 46,5% соответственно, по длительности нетрудоспособности — 8,0 и 20,9% соответственно [32]. В то же время результаты рандомизированного проспективного многоцентрового исследования односегментарной ТА ProDisc и одноуровневого межтелового спондилодеза в 5-летнем катамнезе не выявили статистически значимых различий по клиническим параметрам между группами [19]. В то же время в современной литературе имеются данные разных групп авторов, свидетельствующие о том, что 5-летние результаты поясничной ТА сопоставимы с исходами ригидной стабилизации [28–30]. Однако наличие заинтересованности в исследовании и отсутствие многоцентровой рандомизации не позволяют однозначно расценивать полученные результаты [22, 33]. При сравнении отдаленных результатов ТА МПД поясничного отдела позвоночника и ригидной стабилизации установлено, что динамическая фиксация ассоциируется с лучшим функциональным исходом по ВАШ и ODI, меньшим количеством по-

слеоперационных осложнений и сохранением физиологического диапазона движений в 2-летнем периоде наблюдения. Однако по показателям объема кровопотери, длительности хирургического вмешательства и частоте повторных операций различий не выявлено [22, 33]. Согласно [34] в течение 1 года наблюдения клиническая эффективность (выраженность боли по ВАШ, функциональное состояние по ODI, восстановление трудоспособности) ТА протезом Charite была статистически ниже по сравнению с передним межтеловым спондилодезом.

При оценке изменений смежных сегментов после различных видов стабилизации важно учитывать исходное состояние смежного МПД, биомеханический стресс после ригидной стабилизации и анатомические изменения, возникающие при выполнении оперативного вмешательства [35]. В проспективном многоцентровом исследовании [36] при анализе рентгенологических исходов спустя 5 лет после операции установлена статистически значимо большая частота прогрессирования дегенерации в смежном сегменте после ригидной стабилизации по сравнению с артропластикой — 23,8 и 6,7% соответственно ($p=0,008$), при этом необходимость в повторных хирургических вмешательствах была сопоставимой — 4,0 и 1,9% соответственно.

В рандомизированных контролируемых исследованиях, посвященных ТА МПД, частота развития осложнений и повторных операций варьирует от 7,3 до 29,1% и от 3,7 до 11,4% соответственно [33]. Основными осложнениями, связанными непосредственно с имплантатами, являются нестабильность и миграция конструкции, дегенерация смежного сегмента, остеолит и гетеротопическая оссификация. Эти неблагоприятные последствия значительно ухудшают клинические и функциональные исходы у пациентов и касаются любых конструктивно различающихся имплантатов: Charite [17], ProDisc-L [31], M6-L [1, 16].

В последнее время актуальной является оценка отдаленных результатов ТА МПД для анализа клинических исходов и биомеханических эффектов устанавливаемых конструкций.

N. Plais и соавт. [37] в 10-летнем катамнезе проанализировали результаты хирургического лечения 61 пациента, которым была имплантирована система Maverik. Зарегистрированы улучшение функцио-

нального состояния по ODI в среднем с 43,8 до 22,7%, снижение болевого синдрома в спине по ВАШ в среднем с 7,2 до 3,45 см, при этом клинически значимой динамики болевого синдрома в нижних конечностях не выявлено — 3,2 см до операции и 3,1 см в 10-летнем катамнезе. Через 10 лет после операции 62,9% оперированных лиц сохранили профессиональную деятельность, 24,1% вышли на пенсию, 13% были нетрудоспособными. При анализе рентгенологических данных сохранение мобильности оперированного сегмента констатировали в 75,6% случаев, общий объем движений в отдаленном периоде для уровня $L_{IV}-L_V$ составил $9,8^\circ$, для L_V-S_1 — $8,3^\circ$ [37].

L. Laugesen и соавт. [38] изучили клинические результаты использования конструкции ProDisc в течение 10,6 (8,1–12,6) года у 57 пациентов преимущественно на одном (36, 63%) и двух (20, 35%) уровнях: установлено статистически значимое уменьшение болевого синдрома с 6,8 до 3,2 см по ВАШ и восстановление качества жизни по Dallas Pain Questionnaire с 63,2 до 45,6%; в 19 (33%) случаях выполнены ревизионные вмешательства; 52,6% пациентов заявили о возможном выборе аналогичного способа лечения при необходимости и 12,3% определенно не выбрали бы данный вид оперативного вмешательства снова [38]. В работе [28] при среднем сроке наблюдения 7,4 (5,0–10,8) года в группе из 181 пациента, перенесших имплантацию искусственного диска ProDisc, показано статистически значимое клиническое улучшение по ВАШ и ODI, в 86% наблюдений получены хорошие исходы, в 14,4% зарегистрированы послеоперационные осложнения, в 16% случаев выполнены ревизионные вмешательства. По прошествии 10 лет после ТА системой ProDisc клиническое улучшение достигнуто у 66,7% прооперированных лиц, при этом субъективная удовлетворенность составила 72,9% [39].

Результаты хирургического лечения 32 пациентов после имплантации конструкции Charite в среднем катамнезе 11,8 года свидетельствовали о клиническом улучшении и функциональном восстановлении у 87,5% и восстановлении трудоспособности у 75,9% прооперированных [40]. При этом гетеротопическая оссификация диагностирована у 71,4% пациентов, проседание протеза — у 9,4%. При анализе 5-летних результатов лечения пациентов после артропластики Charite ($n=190$) и Kineflex-L ($n=204$) отмечены значительное снижение дооперационного болевого синдрома по ВАШ и улучшение функционального состояния по ODI, рентгенологически в течение первых 3 мес диапазон движений уменьшался, затем увеличивался в течение 24 мес и в дальнейшем не изменялся; частота повторных хирургических вмешательств не превышала 11% для каждой из исследуемых групп [41].

В 2016 г. J. Yue и соавт. [42] представили результаты сравнительного анализа применения нового протеза МПД® Artificial Disc («Aescular Implant Systems», США; $n=218$) и широко используемых ProDisc и Charite ($n=106$). Новая конструкция состоит из двух кобальт-хромовых пластин и сверхпрочного полиэтиленового вкладыша. Установка нового имплантата позволила получить статистически значимо луч-

шие исходы через 2 года после операции по улучшению функционального состояния и регрессу неврологической симптоматики, восстановлению диапазона движений в оперированном сегменте, наличию осложнений и необходимости в повторных хирургических вмешательствах ($p=0,02$).

Кроме того, в настоящее время ведутся исследования возможности проведения ТА из бокового доступа через поясничную мышцу. Полученные результаты в период 27,5 (18–48) мес указывают на снижение болевого синдрома в спине на 74%, в нижних конечностях на 50%, восстановление функционального состояния по ODI на 69%; диапазон движений составил $7,5^\circ$ через 12 мес после операции, в 2 случаях диагностирована дислокация имплантата [43].

Таким образом, в настоящее время существует необходимость проведения долгосрочных рандомизированных исследований с целью сравнительного анализа результатов использования различных типов протезов МПД.

Замена пульпозного ядра. Первый протез пульпозного ядра (Prosthetic disc nucleus — PDN; «PDN-Raymedica», США; **рис. 1, в**) был впервые имплантирован в 1996 г. [5]. Это устройство состояло из полимерного гидрогелевого ядра, окруженного полиэтиленовой оболочкой высокой прочности для сохранения межтелового пространства и физиологической сегментарной подвижности. Последней разработанной формой PDN является система HydraFlex («Raymedica», США), но клинические исследования не подтвердили ее высокую эффективность [44]. Результаты использования PDN у 10 пациентов при сроке наблюдения 96 мес свидетельствовали о снижении выраженности боли с $6,6 \pm 1,6$ до $1,6 \pm 1,5$ см, улучшении качества жизни по ODI с $51,4 \pm 15,7$ до $6,2 \pm 10,4\%$ [45]. Авторами также отмечено статистически значимое увеличение высоты межтелового промежутка с $7,9 \pm 1,4$ до $11,3 \pm 2,7$ мм, а динамика диапазона движений в оперированном сегменте составила с $28,2 \pm 25,7$ до $20,2 \pm 11,8^\circ$. Z. Zhang и соавт. [46] указали на клиническое улучшение по ODI с 52% (42–55%) до 13,5% (10,5–20%), 87,9% пациентов отметили значительное улучшение после операции, в 5% наблюдений рецидив симптоматики был связан с миграцией конструкции. Однако по данным МРТ в 67,2% случаев диагностировано повреждение замыкательных пластинок, определено снижение высоты межтелового промежутка с 8,5 до 7,1 мм, средний диапазон движений в отдаленном послеоперационном периоде составил $13,5^\circ$ [46].

Более совершенным устройством для замены пульпозного ядра является система NUBAC, Disc Arthroplasty System («Invivio», США; **рис. 1, в**), разработанная для поддержания высоты и механической функции МПД. Исследование [47] подтвердило сохранение высоты межтелового промежутка в отсутствие восстановления двигательной функции оперированного сегмента. Изучение данной конструкции в условиях *in vitro* выявило большую устойчивость к нагрузкам по сравнению с другими материалами, используемыми для ТА [48]. Клинические результаты исполь-

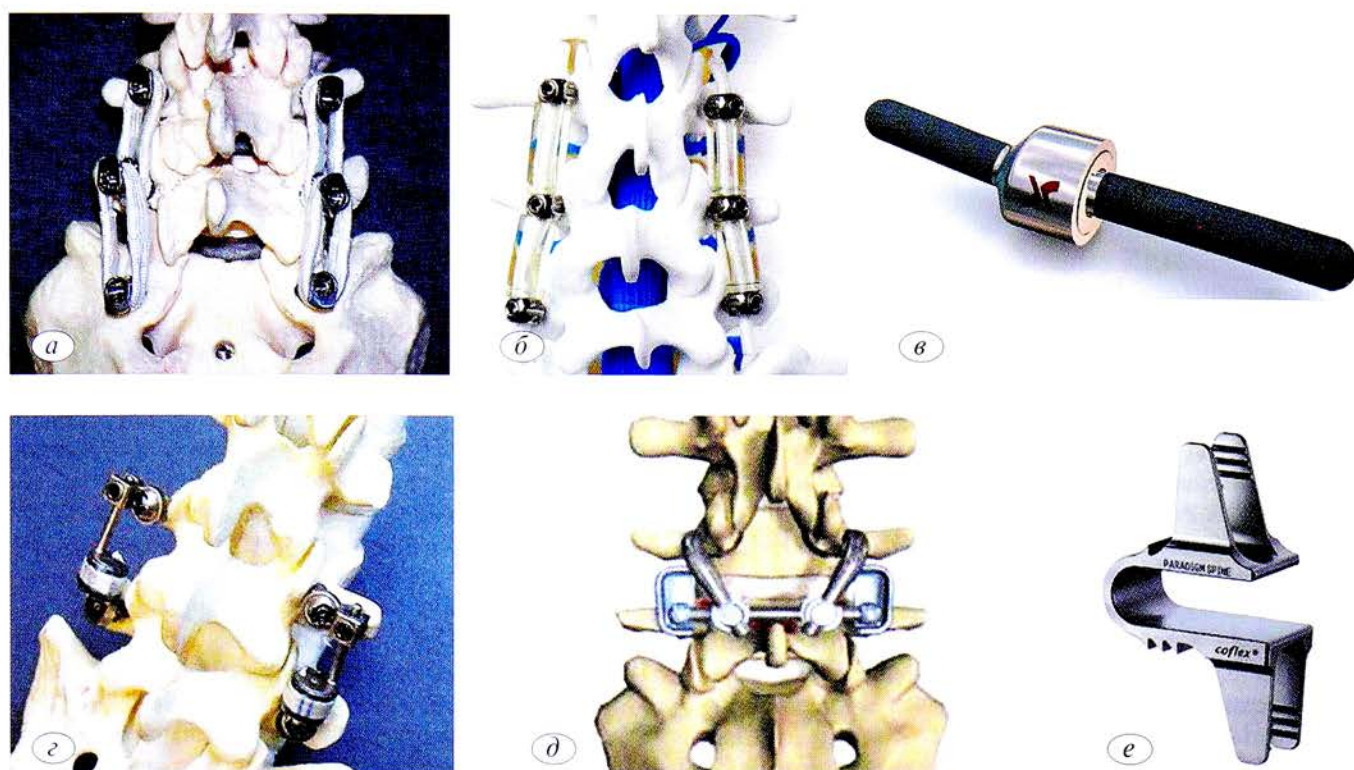


Рис. 2. Имплантаты, используемые для задней динамической фиксации поясничного отдела позвоночника. *a* — система лигаментарной фиксации Graf; *б* — система динамической стабилизации Dynesys; *в* — динамический стержень Iso-bar TLL; *г* — система, улучшающая функцию фасеточных суставов Stabilimax NZ; *д* — система тотального замещения ФС (TFAS); *е* — система задней межостистой стабилизации Coflex.

Fig. 2. Implants for posterior dynamic fixation of the lumbar spine. *a* — ligament fixation system Graf; *б* — dynamic stabilization system Dynesys; *в* — dynamic rod Iso-bar TLL; *г* — system Stabilimax NZ for the improvement of facet joints function; *д* — system TFAS for total replacement of facet joints; *е* — posterior interspinous stabilization system Coflex.

зования свидетельствовали о снижении выраженности боли по ВАШ в среднем с 76 до 11 мм, улучшении функционального состояния по ODI в среднем с 51 до 31% через 24 мес после операции [49].

Другая система — DASCOR, Disc Arthroplasty System («Disc dynamics», США) представляет собой устройство, заполняемое полиуретановым полимером под давлением [50]. Проспективное нерандомизированное многоцентровое исследование показало безопасность данной конструкции и подтвердило эффективность ее применения при дегенеративных заболеваниях МПД: отмечено снижение уровня боли по ВАШ в среднем с 7,6 до 3,3 см, восстановление качества жизни по ODI в среднем с 57,5 до 23,2% в течение 2-летнего послеоперационного периода. Кроме того, не получено свидетельств формирования спондилодеза, разрушения замыкательных пластинок и проседания имплантата, при этом диапазон движений в оперированном сегменте соответствовал нормальным физиологическим значениям [51].

Задняя динамическая фиксация поясничного отдела позвоночника

Динамические стержни. Первое динамическое устройство, установленное из заднего доступа, спроектировано Н. Graf. Одноименный имплантат («Monsieur», Франция; рис. 2, *a*) представляет собой плетеные ленты из полиэстера, фиксирующиеся вокруг

винтовой конструкции. Данная стабилизирующая система обеспечивает контролируемое ограничение патологической подвижности, сохраняя разгибание в оперированном отделе позвоночника, что по биомеханическим характеристикам противопоставляет ее технологии ригидной стабилизации [52, 53]. Среди отрицательных ее свойств отмечены растяжение искусственных связок и снижение стабильности, сужение foraminalных отверстий и уплощение поясничного лордоза [53, 54].

М. Kanayama и соавт. [52] проведено клинкорентгенологическое обследование 56 пациентов с 10-летним катамнезом наблюдения после задней динамической стабилизации системой Graf. Данная фиксирующая конструкция оказалась эффективна у пациентов с дегенеративным спондилолистезом и гибательной нестабильностью, однако при наличии дегенеративного сколиоза и латеролистеза получены неудовлетворительные результаты. Исследователями отмечена высокая частота повторных операций после лигаментопластики за счет увеличения дегенерации ФС [54] и перегрузки задних отделов МПД [53].

Ретроспективный анализ результатов лечения 43 пациентов с поясничным стенозом выявил, что использование искусственной лигаментарной фиксации Graf не позволяет полностью избежать формирования патологической СН на оперированном уровне, в смежных выше- и нижележащем сегментах, кото-

рую констатировали в 28, 42 и 30% случаев соответственно [55].

В клиническом исследовании [56] с участием 50 пациентов в послеоперационном периоде качество жизни по ODI улучшилось с 59 до 31%, при этом в 12 случаях сохранялись клинические проявления радикулопатии. Согласно данным [57] полный регресс болевого синдрома в результате операции имелся у 66% пациентов, значительное снижение уровня боли — у 25,7%, незначимое — у 7,7%.

В 1994 г. была разработана система Dynesys («Zimmer», США; **рис. 2, б**), состоящая из транспедикулярных винтов, в которые помещались эластичные стержни из полиэтилентерефталата, окруженные поликарбонатуретановой оболочкой [58]. Благодаря конструктивной особенности имплантата и физическим свойствам используемого материала осуществляются контролируемое осевое сжатие и дистракция в оперированном сегменте, что позволяет предотвратить фораминальное стенозирование, уменьшение поясничного лордоза и биомеханическую перегрузку смежных сегментов [59, 60].

Отдаленная эффективность использования системы задней динамической стабилизации Dynesys подтверждена рядом исследований. Так, T. Stoll и соавт. [58] сообщили об улучшении качества жизни по ODI с 55,4 до 22,9% ($p < 0,01$); D. Grob и соавт. [61] — о снижении выраженности боли в спине и нижних конечностях у 67 и 64% прооперированных соответственно; клиническая эффективность проведенной операции составила более 95% [62], а статистически значимое улучшение функционального состояния в послеоперационном периоде сохранялось в течение 3-летнего периода наблюдения [60]. Кроме того, отмечено снижение дегенеративных изменений в МПД после задней декомпрессии и динамической стабилизации оперированных сегментов [63], что также подтверждено другими исследователями [58, 59].

В некоторых случаях динамическая стабилизация не позволяет улучшить биомеханику в оперированном отделе позвоночника. Так, при сравнительном анализе односегментарной ригидной стабилизации и комбинированной односегментарной ригидной с динамической фиксацией системой Dynesys у пациентов с бессимптомным дегенеративно измененным смежным сегментом получены сопоставимые клинические результаты по ВАШ и ODI, но при этом выявлена меньшая степень дегенерации смежного сегмента в группе с применением гибридной системы при большем числе случаев несостоятельности динамической стабилизации [63]. Биомеханическое кадаверное исследование сходных групп стабилизации подтвердило неправильное перераспределение нагрузки в смежных сегментах, что сопровождалось развитием патологической подвижности в группе комбинированной фиксации [64].

Широкое распространение для задней стабилизации получили использование динамических стержней: Isobar TLL Dynamic Rod («Scient'x», США; **рис. 2, в**), NFlex Dynamic Stabilization System («Nspine, Inc.», США), CD Horizon Legacy PEEK Rod («Medtronic», США).

В результатах биомеханического исследования системы задней динамической стабилизации Isobar TLL Dynamic Rod («Scient'x», США) указывается на эффективное формирование межтелового костного блока в области фиксации и снижение дегенерации смежного сегмента в среднем через 27,8 мес [65], при этом данные кадаверного исследования [66] свидетельствовали о преимущественной стабилизации передней опорной колонны. Хорошие клинические и биомеханические результаты использования динамической системы стабилизации Isobar TLL получены другими группами авторов [67, 68]. Сравнительный анализ ADC-карт диффузионно-взвешенных изображений МРТ после ригидной стабилизации и использования системы Isobar TLL показал, что динамическая стабилизация позволяет статистически значимо снизить дегенерацию МПД по сравнению с жесткой стабилизацией [69].

NFlex Dynamic Stabilization System («Nspine, Inc.», США) представляет собой ригидную транспедикулярную винтовую систему и поликарбонатный уретановый стержень [16]. Многоцентровой анализ использования данной конструкции у 72 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника в анамнезе 25,6 мес показал высокую клинико-биомеханическую эффективность при низком количестве осложнений [70].

Конструкция CD Horizon Legacy PEEK Rod («Medtronic», США) обеспечивала сопоставимую стабильность фиксированного отдела позвоночника по сравнению с титановым стержнем [71] при меньшем количестве повторных оперативных вмешательствах на смежном уровне [72]. Кадаверное биомеханическое исследование, основанное на сравнительном анализе титановых и PEEK-стержней, подтвердило большую гибкость материала PEEK, что позволяет эффективно снизить скорость дегенерации смежных сегментов за счет поддержания меньшего внутридискового давления в них [73].

Еще одно кадаверное биомеханическое исследование, выполненное на 18 образцах поясничных сегментов позвоночника человека при использовании трех различных методик задней стабилизации: транспедикулярной фиксации с поликарбонатным уретановым стержнем Elaspinesystem («Spinelab AG», Швейцария), Dynesys system («Zimmer Biomet», США) и крючковой ламинарной фиксации, показало значительное ограничение диапазона движений в оперированном отделе позвоночника по сравнению с интактными сегментами, но при этом значимых межгрупповых различий при функциональных исследованиях (сгибание-разгибание) в смежных сегментах не выявлено [74].

Другим способом динамической задней стабилизации является использование стержней из различных сплавов — титана, молибдена, кобальта, тантала, нержавеющей стали [75]. При изучении механических свойств различных сплавов установлена сопоставимая износостойкость нитинола с кобальтхромом, превышающая в десятки раз таковую титана [76].

Наибольшую популярность приобрели динамические стержни из нитинола (55% никеля, 45% титана)

[77]. Благодаря особым физико-механическим свойствам: память формы, высокая эластичность, коррозионная стойкость — указанный материал по характеристикам имеет сродство с костно-хрящевой тканью человека [78]. Биомеханические исследования показали высокий уровень стабильности фиксации стержнями из нитинола при сохранении минимального объема сегментарных движений в послеоперационном периоде [77, 79].

Клинико-рентгенологическое исследование С.В. Колесова и соавт. [77] показало высокую эффективность использования транспедикулярной стабилизации в сочетании со стержнями из нитинола: восстановление качества жизни с 64,6 до 17,8%, улучшение физического здоровья и психического компонента по опроснику SF-36. При этом подвижность в оперированных сегментах сохранилась на уровне $5,0 \pm 1,2^\circ$.

Основными недостатками указанной конструкции являются технологические сложности изготовления сплава, а также не до конца изученная степень токсичности материала для организма человека [76].

Динамические транспедикулярные винты. Еще один вариант задней динамической фиксации связан с установкой динамических транспедикулярных винтов и жестких стержней и является полужесткой стабилизирующей конструкцией, которую впервые внедрил в 1999 г. A. Strempel [цит. по 5]. Конструктивная особенность предложенной системы состоит в использовании динамического винта, имеющего шарнирный узел между головкой винта и его корпусом [17, 80]. Шарнирный механизм обеспечивает малоамплитудные движения в сагиттальной плоскости, что способствует уменьшению биомеханического стресса костно-связочного аппарата [5, 80]. Согласно данным биомеханического исследования стабильность фиксации полуригидной и ригидной системами и восстановление сагиттального профиля являются сопоставимыми [81], при этом имеется ограничение не только актов сгибания и разгибания, но и ротационных движений и сегментарной трансляции [80, 82]. Клинические исследования также не выявили статистически значимых различий по выраженности боли и уровню качества жизни между ригидной и полуригидной стабилизацией [82, 83]. M. Stoffel и соавт. [84] подтвердили высокую эффективность полуригидной конструкции Cosmic («Ulrich», Германия) у 193 пациентов в катамнезе $15 \pm 0,6$ мес: отмечено снижение уровня боли по ВАШ с 65 ± 1 до 21 ± 2 мм, улучшение качества жизни по ODI с 51 ± 1 до $21 \pm 1\%$, удовлетворенность проведенной операцией составила 91%.

Сочетание динамических транспедикулярных винтовых систем и динамических стержней. Разработка динамических стержней направлена на обеспечение контролируемого напряжения задней опорной колонны позвоночника, но биомеханические исследования установили сопоставимость стабилизирующих эффектов по сравнению с ригидной стабилизацией [85]. При этом ряд авторов подтверждают биомеханические преимущества сочетания динамических транспедикулярных винтовых систем и динамических стержней по сравнению с жесткой фиксацией опери-

рованного отдела позвоночника по степени дегенерации смежного сегмента [83, 86].

Эффективность гибридных конструкций подтверждена в ряде работ. Исследователи [4] констатировали статистически значимое улучшение клинических параметров в течение 12 мес послеоперационного периода по ВАШ в среднем с 6,93 до 1 см, по ODI в среднем с 65,86 до 8,26% [4], в работе [83], по итогам 2-летнего наблюдения, соответствующие показатели снизились с 7,2 до 1,9 см и с 66,4 до 12,8%.

Системы, выполняющие функцию фасеточных суставов. Имплантат Stabilimax NZ («Applied Spine Technologies», США; **рис. 2, з**) разработан с целью коррекции патологических нарушений в нейтральной зоне по Panjabi и эффективно используется при лечении поясничного стеноза и дискогенного болевого синдрома [87, 88]. Конструкция состоит из стержня, в котором находятся две концентрические пружины, благодаря которым оперированный сегмент позвоночника удерживается в нейтральном положении при динамических нагрузках. В настоящее время проводятся рандомизированные контролируемые клинические исследования по оценке использования указанной конструкции, но их результаты пока не опубликованы.

Система динамической стабилизации (Dynamic Stabilization System — DSS) разработана как мягкая стабилизирующая система для хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника [53]. Положительные результаты ее использования, по итогам 24-месячного наблюдения, выражались в снижении интенсивности боли по ВАШ в среднем с 7,3 до 3,7 см, восстановлении качества жизни по ODI с 65 до 27% [11].

Тотальное замещение фасеточных суставов. Системы тотального замещения ФС предназначены для полного функционального восстановления биомеханики заднего опорного комплекса и могут быть использованы как при изолированной патологии ФС, так и в сочетании с дегенерацией МПД, а также после ятрогенной фасетэктомии [14]. Наиболее часто применяется система тотальной фасеточной артропластики (total facet arthroplasty system — TFAS; **рис. 2, д**), система тотальной задней артропластики (total posterior arthroplasty system — TOPS), система анатомической замены ФС (anatomic facet replacement system — AFRS) [14, 89].

Имплантация конструкций для тотального замещения ФС осуществляется при значительной их дегенерации и сопутствующем стенозе позвоночного канала и требует ламинэктомии и билатеральной фасетэктомии [14, 89]. Биомеханические исследования свидетельствуют об эффективном восстановлении физиологического объема движений и нейтральной зоны, что способствует оптимальному распределению осевой нагрузки как в оперированном, так и в смежном сегментах [90, 91].

Кадаверное исследование конструкций типа TOPS на 6 образцах: интактный, после двусторонней фасетэктомии, после установки имплантата — показало высокую эффективность в сохранении физиологического диапазона движения при боковых наклонах

и осевой ротации [90]. Оценка клинических параметров у 29 пациентов со стенозом позвоночного канала на уровне $L_{IV}-L_V$ в течение 2 лет выявила уменьшение показателя ODI в среднем на 41%, снижение выраженности боли по ВАШ в среднем на 76 мм [91]. Y. Anekstein и соавт. [92] по итогам 7-летнего наблюдения получили схожие данные, при этом на контрольных МРТ-граммах в отдаленном периоде не зарегистрировано признаков стенозирования в области хирургического вмешательства и на смежном с операцией уровне.

На кадаверном материале (9 человеческих образцов) с использованием конструкции TFAS показано, что применение данного имплантата позволяет восстановить физиологический диапазон движений, соответствующий таковому неизмененного позвоночника, а также снизить биомеханическую нагрузку на смежные сегменты [93], что было подтверждено в эксперименте [94], а также в сравнении с ригидной стабилизацией [95].

Полная сопоставимость биомеханических характеристик конструкции AFRS и естественной кинематики поясничного отдела позвоночника доказана на кадаверном материале методом конечных элементов [96].

Клинические исследования, посвященные оценке систем TFAS и AFRS, в базе данных PubMed в настоящее время отсутствуют.

Задние межостистые стабилизаторы. Межостистые имплантаты широко используются в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника: центрального стеноза позвоночного канала с псевдоклаудикацией, фораминального стеноза, фасет-синдрома, динамического грыжевого выпячивания [3, 16].

Первая система для межостистой стабилизации Wallis («Abbott Spine», США) была разработана в 1986 г. и представляла собой титановое дистракционное межостистое устройство, которое в последующем модифицировали в РЕЕК-имплантат с двумя полиэфирными лентами. По результатам 13-летнего наблюдения хорошие отдаленные клинические исходы отмечены в 80% случаев [97]. Биомеханическая стабильность, сохранение высоты межтелового промежутка на оперированном уровне и снижение дегенерации смежных МПД в течение минимум 5 лет было подтверждено Y. Jiang и соавт. [98].

В настоящее время разработаны различные конструкции для межостистой стабилизации: X-Stop («Kyphon», США) — титановое дистракционное межостистое устройство; Diam («Medtronic», США) — выполнен из силикона, покрытого лавсановой оболочкой с двумя крепежными лигатурами; Coflex («Paradigm Spine», США; рис. 2, е) — U-образная пружина из титанового сплава с двумя парами крепежных элементов для фиксации к остистым отросткам.

Биомеханическое исследование [18] показало, что устройство X-Stop («Kyphon», США) обеспечивает эффективную дистракцию межостистого промежутка на оперированном уровне без значительных изменений в смежных сегментах. Многоцен-

товое рандомизированное исследование подтвердило высокую эффективность данного имплантата при лечении пациентов со стенозом позвоночного канала на поясничном уровне, а также выявило преимущества при оценке послеоперационных результатов в сравнении с консервативным лечением и декомпрессивными хирургическими вмешательствами [99]. Между тем O. Verhoof и соавт. [100] сообщили о высокой частоте несостоятельности фиксации при лечении пациентов со стенозом позвоночного канала, обусловленным дегенеративным спондилолистезом. При сравнительном анализе результатов консервативного лечения и имплантации конструкции X-Stop получены статистически значимо лучшие показатели по ВАШ, которые сохранялись в течение 7-летнего катамнеза, при этом интраоперационные осложнения зарегистрированы в 4,9% случаев, послеоперационные — в 11,1% [101]. При сравнении результатов лечения после минимальноинвазивной декомпрессии и межостистой фиксации X-Stop выявлено сопоставимое улучшение функционального состояния по ODI [102], но повторные вмешательства чаще требовались пациентам с установленным межостистым спейсером [100].

Стойкое клиническое улучшение: уменьшение выраженности боли по ВАШ с $7,8 \pm 1,5$ до $1,3 \pm 2,2$ см, восстановление функционального состояния по ODI с $24,6 \pm 3,5$ до $6,3 \pm 7,6\%$ — констатировали у 31 (91%) пациента по результатам 3-летнего наблюдения [103]. При сравнительном анализе пациентов по прошествии 2 лет после герниэктомии и декомпрессии в сочетании со стабилизацией DIAM получены схожие клинические результаты, при этом снижение потребности в анальгетиках составило 47,9 и 56,7% соответственно, восстановление трудоспособности — 38,0 и 45,7% соответственно [104]. Кроме этого, имплантация данного устройства в смежный со спондилодезированным сегмент позволяет значимо снизить дегенерацию МПД и статистически значимо улучшить клинические показатели по ВАШ и ODI в сравнении с группой изолированного ригидного спондилодеза [105].

Имплантат Coflex является устройством нового поколения, который эффективно стабилизирует смежные позвонки, ограничивая амплитуду сгибания и разгибания [3, 106]. В клинических исследованиях показана высокая эффективность данной системы. При наблюдении 61 пациента в течение 40,4 (27–51) мес отмечено снижение уровня боли по ВАШ в спине с $4,7 \pm 2,0$ до $2,4 \pm 1,7$ см, в ногах с $6,9 \pm 1,7$ до $2,4 \pm 2,0$ см и улучшение функционального состояния по ODI с $23,0 \pm 8,5$ до $11,3 \pm 9,4\%$ [106]; у 126 пациентов со средним катамнезом 6,3 года отмечено снижение боли в спине в среднем с 6,4 до 1,8 см, в ногах — с 6,6 до 0,8 см [107]. Сравнительный анализ заднебокового спондилодеза и межостистой стабилизации Coflex не выявил различий по частоте ревизионных оперативных вмешательств [108]. N. Kumar и соавт. [109] получили лучшие клинические показатели по ВАШ и ODI по сравнению с таковыми при ригидном спондилодезе по прошествии 48 мес наблюдения [109]. Однако

в исследовании с 60-месячным катамнезом наблюдения после имплантации Soflex ($n=18$) и DIAM ($n=7$) констатированы низкая доля хороших и отличных результатов — 50 и 42,9% соответственно, значительная потеря коррекции высоты заднего межтелового промежутка и высокая частота ревизионных вмешательств — 16,7 и 28,6% соответственно, что указывает на необходимость проведения многоцентровых исследований с участием большего числа пациентов [110].

Заключение. В настоящее время актуальным является выбор способа хирургического вмешательства, который напрямую зависит от степени выраженности дегенеративных изменений позвоночно-двигательного сегмента. При этом отсутствуют объективные клинично-инструментальные подтверждения оптимальной методики оперативного лечения.

Современные клинические и биомеханические данные свидетельствуют о преимуществах динамической фиксации перед ригидной стабилизацией. Это подтверждает приоритетность сохранения естественной биомеханики оперированного отдела позвоночника.

Несмотря на то что разработано немало систем и конструкций для передней и задней динамической фиксации пояснично-крестцового отдела позвоночника, четкие показания к их установке до сих пор не сформулированы.

Гетерогенность динамических устройств обуславливает статистически значимые различия в биомеханических эффектах их использования. Наиболее перспективным с позиции полноценного сохранения физиологического объема движений является применение искусственных протезов МПД. Это связано с возможностью тотального удаления патоморфологического субстрата и с конструктивными особенностями имплантата, имитирующими структуру и функцию нормального позвоночно-двигательного сегмента.

Таким образом, в настоящее время актуальным является исследование возможности дифференцированного определения хирургической тактики с учетом индивидуальных анатомо-морфологических и биомеханических особенностей оперированного сегмента и максимального сохранения функциональности пояснично-крестцового отдела позвоночника.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Абакиров М.Д., Круглов И.А., Абдурахманов Р.Р. и др. Эндопротезирование межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. Хирургия позвоночника. 2016; 13 (1): 59-66. [Abakirov M.D., Kruglov I.A., Abdurakhmanov R.R. et al. Endoprosthetics of the intervertebral discs of the lumbar spine. *Hirurgiya pozvonochnika*. 2016; 13(1):59-66. (in Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.1.59-66>.
2. Бывальцев В.А., Белых Е.Г., Калинин А.А., Сорокиных В.А. Клиника, диагностика и хирургическое лечение грыж межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника. Иркутск: ИНЦХТ; 2016. [Byvaltsev V.A., Belykh E.G., Kalinin A.A., Sorokovikov V.A. Clinic, diagnosis and surgical treatment of hernias of intervertebral discs of the lumbosacral spine. Irkutsk: INCHT; 2016 (in Russ.)].
3. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Шепелев В.В. Нестабильные формы дегенеративных заболеваний позвоночно-двигательных сегментов пояснично-крестцового отдела позвоночника: диагностика и хирургическое лечение. Новосибирск: Наука; 2017. [Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Shepelev V.V. Unstable forms of degenerative diseases of the vertebral motor segments of the lumbosacral spine: diagnosis and surgical treatment. Novosibirsk: Nauka; 2017 (in Russ.)].
4. Kaner T., Sasani M., Okenoglu T. et al. Utilizing dynamic rods with dynamic screws in the surgical treatment of chronic instability: a prospective clinical study. *Turk Neurosurg*. 2009; 19(4):319-326.
5. Kaner T., Ozer A.F. Dynamic stabilization for challenging lumbar degenerative diseases of the spine: a review of the literature. *Adv Orthop*. 2013; 2013:753470. <https://doi.org/10.1155/2013/753470>.
6. Panjabi M.M. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003; 13(4):371-379.
7. Hu R.W., Jaglal S., Axcell T., Anderson G. A population based study of reoperations after back surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997; 22(19):2265-2271.
8. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешикова А.К. и др. Фасеточная фиксация в комбинации с межтеловым спондилодезом: сравнительный анализ и клинический опыт нового способа хирургического лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Вестник РАМН. 2016; 71(5):375-383 [Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Okoneshnikova A.K. et al. Facet fixation in combination with interbody spondylosidesis: comparative analysis and clinical experience of a new method of surgical treatment of patients with degenerative diseases of the lumbar spine. *Vestnik RAMN*. 2016; 71 (5): 375-383 (in Russ.)]. <https://doi.org/10.15690/vramn738>.
9. Mummaneni P.V., Haid R.W., Rodts G.E. Lumbar interbody fusion: state-of-the-art technical advances. *J Neurosurg*. 2004; 101(1):24-30. <https://doi.org/10.3171/spi.2004.1.1.0024>.
10. Ozer A.F., Okenoglu T., Egemen E. et al. Comparison of the rigid rod system with modular plate with the finite element analysis in short-segment posterior stabilization in the lower lumbar region. *Turk Neurosurg*. 2017; 27(4):610-616. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.16203-15.1>.
11. Sengupta D., Mulholland R.C., Pimenta L. Prospective clinical study of dynamic stabilization with the DSS system in isolated activity related mechanical low back pain, with outcome at minimum 2-year follow-up. *Spine J*. 2006; 6(5):147.
12. Xia X.P., Chen H.L., Cheng H.B. Prevalence of adjacent segment degeneration after spine surgery: a systematic review and meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38(7):597-608. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318273a2ea>.
13. Gomleksiz C., Sasani M., Okenoglu T., Ozer A.F. A short history of posterior dynamic stabilization. *Adv Orthop*. 2012; 2012:629698. [HTTPS://DOI.ORG/10.1155/2012/629698](https://doi.org/10.1155/2012/629698).
14. Khoueir P., Kim K.A., Wang M.Y. Classification of posterior dynamic stabilization devices. *Neurosurg Focus*. 2007; 22(1):E3.
15. Chou D., Lau D., Skelly A., Ecker E. Dynamic stabilization versus fusion for treatment of degenerative spine conditions. *Evid Based Spine Care J*. 2011; 2(3):33-42. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1267111>.
16. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Пестряков Ю.Я. и др. Анализ результатов применения тотальной артропластики межпозвонкового диска пояснично-крестцового отдела позвоночника протезом М6-Л: мультицентровое исследование. Вестник РАМН. 2017; 72(5):393-402. [Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Pestryakov Yu. Ya. et al. Analysis of the results of the use of total arthroplasty of the intervertebral disc of the lumbosacral spine with a M6-L prosthesis: a multicenter study. *Vestnik RAMN*. 2017; 72(5):393-402. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.15690/vramn782>.
17. Gamradt S.C., Wang J.C. Lumbar disc arthroplasty. *Spine J*. 2005; 5(1):95-103. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.09.006>.
18. Link H.D. History, design and biomechanics of the LINK SB Charite artificial disc. *Arthroplasty of the Spine*. Springer; 2004. <https://doi.org/10.1007/s00586-002-0475-x>.
19. Zigler J.E., Delamarter R.B. Five-year results of the prospective, randomized, multicenter, Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential arthrodesis for the treatment of single-level degenerative disc disease. *J Neurosurg Spine*. 2012; 17(6):493-501. <https://doi.org/10.3171/2012.9.SPINE11498>.

20. Mathews H.H., LeHuec J.-C., Friesem T. et al. Design rationale and biomechanics of Maverick Total Disc arthroplasty with early clinical results. *Spine J.* 2004;4(6):S268-S275. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.07.017>.
21. Park C.K. Total disc replacement in lumbar degenerative disc diseases. *J Korean Neurosurg Soc.* 2015;58(5):401-411. <https://doi.org/10.3340/jkns.2015.58.5.401>.
22. Vital J.M., Boissière L. Total disc replacement. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100:S1-S14. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2013.06.018>.
23. Daftari T.K., Chinthakunta S.R., Ingalhalikar A. et al. Kinematics of a selectively constrained radiolucent anterior lumbar disc: comparisons to hybrid and circumferential fusion. *Clin Biomech. (Bristol, Avon).* 2012;27(8):759-765. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.05.010>.
24. Erkan S., Rivera Y., Wu C. et al. Biomechanical comparison of a two-level Maverick disc replacement with a hybrid one-level disc replacement and one-level anterior lumbar interbody fusion. *Spine J.* 2009;9(10):830-835. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2009.04.014>.
25. Hoff E.K., Strube P., Pumberger M. et al. ALIF and total disc replacement versus 2-level circumferential fusion with TLIF: a prospective, randomized, clinical and radiological trial. *Eur Spine J.* 2016;25(5):1558-1566. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3852-y>.
26. Berg S., Gillberg-Aronsson N. Clinical outcomes after treatment with disc prostheses in three lumbar segments compared to one- or two segments. *Int J Spine Surg.* 2015;9:49. <https://doi.org/10.14444/2049>.
27. Clavel P., Ungureanu G., Catalá I. et al. Health-related quality of life in patients undergoing lumbar total disc replacement: A comparison with the general population. *Clin Neurol Neurosurg.* 2017;160:119-124. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2017.07.007>.
28. Siepe C.J., Heider F., Wiechert K. et al. Mid- to long-term results of total lumbar disc replacement: a prospective analysis with 5- to 10-year follow-up. *Spine J.* 2014;14(8):1417-1431. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.08.028>.
29. Tropicano P., Huang R.C., Girardi F.P. et al. Lumbar total disc replacement. Seven to eleven-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(3):490-496. <https://doi.org/10.2106/JBJS.C.01345>.
30. Park C.K., Ryu K.S., Jee W.H. Degenerative changes of discs and facet joints in lumbar total disc replacement using ProDisc II: minimum two-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33(16):1755-1761. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31817b8fed>.
31. Park C.K., Ryu K.S., Lee K.Y., Lee H.J. Clinical outcome of lumbar total disc replacement using ProDisc-L in degenerative disc disease: minimum 5-year follow-up results at a single institute. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(8):672-677. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31822ecd85>.
32. Guyer R.D., McAfee P.C., Banco R.J. et al. Prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of lumbar total disc replacement with the CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: five-year follow-up. *Spine J.* 2009;9(5):374-386. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2008.08.007>.
33. Van den Eerenbeemt K.D., Ostelo R.W., van Royen B.J. et al. Total disc replacement surgery for symptomatic degenerative lumbar disc disease: a systematic review of the literature. *Eur Spine J.* 2010;9(8):1262-1280. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1445-3>.
34. Mattei T.A., Beer J., Teles A.R. et al. Clinical outcomes of total disc replacement versus anterior lumbar interbody fusion for surgical treatment of lumbar degenerative disc disease. *Global Spine J.* 2017;7(5):452-459. <https://doi.org/10.1177/2192568217712714>.
35. Helgeson M.D., Bevevino A.J., Hilibrand A.S. Update on the evidence for adjacent segment degeneration and disease. *Spine J.* 2013;13(3):342-351. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2012.12.009>.
36. Zigler J.E., Glenn J., Delamarter R.B. Five-year adjacent-level degenerative changes in patients with single-level disease treated using lumbar total disc replacement with ProDisc-L versus circumferential fusion. *J Neurosurg Spine.* 2012;17(6):504-511. <https://doi.org/10.3171/2012.9.SPINE11717>.
37. Plais N., Thevenot X., Cogniet A. et al. Maverick total disc arthroplasty performs well at 10 years follow-up: a prospective study with HRQL and balance analysis. *Eur Spine J.* 2018;27(3):720-727. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5065-z>.
38. Laugesen L.A., Paulsen R.T., Carreon L. et al. Patient-reported outcomes and revision rates at a mean follow-up of 10 years after lumbar total disc replacement. *Spine (Phila Pa 1976).* 2017;42(21):1657-1663. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002174>.
39. Park S.J., Lee C.S., Chung S.S. et al. Long term outcomes following lumbar total disc replacement using ProDisc-II average 10-year follow-up at a single institute. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41(11):971-977. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001527>.
40. Lu S.B., Hai Y., Kong C. et al. An 11-year minimum follow-up of the Charite III lumbar disc replacement for the treatment of symptomatic degenerative disc disease. *Eur Spine J.* 2015;24(9):2056-2064. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3939-5>.
41. Guyer R.D., Pettine K., Roh J.S. et al. Five-year follow-up of a prospective, randomized trial comparing two lumbar total disc replacements. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41(1):3-8. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001168>.
42. Yue J.J., Garcia R., Miller L.E. The activL(®) artificial disc: a next generation motion-preserving implant for chronic lumbar discogenic pain. *Med Devices (Auckl).* 2016;9:75-84. <https://doi.org/10.2147/MDER.S102949>.
43. Malham G.M., Parker R.M. Early experience with lateral lumbar total disc replacement: Utility, complications and revision strategies. *J Clin Neurosci.* 2017;39:176-183. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.01.033>.
44. Sasani M., Aydin A.L., Oktenoglu T. et al. The combined use of a posterior dynamic transpedicular stabilization system and a prosthetic disc nucleus device in treating lumbar degenerative disc disease with disc herniations. *SAS J.* 2008;2(3):130-136. <https://doi.org/10.1016/SASJ-2008-0008-NT>.
45. Selviaridis P., Foroglou N., Tsitlakidis A. et al. Long-term outcome after implantation of prosthetic disc nucleus device (PDN) in lumbar disc disease. *Hippokratia.* 2010;14(3):176-184.
46. Zhang Z.M., Zhao L., Qu D.B., Jin D.D. Artificial nucleus replacement: surgical and clinical experience. *Orthop Surg.* 2009;1(1):52-57. <https://doi.org/10.1111/j.1757-7861.2008.00010.x>.
47. Alpiñar-Aguirre A., Mireles-Cano J.N., Rosales-Olivares M. et al. Clinical and radiological follow-up of nubac disc prosthesis. Preliminary report. *Cir Cir* 2008;76(4):311-315.
48. Brown T., Bao Q.B., Kilpela T., Songer M. An in vitro biotribological assessment of NUBAC, a polyetheretherketone-on-polyetheretherketone articulating nucleus replacement device: methodology and results from a series of wear tests using different motion profiles, test frequencies, and environmental conditions. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(16):E774-81. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181d59e45>.
49. Bao Q.B., Songer M., Pimenta L. et al. Nubac disc arthroplasty: preclinical studies and preliminary safety and efficacy evaluations. *SAS J.* 2007;1(1):36-45. <https://doi.org/10.1016/SASJ-2006-0007-RR>.
50. Sieber A.N., Kostuik J.P. Concepts in nuclear replacement. *Spine J.* 2004;4(6 Suppl):322S-45S. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.07.029>.
51. Ahrens M., Tsantrizos A., Donkerstloot P. et al. Nucleus replacement with the dascor disc arthroplasty device. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(13):1376-1384. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181a3967f>.
52. Kanayama M., Hashimoto T., Shigenobu K. et al. A minimum 10-year follow-up of posterior dynamic stabilization using graf artificial ligament. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(18):1992-1996. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318133faae>.
53. Sengupta D.K., Mulholland R.C. Fulcrum assisted soft stabilization system: a new concept in the surgical treatment of degenerative low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(9):1019-1029.
54. Hadlow S.V., Fagan A.B., Hillier T.M., Fraser R.D. The graft ligamentoplasty procedure: comparison with posterolateral fusion in the management of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998;23(10):1172-1179.
55. Choi Y., Kim K., So K. Adjacent segment instability after treatment with a graf ligament at minimum 8 years' follow up.

- Clin Orthop Relat Res. 2009;467(7):1740-1746. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0887-6>.
56. Grevitt M.P., Gardner A.D., Spilsbury J. et al. The Graf stabilization system: early results in 50 patients. *Eur Spine J.* 1995;4(3):169-175.
 57. Markwalder T.M., Wenger M. Dynamic stabilization of lumbar motion segments by use of Graf's ligaments: results with an average follow-up of 7.4 years in 39 highly selected, consecutive patients. *Acta Neurochir (Wien)*. 2003;145(3):209-214. <https://doi.org/10.1007/s00701-002-1056-9>.
 58. Stoll T.M., Dubois G., Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: a multi-center study of a novel non-fusion system. *Eur. Spine J.* 2002;11 Suppl 2:S170-178. <https://doi.org/10.1007/s00586-002-0438-2>.
 59. Cakir B., Carazzo C., Schmidt R. et al. Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(12):1287-1291. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181a136ab>.
 60. Cienclala J., Chaloupka R., Repko M., Krbec M. Dynamic neutralization using the Dynesys system for treatment of degenerative disc disease of the lumbar spine. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2010;77(3):203-208 [Article in Czech].
 61. Grob D., Benini A., Junge A., Mannion A.F. Clinical experience with the dynesyssemirigid fixation system for the lumbar spine: surgical and patient-oriented outcome in 50 cases after an average of 2 years. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(3):324-331.
 62. Schaeren S., Broger I., Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(18):E636-642. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31817d2435>.
 63. Putzier M., Hoff E., Tohtz S. et al. Dynamic stabilization adjacent to single-level fusion: part II. No clinical benefit for asymptomatic, initially degenerated adjacent segments after 6 years follow-up. *Eur Spine J.* 2010;19(12):2181-2189. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1517-4>.
 64. Strube P., Tohtz S., Hoff E. et al. Dynamic stabilization adjacent to single-level fusion: part I. Biomechanical effects on lumbar spinal motion. *Eur Spine J.* 2010;19(12):2171-2180. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1549-9>.
 65. Zhang L., Shu X., Duan Y. et al. Effectiveness of ISOBAR TTL semi-rigid dynamic stabilization system in treatment of lumbar degenerative disease. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2012;26(9):1066-1070 [Article in Chinese].
 66. Sangiorgio S.N., Sheikh H., Borkowski S.L. et al. Comparison of three posterior dynamic stabilization devices. *BRS*. 2011;36(19):E1251-1258. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318206cd84>.
 67. Barrey C., Perrin G., Champain S. Pedicle-screw-based dynamic systems and degenerative lumbar diseases: biomechanical and clinical experiences of dynamic fusion with Isobar TTL. *ISRN Orthop*. 2013;2013:183702. <https://doi.org/10.1155/2013/183702>.
 68. Qian J., Bao Z.H., Li X. et al. Short-term therapeutic efficacy of the Isobar TTL dynamic internal fixation system for the treatment of lumbar degenerative disc diseases. *Pain Physician*. 2016;19(6):E853-861.
 69. Gao J., Zhao W., Zhang X. et al. MRI analysis of the Isobar TTL internal fixation system for the dynamic fixation of intervertebral discs: a comparison with rigid internal fixation. *J Orthop Surg Res*. 2014;9:43. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-9-43>.
 70. Coe J.D., Kitchel S.H., Meisel H.J. et al. NFlex dynamic stabilization system: two year clinical outcomes of multi-center study. *J Korean Neurosurg Soc*. 2012;51(6):343-349. <https://doi.org/10.3340/jkns.2012.51.6.343>.
 71. Gornet M.F., Chan F.W., Coleman J.C. et al. Biomechanical assessment of a PEEK rod system for semi-rigid fixation of lumbar fusion constructs. *J Biomech Eng*. 2011;133(8):081009. <https://doi.org/10.1115/1.4004862>.
 72. Ormond D.R., Albert Jr. L., Das K. Polyetheretherketone (PEEK) rods in lumbar spine degenerative disease: a case series. *Clin Spine Surg*. 2016;29(7):E371-375. <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e318277cb9b>.
 73. Abode-Iyamah K., Kim S.B., Grosland N. et al. Spinal motion and intradiscal pressure measurements before and after lumbar spine instrumentation with titanium or PEEK rods. *J Clin Neurosci*. 2014;21(4):651-655. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2013.08.010>.
 74. Obid P., Danyali R., Kueny R. et al. Hybrid instrumentation in lumbar spinal fusion: a biomechanical evaluation of three different instrumentation techniques. *Global Spine J.* 2017;7(1):47-53. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1583945>.
 75. Tahal D., Madhavan K., Chieng L.O. et al. Metals in spine. *World Neurosurg*. 2017;100:619-627. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.12.105>.
 76. Lukina E., Kollerov M., Meswania J. et al. Fretting corrosion behavior of nitinol spinal rods in conjunction with titanium pedicle screws. *Mater Sci. Eng. C Mater Biol Appl*. 2017;72:601-610. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.11.120>.
 77. Колесов С.В., Колбовский Д.А., Казьмин А.И., Морозова Н.С. Применение стержней из нитинола при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового перехода. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(1):41-49. [Kolesov S.V., Kolbovsky D.A., Kazmin A.I., Morozova N.S. The use of nitinol rods in the surgical treatment of degenerative diseases of the spine with fixation of the lumbosacral junction. *Hirurg Pozvonoc*. 2016;13(1):41-49 (in Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.1.41-49>.
 78. Давыдов Е.А., Мушкин А.Ю., Зуев И.В. и др. Применение биологически и механически совместимых имплантатов из нитинола для хирургического лечения повреждений и заболеваний позвоночника и спинного мозга. *Гений ортопедии*. 2010;1:5-11. [Davydov E.A., Mushkin A.Yu., Zuev I.V. et al. The use of biologically and mechanically compatible implants from nitinol for the surgical treatment of injuries and diseases of the spine and spinal cord. *Genij Ortopedii*. 2010;1:5-11. (in Russ.)].
 79. Зуев И.В., Шедренюк В.В., Орлов С.В. и др. Опыт динамической фиксации нитиноловыми имплантатами при дегенеративных заболеваниях позвоночника. *Гений ортопедии*. 2014;2:30-38. [Zuev I.V., Shchedrenok V.V., Orlov S.V. et al. The experience of dynamic fixation of nitinol implants in degenerative diseases of the spine. *Genij Ortopedii*. 2014;2:30-38. (in Russ.)].
 80. Schmoelz W., Onder U., Martin A., Stempel A.V. Nonfusion instrumentation of the lumbar spine with a hinged pedicle screw rod system: an in vitro experiment. *Eur Spine J.* 2009;18(10):1478-1485. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-1052-3>.
 81. Bozkus H., Senoglu M., Baek S. et al. Dynamic lumbar pedicle screw-rod stabilization: in vitro biomechanical comparison with standard rigid pedicle screw-rod stabilization. *J Neurosurg Spine*. 2010;12(2):183-189. <https://doi.org/10.3171/2009.9.SPINE0951>.
 82. Kaner T., Sasani M., Oktenoglu T. et al. Clinical outcomes of degenerative lumbar spinal stenosis treated with lumbar decompression and the Cosmic "semirigid" posterior system. *SAS J.* 2010;4(4):99-106. <https://doi.org/10.1016/j.esas.2010.09.003>.
 83. Ozer A.F., Oktenoglu T., Egemen E. et al. Lumbar single-level dynamic stabilization with semi-rigid and full dynamic systems: a retrospective clinical and radiological analysis of 71 patients. *Clin Orthop Surg*. 2017;9(3):310-316. <https://doi.org/10.4055/cios.2017.9.3.310>.
 84. Stoffel M., Behr M., Reinke A. et al. Pedicle screw-based dynamic stabilization of the thoracolumbar spine with the Cosmic-system: a prospective observation. *Acta Neurochir. (Wien)*. 2010;152(5):835-843. <https://doi.org/10.1007/s00701-009-0583-z>.
 85. Erbulut D.U., Kiapour A., Oktenoglu T. et al. A computational biomechanical investigation of posterior dynamic instrumentation: combination of dynamic rod and hinged (dynamic) screw. *J Biomech Eng*. 2014;136(5):051007. <https://doi.org/10.1115/1.4027060>.
 86. Yu A.K., Siegfried C.M., Chew B. et al. Biomechanics of posterior dynamic fusion systems in the lumbar spine: implications for stabilization with improved arthrodesis. *Clin Spine Surg*. 2016;29(7):E325-330. <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e31827588b1>.
 87. Panjabi M.M., Timm J.P. Development of Stabilimax NZ from biomechanical principles. *SAS J.* 2007;1(1):2-7. <https://doi.org/10.1016/SASJ-2006-0006-CO>.
 88. Yue J.J., Timm J.P., Panjabi M.M., Jaramillo-de la Torre J. Clinical application of the Panjabi neutral zone hypothesis: the Stabilimax NZ posterior lumbar dynamic stabilization system. *Neurosurg Focus*. 2007;22(1):E12.

89. Bono C.M., Kadaba M., Vaccaro A.R. Posterior pedicle fixation-based dynamic stabilization devices for the treatment of degenerative diseases of the lumbar spine. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22(5):376-383. <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e31817c6489>.
90. Wilke H.J., Schmidt H., Werner K. et al. Biomechanical evaluation of a new total posterior element replacement system. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(24):2790-2796. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000245872.45554.c0>.
91. McAfee P., Khoo L.T., Pimenta L. et al. Treatment of lumbar spinal stenosis with a total posterior arthroplasty prosthesis: implant description, surgical technique, and a prospective report on 29 patients. *Neurosurg Focus*. 2007;22(1):E13.
92. Anekstein Y., Floman Y., Smorgick Y. et al. Seven years follow-up for total lumbar facet joint replacement (TOPS) in the management of lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2015;24(10):2306-2314. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/s00586-015-3850-0](https://doi.org/10.1007/s00586-015-3850-0).
93. Phillips F.M., Tzermiadianos M.N., Voronov L.I. et al. Effect of the total facet arthroplasty system after complete laminectomy-facetectomy on the biomechanics of implanted and adjacent segments. *Spine J.* 2009;9(1):96-102. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2008.01.010>.
94. Voronov L.I., Havey R.M., Rosler D.M. et al. L5-S1 segmental kinematics after facet arthroplasty. *SAS J.* 2009;3(2):50-58. <https://doi.org/10.1016/SASJ-2009-0001-RR>.
95. Sjøvold S.G., Zhu Q., Bowden A. et al. Biomechanical evaluation of the Total Facet Arthroplasty System® (TFAS®): loading as compared to a rigid posterior instrumentation system. *Eur Spine J.* 2012;21(8):1660-1673. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2253-8>.
96. Goel V.K., Mehta A., Jangra J. et al. Anatomic Facet Replacement System (AFRS) restoration of lumbar segment mechanics to intact: a finite element study and in vitro cadaver investigation. *SAS J.* 2007;1(1):46-54. <https://doi.org/10.1016/SASJ-2006-0010-RR>.
97. Senegas J. Mechanical supplementation by non-rigid fixation in degenerative intervertebral lumbar segments: the wallis system. *Eur Spine J.* 2002;11(2):S164-169. <https://doi.org/10.1007/s00586-002-0423-9>.
98. Jiang Y.Q., Che W., Wang H.R. et al. Minimum 5 year follow-up of multi-segmental lumbar degenerative disease treated with discectomy and the Wallis interspinous device. *J Clin Neurosci.* 2015;22(7):1144-1149. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2014.12.016>.
99. Zucherman J.F., Hsu K.Y., Hartjen C.A. et al. A multicenter, prospective, randomized trial evaluating the X STOP interspinous process decompression system for the treatment of neurogenic intermittent claudication: two-year follow-up results. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(12):1351-1358.
100. Verhoof O.J., Bron J.L., Wapstra F.H., Van Royen B.J. High failure rate of the interspinous distraction device (X Stop) for the treatment of lumbar spinal stenosis caused by degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J.* 2008;17(2):188-192. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0492-x>.
101. Puzilli F., Gazzeri R., Galarza M. et al. Interspinous spacer decompression (X-STOP) for lumbar spinal stenosis and degenerative disk disease: a multicenter study with a minimum 3-year follow-up. *Clin Neurol Neurosurg.* 2014;124:166-174. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2014.07.004>.
102. Lonne G., Johnsen L.G., Rossvoll I. et al. Minimally invasive decompression versus X-Stop in lumbar spinal stenosis: a randomized controlled multicenter study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(2):77-85. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000691>.
103. Lu K., Liliang P.C., Wang H.K. et al. Clinical outcome following DIAM implantation for symptomatic lumbar internal disk disruption: a 3-year retrospective analysis. *J Pain Res.* 2016;9:917-924. <https://doi.org/10.2147/JPR.S115847>.
104. Krappel F., Brayda-Bruno M., Alessi G. et al. Herniectomy versus herniectomy with the DIAM spinal stabilization system in patients with sciatica and concomitant low back pain: results of a prospective randomized controlled multicenter trial. *Eur Spine J.* 2017;26(3):865-876. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4796-6>.
105. Lu K., Liliang P.C., Wang H.K. et al. Reduction in adjacent-segment degeneration after multilevel posterior lumbar interbody fusion with proximal DIAM implantation. *J Neurosurg Spine.* 2015;23(2):190-196. <https://doi.org/10.3171/2014.12.SPINE14666>.
106. Park S.C., Yoon S.H., Hong Y.P. et al. Minimum 2-year follow-up result of degenerative spinal stenosis treated with Interspinous U (coflex). *J Korean Neurosurg Soc.* 2009;46(4):292-299. <https://doi.org/10.3340/jkns.2009.46.4.292>.
107. Errico T.J., Kamerlink J.R., Quirio M. et al. Survivorship of colex Interlaminar-Interspinous Implant. *SAS J.* 2009;3(2):59-67. <https://doi.org/10.1016/SASJ-2008-0027-RR>.
108. Bae H.W., Laurysen C., Maislin G. et al. Therapeutic sustainability and durability of colexinterlaminar stabilization after decompression for lumbar spinal stenosis: a four year assessment. *Int J Spine Surg.* 2015;9:15. <https://doi.org/10.14444/2015>.
109. Kumar N., Shah S.M., Ng Y.H. et al. Role of colex as an adjunct to decompression for symptomatic lumbar spinal stenosis. *Asian Spine J.* 2014;8(2):161. <https://doi.org/10.4184/asj.2014.8.2.161>.
110. Kim Y.J., Lee S.G., Park C.W. et al. Long-term follow-up (minimum 5 years) study of single-level posterior dynamic stabilization in lumbar degenerative disease; «Interspinous U» & «DIAM». *Korean J Spine.* 2012;9(2):102-107. <https://doi.org/10.14245/kjs.2012.9.2.102>.

Сведения об авторах: Бывальцев В.А.* — доктор мед. наук, зав. курсом нейрохирургии ИГМУ; главный нейрохирург ОАО «РЖД», руководитель центра нейрохирургии Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД»; зав. научно-клиническим отделом нейрохирургии и ортопедии Иркутского научного центра хирургии и травматологии; профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии ИГМАПО, <https://orcid.org/0000-0003-4349-7101>, e-mail: byval75vadim@yandex.ru; Калинин А.А. — канд. мед. наук, доцент курса нейрохирургии ИГМУ, врач нейрохирургического отделения Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД», <https://orcid.org/0000-0002-6059-4344>; Пестряков Ю.Я. — аспирант курса нейрохирургии ИГМУ; Алиев М.А. — канд. мед. наук, докторант курса нейрохирургии ИГМУ.

Для контактов: Бывальцев В.А. — e-mail: byval75vadim@yandex.ru

Information about the authors: Byvaltsev V.A. — Dr. of Sci. (Med.), head of the neurosurgery course, Irkutsk State Medical University; leading neurosurgeon, head of the neurosurgery center, Road Clinical Hospital at Irkutsk Passenger railway station; head of the Scientific Center of Surgery and Traumatology; professor, chair of traumatology, orthopaedics and neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy for Postgraduate Education, <https://orcid.org/0000-0003-4349-7101>, e-mail: byval75vadim@yandex.ru; Kalinin A.A. — Cand. of Sci. (Med.), assistant professor, neurosurgery course, Irkutsk State Medical University; physician, neurosurgical department, Road Clinical Hospital at Irkutsk Passenger railway station, <https://orcid.org/0000-0002-6059-4344>; Pestryakov Yu. Ya. — postgraduate, neurosurgery course, Irkutsk State Medical University; Aliev M.A. — Cand. of Sci. (Med.), doctoral candidate, neurosurgery course, Irkutsk State Medical University.

Contact: Byvaltsev V.A. — e-mail: byval75vadim@yandex.ru

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННОЙ С «ХОЛОДНОЙ СВАРКОЙ» АДАПТЕРА МОДУЛЬНОЙ ГОЛОВКИ С КОНУСОМ СТАБИЛЬНО-ОСТЕОИНТЕГРИРОВАННОГО БЕДРЕННОГО КОМПОНЕНТА ИМПЛАНТАТА M2A-MAGNUM, ПРИ ВЫБОРЕ ОБЪЕМА РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Н.В. Загородний, О.А. Кудинов, Д.Б. Аюшеев, К.Д. Шельпяков

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

Ключевые слова: тазобедренный сустав, ревизионное эндопротезирование

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Загородний Н.В., Кудинов О.А., Аюшеев Д.Б., Шельпяков К.Д. Альтернативное решение проблемы, связанной с «холодной сваркой» адаптера модульной головки с конусом стабильно-остеоинтегрированного бедренного компонента имплантата M2a-Magnum, при выборе объема ревизионного эндопротезирования. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:56-59. <https://doi.org/10.17116/vto201902156>

AN ALTERNATIVE SOLUTION TO THE PROBLEM OF «COLD WELDING» THE ADAPTER OF THE MODULAR HEAD WITH THE CONE OF THE STABLY OSSEOINTEGRATED FEMORAL COMPONENT OF THE M2A-MAGNUM IMPLANT, WHEN CHOOSING THE VOLUME OF REVISION ENDOPROSTHETICS

N.V. Zagorodni, O.A. Kudinov, D.B. Ayusheev, K.D. Shelpyakov

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

Key words: hip joint, revision endoprosthesis

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Zagorodni NV, Kudinov OA, Ayusheev DB, Shelpyakov KD. An alternative solution to the problem of «cold welding» the adapter of the modular head with the cone of the stably osseointegrated femoral component of the M2a-Magnum implant, when choosing the volume of revision endoprosthesis. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:56-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902156>

Основные преимущества модульной системы M2a-Magnum заключаются в наличии пары трения металл—металл с минимальным износом большой головки, являющейся простым решением, позволяющим достичь амплитуды движений в тазобедренном суставе более 160° практически без риска вывиха [1]. Это позволяет беспрепятственно продолжать активную работу и занятия спортом. Вместе с тем система не лишена недостатков. Прежде всего, это не изученная опасность попадания ионов металлов в кровь, а также проблема развития местной «псевдоопухолевой» лимфоидной реакции [2, 3], ведущей к обширному остеолиту, повышенному риску перипротезных переломов, и, соответственно, увеличивающей частоту дестабилизации эндопротезов. В настоящее время применение подобных конструкций практически приостановлено, но в мире остается более 1 млн пациентов [4] с имплантированными большими «металл—металлическими парами». При ревизионных операциях с имплантатами M2a-Magnum главной проблемой часто становится невозможность снять с конуса шейки бедренного компонента адаптер модульной го-

ловки. Причиной считается фреттинг-коррозия, ведущая к эффекту холодной сварки. Последняя характерна для соединения титановых поверхностей (адаптер модульной головки и шейки бедренного компонента). Причем, надо отметить, что система M2a-38 не имеет титанового адаптера, сделана целиком из кобальт-хромового сплава и лишена этой проблемы [4].

По данным литературы, в 29% (20 из 70) ревизий имплантата M2a-Magnum не удавалось удалить модульную головку с шейки ударами молотка через импактор. При этом в 60% клинических наблюдений (12 операций из 20), в которых имелись трудности с удалением модульной головки, возникала необходимость в незапланированных при предоперационном планировании ревизиях стабильных бедренных компонентов. При этом среднее время операции (144 мин; диапазон 75—274 мин) и кровопотеря (725 мл; диапазон 300—2200 мл) при ревизии с заклинившим адаптером головки были больше, чем при ревизиях без проблем с его удалением (77 мин, диапазон 33—197 мин, $p < 0,001$ и 475 мл, диапазон, 50—1500 мл, $p = 0,004$ соответственно) [5].

В статье приводится собственное наблюдение по данной проблеме.

В феврале 2019 г. в отделение эндопротезирования НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова госпитализирована пациентка К., 44 лет, с диагнозом: нестабильность эндопротеза правого тазобедренного сустава. Первичное эндопротезирование выполнено в 2008 г. в другом учреждении, использован имплантат фирмы «Biomet M2a-Magnum» (бедренный компонент Taperloc 12,5×145 мм, ацетабулярный компонент 52×46 мм, конический адаптер модульной головки 42–50 мм/–3 мм, модульная головка 46 мм). В 2013 г. пациентка упала, после чего появились и стали прогрессировать боли в области правого тазобедренного сустава. Длительное время за медицинской помощью не обращалась, лечилась консервативно без положительного эффекта. При осмотре выявлены укорочение правой нижней конечности до 2,5 см, ограничение движений в правом тазобедренном суставе и хромота при ходьбе. По данным лучевых методов исследования (рис. 1) определяются зоны резорбции вокруг вертлужного компонента эндопротеза, нарушение целостности кортикальной пластинки в области дна впадины и лонной кости. Выполнено ревизионное эндопротезирование правого тазобедренного сустава. При оперативном доступе обнаружены небольшой металлоз и выраженные рубцовые ткани. Жидкое содержимое отсутствовало. Бедренный компонент полностью покрыт костью, остеолит вокруг него практически отсутствовал, при тестировании конструкция стабильна. При снятии модульной головки обнаружена техническая проблема — невозможность удалить адаптер головки вследствие его заклинивания («холодная сварка») на шейке бедренного компонента. Оригинальных инструментов [6] для удаления у нас не было, так как мы не работаем с производителем данного имплантата на постоянной основе, поэтому удалить адаптер не представлялось возможным. Затем был осуществлен доступ к ацетабулярному компоненту, подтверждена его нестабильность, смещение за счет остеолита тела подвздошной кости и разворот вокруг собственной оси на 90°. После его удаления выявился выраженный костный дефект передней колонны и центра впадины (тип III B по Paprosky), прикрытый рубцовой тканью, но четко выделяющегося мягкотканного образования (псевдоопухоль) по типу «плюс-ткань» не обнаружено. Для замены ацетабулярного компонента при предоперационном планировании предполагалось использовать одну из двух техник: имплантировать соответствующий компонент методом «пресс-фит» с дополнительной пластикой костного дефекта танталовым аугментом или после пластики аллотрансплантатами («костные чипсы»), изготовленными в костном банке ЦИТО, установить антипротрузионное кольцо Burch-Schneider и цементный ацетабулярный компонент. В связи с нежелательностью увеличения травматичности оперативного вмешательства, что было бы неизбежно при удалении стабильного бедренного компонента, и степенью дефекта впадины, методом выбора стал второй

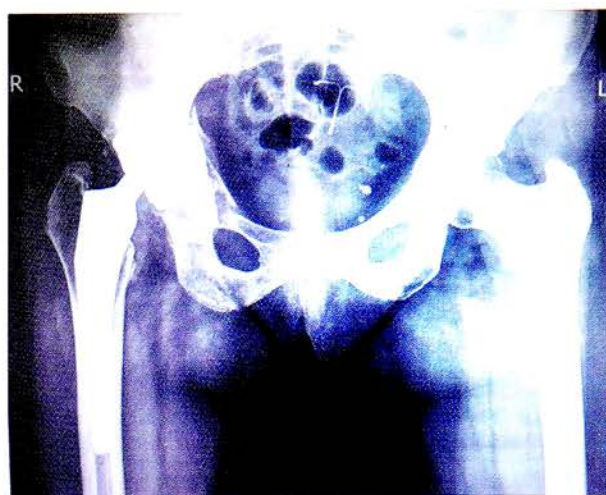


Рис. 1. Рентгенограмма пациентки К., 44 лет при поступлении в НМИЦ ТО.

Fig. 1. X-ray of patient K., 44 years old at admission to NMITS TO.

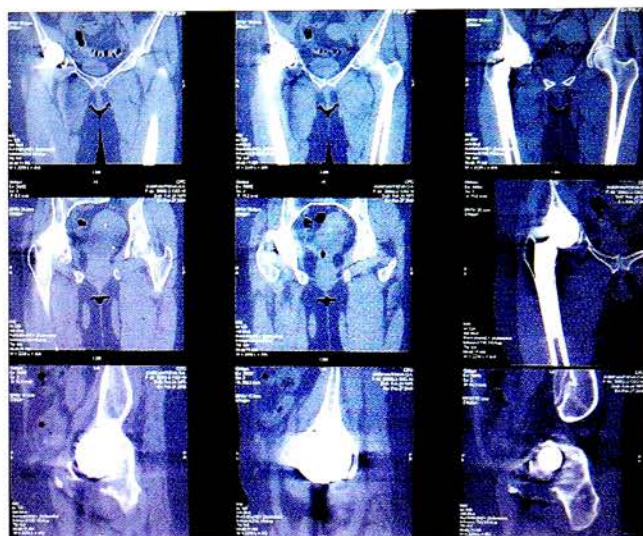


Рис. 2. Компьютерная томография пациентки К. при поступлении в НМИЦ ТО.

Fig. 2. Computed tomography of the patient K. at admission TO NMIC TO.

вариант техники с использованием деталей ревизируемого эндопротеза — ацетабулярного компонента и модульной головки M2a-Magnum (при осмотре они не имели видимых повреждений на артикулирующих поверхностях). Произведена костная пластика дна и передней колонны впадины, имплантировано антипротрузионное кольцо Burch-Schneider (56 мм), в него на цемент установлен очищенный от рубцов и тщательно промытый антисептиками ацетабулярный компонент. На адаптер с помощью импактора вновь установлена модульная головка, после чего произведено ее вправление (рис. 2).

Известно, что из-за высокой частоты рецидивов псевдоопухолей при ревизионных операциях не рекомендуется использовать пары трения металл–металл [7–9], но в данном клиническом случае мы не увидели выраженных псевдоопухолевых тканей и выбрали путь по снижению объема оперативного вмеша-



Рис. 3. Рентгенограмма той же пациентки после ревизионной операции.

Fig. 3. X-ray of the same patient after revision surgery.

тельства. Время операции составило 125 мин, объем кровопотери — 500 мл, что меньше соответствующих средних значений, указанных в литературе для операций с заклинившим адаптером [5]. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей, рана зажила первичным натяжением, пациентка была выписана в обычные сроки с рекомендациями разгружать сустав при движении с помощью костылей в течение 3 мес, заниматься ЛФК.

Данный клинический случай (рис. 3) демонстрирует компромиссный путь для уменьшения времени оперативного пособия и объема кровопотери за счет отказа от расширенной остеотомии большого вертела или бедренной кости, необходимой для вынужденного удаления стабильного остеоинтегрированного бедренного компонента. Последнее было бы крайне нежелательно не только из-за лишней травматизации, но и учитывая молодой возраст пациентки (никогда не известно, сколько будет служить новый бедренный компонент, так как известно, что каждая дополнительная замена ухудшает качество кости и прогноз выживаемости имплантата).

Конечно, существуют оригинальные инструменты для удаления заклинившей детали. Однако их применение — достаточно грубая манипуляция, которая может, как и остеотомия, повысить вероятность осложнений, таких как перипротезные переломы бедренной кости, инфекция из-за увеличения продол-

жительности вмешательства. Так, в литературе приводятся следующие показатели этих осложнений в разных анализируемых группах — 25% (5 из 20 операций) в группе с заклинившим адаптером против 8% (4 из 50) при легко удаленной модульной головке. Нельзя забывать и о возможности повреждений конуса шейки бедренного компонента при технически сложном снятии адаптера, которые могут все же потребовать удаления «ножки» [6].

Кроме того, этот пример отражает порочность широко распространенной практики, при которой пациенты вынуждены обращаться за повторной хирургией не в учреждение, где проводилось первичное вмешательство, а в другие, которые могут работать с другими производителями, и, соответственно, не иметь необходимого оригинального инструментария и комплектующих. Необходима преемственность в оказании помощи в рамках одного лечебного учреждения, где больные должны постоянно наблюдаться и получать все виды помощи по мере необходимости.

Столкнувшись с этой ситуацией, мы присоединяемся к мнению коллег, что «золотым стандартом» в настоящее время могут являться пары трения металл—полиэтилен и керамика—полиэтилен [1].

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Шильников В.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Байбородов А.Б., Денисов А.О., Ярмилко А.В. Использование эндопротезов с парой трения металл—металл и головками больших диаметров. 13-й конгресс EFORT 23–26 мая 2012 г., Берлин, Германия. М.: ФГБУ РНИИТО им. Р.Р. Вредена Минздравсоцразвития России; 2012. [Shil'nikov VA, Tikhilov RM, Shubnyakov II, Baiborodov AB, Denisov AO, Yarmilko AV. The use of endoprotheses with a pair of metal-metal friction and heads of large diameters. 13th EFORT Congress May 23–26, 2012, Berlin, Germany. M.: FGBU RNIITO im. R.R. Vredena Minzdravsozrazvitiya Rossii; 2012. (In Russ.)].
2. Langton DJ, Joyce TJ, Jameson SS, Lord J, Van Orsouw M, Holland JP, Nargol AV, De Smet KA. Adverse reaction to metal debris following hip resurfacing: the influence of component type, orientation and volumetric wear. J Bone Joint Surg [Br]. 2011;93-B:164–171. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B2.25099>.
3. Heneghan C, Langton D, Thompson M. Ongoing problems with metal-on-metal hip implants. BMJ. 2012;344:e1349. <https://doi.org/10.1136/bmj.e1349>.
4. Man Lingen CP, Zagra LM, Ettrema HB, Verheyen CC. Sequelae of large-head metal-on-metal hip arthroplasties: current status and future prospects. EFORT Open Rev. 2016;1:345–353. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160014>.
5. Mäntymäki H, Mäkelä KT, Vahlberg T, Hirviniemi J, Niinimäki T. Modular to Monoblock: Difficulties of Detaching the M(2) a-Magnum(TM) Head Are Common in Metal-on-metal Revisions. Clin Orthop Relat Res. 2016;474(9):1999–2005. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-4774-7>.
6. Active Articulation™ Dual Mobility Hip System Surgical Technique.
7. De Smet KA, Van Der Straeten C, Van Orsouw M, Doubi R, Backers K, Grammatopoulos G. Revisions of metal-on-metal hip resurfacing: lessons learned and improved outcome. Orthop Clin North Am. 2011;42(2):259–269.
8. Liddle AD, Satchithananda K, Henckel J, Sabah SA, Vipulendran KV, Lewis A, Skinner JA, Mitchell AW, Hart AJ. Revision of metal-on-metal hip arthroplasty in a tertiary center: a prospective study of 39 hips with between 1 and 4 years of follow-up. Acta Orthop. 2013;84(3):237–245.
9. Grammatopoulos G, Pandit H, Kwon YM, Gundle R, McLardy-Smith P, Beard DJ, Murray DW, Gill HS. Hip resurfacings revised for inflammatory pseudotumour have a poor outcome. J Bone Joint Surg Br. 2009;91(8):1019–1024.

Сведения об авторах: *Загородний Н.В.* — член-корр. РАН, доктор мед. наук, проф., зав. отделением эндопротезирования, директор НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; *Кудинов О.А.* — к.м.н., врач травматолог-ортопед, НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; *Аюшеев Д.Б.* — врач травматолог-ортопед, НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; *Шельяков К.Д.* — врач травматолог-ортопед, НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова

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

Information about the authors: *Zagorodny N.V.* — associate member of Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), professor, head of arthroplasty department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; *Kudinov O.A.* — MD, PhD, orthopedist-traumatologist, N.N. Priorovskiy National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics; *Ayusheev D.B.* — orthopedist-traumatologist, N.N. Priorovskiy National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics; *Shelpyakov K.D.* — orthopedist-traumatologist, N.N. Priorovskiy National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics

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

КЛИНИКО-ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ *HALLUX VALGUS* (ЧАСТЬ I)**С.М. Гуди, В.В. Епишин, С.Б. Корочкин, В.В. Кузнецов, А.Г. Самохин, И.А. Пахомов**
ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна

Лечение пациентов с деформацией первого луча стопы насчитывает многовековую историю, и в данном направлении ортопедии накоплен огромный опыт. Представлен клиничко-исторический обзор эволюции лечения пациентов с hallux valgus. Описаны пути развития и совершенствования основных методов лечения в историческом аспекте с оценкой их преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: hallux valgus, операция, остеотомия, артродез

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Гуди С.М., Епишин В.В., Корочкин С.Б., Кузнецов В.В., Самохин А.Г., Пахомов И.А. Клиничко-исторические аспекты лечения *hallux valgus* (часть I). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:60-66. <https://doi.org/10.17116/vto201902160>

CLINICAL HISTORICAL ASPECTS OF TREATMENT OF *HALLUX VALGUS* (PART I)**S.M. Gudi, V.V. Epishin, S.B. Korochkin, V.V. Kuznetsov, A.G. Samokhin, I.A. Pakhomov**
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Treatment of patients has been accumulated with deformity of the first ray of the foot has a long history and vast experience in this area of orthopedics. The clinical histories of the review of the treatment's evolution of patients are presented with Hallux valgus. The ways of development and improvement of the basic methods are described in the historical plan with an estimation of their advantages and lacks.

Key words: hallux valgus, operation, osteotomy, arthrodesis

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Gudi SM, Epishin VV, Korochkin SB, Kuznetsov VV, Samokhin AG, Pakhomov IA. Clinical historical aspects of treatment of *hallux valgus* (part I). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:60-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902160>

Драматизм и противоречивость исторических данных, необъяснимое разнообразие и научная необоснованность многих методик и заявляемой иногда тактики лечения *hallux valgus* (HV), эклектичность мышления и господство предрассудков объясняют актуальность клиничко-исторических исследований по данной теме. Тяжелые клинические проявления HV заставляют страдать пациентов со времен глубокой древности, о чем свидетельствуют труды Галена и Гиппократов [1]. В средневековые лечение больных данной группы была прерогативой сапожников и парикмахеров, которые в соответствии с традициями и возможностями либо растягивали обувь, либо срезали «омозолелости». Возможно, интуитивно «подиатры старых времен» предполагали эффективность хирургического лечения — так одна из первых попыток хирургического лечения HV была описана врачом и епископом Theodorice в 1267 г. Он предлагал полностью удалять «ороговевшее мясо», прижигать дно раны и перевязывать до заживления [2]. В течение XVIII–XIX веков продолжалось изучение нерешенных вопросов клинических признаков, диагностики и коррекции HV. К сожалению, дальнейшее исследование как функции стопы в норме и патологии, так и патогенеза HV привело к спорным результатам и формированию стойких стереотипов мышления, задержавших развитие хирургических методов.

Так, в 1886 г. Н. Леву в фундаментальном труде «Le Pedicure» впервые описал механизм ходьбы, изложил общую концепцию двигательного акта с участием стопы, как «...в акте ходьбы стопа должна достигать опоры всей подошвой, зоной первого контакта являются пальцы стопы, пятка не должна достигать опоры первой» [1]. Но, если теория Леву безобидна ввиду своей несостоятельности даже при поверхностном анализе, то «трехточечная опорная схема стопы» и теория «переднего поперечного свода стопы» господствуют до сих пор, формируя неправильное представление о функции стопы и патогенезе ее заболеваний. Считается, что стопа как треножник (tripod) стоит на трех точках: медиальный отдел пяточной кости, головки I и V плюсневых костей [3].

Концепция о предполагаемых избирательных зонах контакта стопы с плоскостью опоры была подробно описана в 1970 г. А. Каранжи. В своих трудах автор описывает поперечный свод в виде передней арки, которая исчезает при опоре на передний отдел [4]. Однако, начиная с начала XX века до наших дней поднимается вал исследований функциональной анатомии стопы, о полном отсутствии поперечного свода стопы на уровне ее головок [5, 6].

D. Morton [7] в 1930 г. утверждал: «Нет никакого поперечного свода на уровне головок плюсневых костей, каждая головка плюсневой кости имеет соб-

ственный контакт с плоскостью опоры через подлежащие мягкие ткани». Что же заставляет специалистов придерживаться теории, зиждящейся на столь зыбком основании? Ряд авторов находят, по-видимому, правильное, хотя и несколько легковесное объяснение. А именно — это просто и удобно, быстро и привычно объяснить коллапсом поперечного свода стопы наличие метатарзалгии у многих пациентов [5].

С современной точки зрения поперечный свод стопы является привычным заблуждением, особенно после работ D. Daentzer (1997) и E. Luger (1999), показавших, что у пациентов в отсутствие симптомов максимум плантарного давления именно под головками II, III плюсневых костей, а «трехточечная опорная схема стопы» (подразумевающая наличие поперечного свода на уровне головок плюсневых костей) имеется только у 3% обследованных, и то лишь у лиц с патологией стопы [8, 9]. Все это необходимо четко представлять, приступая к лечению пациентов с такой патологией, как *hallux valgus*.

Паллиативные вмешательства

Низкая эффективность существовавших оперативных методов лечения HV и трудности заживления артифицированных ран требовали снижения травматичности вмешательств. Достижению этой цели послужили появившиеся в XVII веке «паллиативные методы лечения». Так, в 1676 г. R. Wiesman советовал размягчение болезненных кератозов наложением красного мягкого воска [2]. Постепенно в среде профессионалов в те годы сформировалось понимание патогенеза возникновения кератозов. Например, в 1847 г. J. Chelins подчеркивал необходимость ликвидации давления на стопу со стороны обуви и даже носков с помощью использования кусочков кожи с липким «пластырем» с целью защиты «вершин» деформации.

В книге «Practice of Surgery» I. Miller [10] дал подробную классификацию, в которой отражены причины кератозов: бурситы, костное проминирование и суставное смещение. На основе этой классификации систематизированы показания к использованию «паллиативных» методов лечения в сочетании с формированием обуви под деформацию стопы. Такая тенденция сохранялась и во второй половине XIX века.

Анатом и натурфилософ Herman Meyer (1858) объявил основной причиной деформации стоп ношение модной, особенно тесной обуви. В связи с этим «паллиативные» методы получили новый стимул развития. В связи с этим J. Peck в 1871 г. [11] предложил при лечении HV использовать обувь с отделениями для пальцев. Ортопедами того времени предложено множество ортопедических приспособлений для коррекции деформации первого луча стопы. Такими были «рычаг Krohn», «приспособление Biggs», «корректор Holden», «льняные перчаточные носки Seyre», «сандаля Pitha», «кроватька Lothgor» и т.д. [2]. При этом каждая методика имела своего сторонника и период популярности, и все доказали свою бесполезность [11].

В начале XX века «эра» механических приспособлений продолжалась. Появились «щиты» экзостозов, подушки, пластыри, ленты. Особое внимание

заслуживают каучуковые «обертки» Miller, разделители пальцев Peck и Holdon [10, 11], которые стали прототипами современных мягкоэластичных вкладышей и силиконовых межпальцевых прокладок, широко используемых в настоящее время. Безусловно, паллиативные методы лечения сопровождались дополнительной физиотерапией и лечебной гимнастикой [12, 13].

«Консервативные» операции

К середине XX века в среде хирургов окончательно сформировалось убеждение об эффективности хирургического лечения статических деформаций стоп, хотя «паллиативные» методы лечения сохранили актуальность и в настоящее время в отдельных случаях. В то время подиатрами широко использовался термин «консервативные операции» [14]. В первую очередь данное определение включает операцию «экзостэктомию» (бунионэктомию). В историческом аспекте предшественником этой операции было иссечение бурзы. Так, одним из первых иссекать суставную сумку I плюснефалангового сустава (ППФС) и прижигать дно раны концентрированной азотной кислотой предлагал В. Brodie [по 14].

Принятой тактикой лечения бурситов как осложнения HV было вскрытие их на стадии нагноения, что описывали Ashton (1852) и Annandail (1866) [по 14]. К концу XIX века стала очевидна необходимость дополнять бурсэктомию коррекцией костной деформации при HV [15]. Операция бурсэктомии сохранила актуальность и в наше время, при подагрических и воспалительных ее поражениях без костных деформаций [16, 17].

Известно, что сагиттальная резекция выступающего остеофита головки I плюсневой кости (ППК), выполняемая совместно с бурсэктомией, впервые была описана Max Shede (рис. 1). Следует заметить, что он сам не писал о HV, а сообщил об этом F. Moeller в 1894 г. [18].

Однако пятью годами ранее о сагиттальной резекции выступающего «экзостоза» головки ППК сообщил G. Fowler. Он объявлял J. Riverden автором экзостэктомии [по 14], что стало отражением несогласованности обмена информацией между хирургами Европы и Великобритании. Необходимо различать двух Shede, а именно: предложил экзостэктомию головки ППК Max Shede, а дополнил ее техническими особенностями и способствовал популяризации Franz Shede (рис. 2), которому иногда отдают приоритет на данную операцию [19].

Стоит отметить, что экзостэктомию Шеде нашла множество сторонников на рубеже XIX–XX веков [20]. При этом данная операция была модифицирована многими авторами и не всегда удачно. Одни авторы рекомендовали обширное удаление кости (Syms, 1897), другие — удалять почти всю головку ППК (Porter, 1909).

Трудно объяснимым выглядит предложение Stenli, Beg и Fernandos в 1947 г. производить экзостэктомию через доступ Питерсена [по 14]. Существовала необъяснимая переоценка авторами результатов опе-

рации Шеде. Так, J. Porter в 1909 г. характеризовал ее как операцию «не имеющую неудач».

В своих работах Е. Kocher (1911) сообщал о стабильно удовлетворительных результатах удаления медиальной половины головки ППК. В 1931 г. Н. Bromer сообщал о 87% хороших результатов и утверждал, что «положение I пальца не влияет на окончательный результат», что трудно объяснить [20]. Безусловно, по причине большого количества плохих результатов с начала XIX века стало увеличиваться число критиков операции Шеде. Так Shtein в 1938 г. считал экзостоз не относящимся к НВ. В 1951 г. Hohmann сообщал о невозможности коррекции НВ при помощи экзостозэктомии, а G. Storen в 1961 г. [21] докладывал о 50% пациентов с ужасными результатами после операции Шеде, у которых экзостоз и боль вернулись со временем [14, 21].

В настоящее время операция Шеде применяется в качестве одного из этапов оперативных вмешательств на стопе. Изолировано используется только у пациентов пожилого и старческого возраста, а также у пациентов, отказавшихся от реконструктивных операций [22, 23].

Операции на мягких тканях

На начальном этапе развития оперативной ортопедии для коррекции НВ большое распространение получили операции «на мягких тканях». Первой операцией этой группы является капсулорафия Сильвера. Так, в 1923 г. D. Silver [24] (рис. 3) предложил релиз капсулы ППФС с латеральной стороны с отсечением сухожилия *m. abductor hallucis* у основания фаланги ППС и латеральной сесамовидной кости, и пластику медиальной ее части. Это первая попытка достижения равновесия сил, действующих на ППС, за счет рассечения контрагированных и укорочения растянутых структур связочного аппарата ППФС. Многие хирурги дали высокую оценку операции Сильвера и стали использовать ее в сочетании со своими методиками (McBride, 1928; Hiss, 1931; Lapidus, 1934; Stein, 1938). Латеральный релиз ППФС является одним из обязательных этапов современного комплексного подхода к хирургическому лечению вальгусного отклонения I пальца стопы [25]. Имя D. Silver связано не только с предложенной операцией; он был одним из первых, кто осмыслил и опубликовал, что НВ является частью общей деформации стопы и предложил принцип: «метод коррекции НВ может существовать лишь тогда, когда он направлен на коррекцию основной деформации и восстановления функции стопы». Несмотря на очевидность заявляемого смысла для наших дней, афоризм был революционным для начала XX века. При этом D. Silver был нетерпим к принятию «желаемого за действительное», и безапелляционно утверждал, что активно пропагандируемые «консервативные» методы в виде этапного бинтования и мягких корректоров не способны исправить расширение переднего отдела стопы, а ходьба на наружной части стопы не способна укрепить свод стопы. Он сформулировал также современный принцип «исправить все возможно во время операции и оставить немного для реабилитации» [14].



Рис. 1. Макс Шеде (1844–1902) автор операции сагиттальной резекции остеофита головки первой плюсневой кости.

Fig. 1. Max Schede (1844–1902) author of the operation of sagittal resection of osteophyte of the head of the first metatarsal bone.



Рис. 2. Франс Шеде (1882–1976) последователь Макса Шеде, популяризатор операции экзостэктомии.

Fig. 2. France Schede (1882–1976) a follower of max Schede, in popularizer operations ekzistantaj.

Через 5 лет после публикации D. Silver в 1928 г. E. McBride [26] (рис. 4) предложил свою методику мягкотканной операции, которая вначале была очень похожа на операцию Сильвера. Только в 1935 г. E. McBride опубликовал оригинальный метод переноса сухожилия мышцы, отводящей ППС (*m. abductor hallucis*) в головку ППК, используя следующую технику: через тыльный доступ в промежутке между I и II плюсневыми костями мобилизуют сухожилие *m. abductor hallucis* и отсекают от места его прикрепления. Отсеченное су-



Рис. 3. Дэвид Сильвер (1873–1946) автор капсулорафии I плюснефалангового сустава.

Fig. 3. David silver (1873–1946) author of capsuloraphy I metatarsophalangeal joint.



Рис. 4. Эрл МакБрайд (1891–1975) операции переноса сухожилия мышцы, отводящей I палец стопы (*m. abductor hallucis*) в головку I плюсневой кости.

Fig. 4. Earl McBride (1891–1975) surgery to transfer the tendon of the muscle diverting the I toe (*m. abductor hallucis*) to the head of the I metatarsal bone.

хожилие *m. abductor hallucis* проводят в предварительно сформированный поперечный канал в головке ППК и подшивают его к тыльной части капсулы [27]. С целью улучшения результатов лечения пациентов с НВ и снижения травматичности операции Е. McBride и ряд авторов предложили ее модификацию [23, 28, 29].

Необходимо отметить, что 20-е годы XX века характеризовались популярностью операции переноса

сухожилий во многих регионах опорно-двигательного аппарата человека, в частности переноса сухожилия мышцы, отводящей I палец стопы. При этом на авторство данного метода претендовали многие ортопеды-травматологи [30]. Известно, что перенос указанного сухожилия впервые предложил французский хирург Р. Maucclair в 1924 г. Однако ввиду отличия номенклатуры французской школы Р. Maucclair писал о сухожилии *m. adductor hallucis* относительно оси стопы, а не средней линии тела. Ввиду путаницы в терминологии авторство отдано Е. McBride [14].

В 1931 г. J. Hiss [31] утверждал, что дисбаланс сухожилий *m. adductor hallucis* и *m. abductor hallucis*, при котором тяга приводящей мышцы ослабевает, а тяга отводящей усиливается и растяжение капсулы ППФС с медиальной стороны и контрактура ее с латеральной лежат в основе патогенеза НВ. Таким образом, восстановление равновесия сил антагонистов лежит в основе операции Hiss. При этом, по мнению автора, правильное положение ППС удерживалось за счет рубцового перерождения мягких тканей в области ППФС. В связи с неоднозначными результатами, операции данной группы не получили широкого распространения, однако вмешательство на капсуле ППФС до сих пор остается одной из важных составляющих операций при НВ. Изолированное использование какой-либо одной хирургической техники на мягких тканях возможно лишь при легкой или средней степени деформации и строго определенных анатомических параметрах стопы, тогда как в случае тяжелой деформации, когда необходимо восстановить ось костей первого луча, их используют в сочетании с остеотомиями [23]. Кроме того, следует учитывать, что возникновение рубцовых изменений в параартикулярных тканях ППФС, деформирующего артроза сустава с ограничением амплитуды движений в нем нарушают функцию переката стопы и ее биомеханику, и это в конечном итоге приводит к нарушению функции всей нижней конечности в целом [32].

Экзотические вмешательства

В данную группу включены вмешательства, патогенетически не обоснованные и являющиеся результатом метода «проб и ошибок» в хирургии НВ. Например, ампутация ППС, которую также использовали для коррекции НВ. Так, в 1835 г. J. Hilton [по 33] опубликовал клинический случай, описав пациента, весьма довольного результатом двусторонней ампутации I пальцев обеих стоп, выполненной по поводу тяжелой вальгусной деформации. Для тех лет ампутация ППС была закономерным средством лечения осложнений НВ, например при остеомиелите костей стопы, в результате распространения инфекции с гнойных бурситов. Об этом пишут Н. Lossen (1884) и Т. Annandale (1886) [33]. Безусловно, ампутация ППС используется и в наше время, но это не имеет отношения к реконструктивному лечению НВ. Тенотомию разгибателя ППС рекомендовал А. Neloton (1859) у молодых пациентов с умеренным НВ. Эта операция использовалась в сочетании с другими авторскими операциями (Reverden, Bankard и др.) до середины XX века.

В наше время в результате грубых функциональных нарушений I пальца эта операция практически не используется. В литературе имеются упоминания о различных методах удлинения сухожилия длинного разгибателя ППС [33]. Среди них наиболее приемлемой является Z-образная тенопластика. Некоторые авторы для укрепления места тенотомии предлагают подшивание дистального фрагмента пересеченного сухожилия к короткому разгибателью I пальца стопы [34]. Операции по транспозиции сухожилий широко использовались в середине XIX века. Так, E. Ullmann в 1894 г. отсекал длинный разгибатель I пальца и перемещал его в середину основной фаланги ППС. Он же переносил длинный сгибатель I пальца на медиальную сторону ППС. С именем P. Delbet (1896) связана операция формирования удерживающей петли из порции сухожилия, мышцы длинного разгибателя ППС. A. Halstead (1906) прикреплял разгибатель ППС к нижневнутренней стороне основной фаланги ППС. Подобные операции выполняли A. Bankart (1913), S. Keszly (1923), P. Mauclair (1924). Однако все эти операции имеют лишь историческое значение [33].

В своих трудах Neubach (1897) писал, что удаление сесамовидных костей является важным этапом при резекции ППС. Weir (1897) и Touber (1924) настаивали на удалении сесамовидных костей в сочетании с другими операциями. Наиболее последовательным сторонником сесамоектомии был Roberson (1928). Он даже предлагал удаление сесамовидных костей как профилактическую меру деформации первого луча у молодых пациентов. Он же считал удаление сесамовидных костей основным методом коррекции сформировавшегося НВ. Среди травматологов-ортопедов середины XX века существовало мнение о необходимости удаления сесамовидных костей при локальной болезненности [33]. Следует отметить, что в 1951 г. V. Ellis [35] предложил операцию эпифизиоза ППК как профилактику НВ. Точных данных о результатах этой операции в доступной литературе не найдено. В 1964 г. R. Jorlin [36] для уменьшения послеоперационного дискомфорта при лечении НВ предлагал пересечение «медиального глубокого пальцевого нерва», но естественно, что операция нервэктомии осталась только в истории.

Создание искусственных связок (стяжек) и серкляж плюсневых костей

История операций этого типа началась с 1919 г., когда E. Lexer [37] попытался исправить поперечное плоскостопие сближением I и II плюсневых костей с помощью сухожилия длинного разгибателя I пальца. Затем R. Goebell (1927) описал метод сближения I и V плюсневой кости лентой из фасции. Он приписал эту операцию Martinu Kirshneru [33].

Идея сближать и фиксировать плюсневые кости нашла сторонников и в нашей стране. Так, в 1925 г. Р.Р. Вреден (рис. 5) [38] предложил последовательное сшивание надкостниц I и II плюсневых костей. В 1931–1933 гг. Р.Р. Вреден и М.И. Куслик (рис. 6) ввели понятие «стяжка», обозначив им мягкотканую



Рис. 5. Роман Романович Вреден (1867–1934) советский хирург, доктор медицины, профессор, один из основоположников отечественной травматологии и ортопедии.

Fig. 5. Roman Romanovich Vreden (1867–1934) Soviet surgeon, doctor of medicine, Professor, one of the founders of Russian traumatology and orthopedics.

конструкцию, предназначенную для сужения стопы за счет сближения плюсневых костей [23].

Первая половина XX века характеризуется множеством предложенных модификаций «стяжки». Так, K. Lenggenhager (1935) использовал для сближения плюсневых костей проволоку. T. McMurraу сообщал о растянутой поперечной плюсневой связке при НВ. В 1944 г. С. Petri использовал фасциальные серкляжи для сближения отдельных пар плюсневых костей. G. Cochraen (1946) считал, что фасциальный серкляж может быть использован профилактически в ранних случаях НВ. Предлагались разнообразные материалы для производства стяжек (в том числе гетерогенных) [39]. Безусловно, по мере прогрессирования медицинских технологий практическому здравоохранению были предложены более современные материалы. В отечественной практической травматологии и ортопедии для создания «стяжки» наибольшее распространение получили шелковые и капроновые нити, лавсановые ленты [40, 41]. Необходимо отметить, что наиболее высокой эффективности операция формирования стяжки достигает при сочетании с реконструктивными операциями на костных структурах стопы [42]. От операций данной группы ждали высокой эффективности, но, к сожалению, столкнулись с большим количеством осложнений [44].

Заключение. История лечения *hallux valgus* насчитывает много веков. Конец XIX века стал периодом быстрого роста количества технологий, разработанных для лечения данной патологии. Однако складывается впечатление о большом количестве ошибок и тупиковых ветвей исследований на пути развития данного раздела травматологии и ортопедии. Порой бывает непонятно, на каком основании и из каких



Рис. 6. Михаил Исаакович Куслик (1898–1965), ученик Р.Р. Вредена, хирург, ортопед-травматолог, доктор медицинских наук, профессор.

Fig. 6. Mikhail Isaakovich Kuslik (1898–1965), student of R. R. Vreden, surgeon, orthopedic traumatologist, doctor of medical Sciences, Professor.

соображений предлагался тот или иной метод лечения. Необоснованное представление о патогенезе заболевания толкало травматологов-ортопедов к внедрению в свою практику порочных методов лечения. В случаях удач ведущие ученые многих стран мира оспаривали приоритет на результативные операции, внедрение которых улучшало исходы лечения пациентов с *hallux valgus*.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Crossley EJ. Chiropody and scientific attitude. *Postgrad Med J*. 1957;33(384):511-513.
2. Kelikian H. *Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia*. Philadelphia, London: W.B. Saunders Corp; 1965:115-118.
3. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика. Минск; 1978. [Marks VO. Orthopedic diagnostics. Minsk; 1978. (In Russ.)].
4. Капанджи А.И. Нижняя конечность. Функциональная анатомия. Том 2. М.: Эксмо; 2010. [Kapandzhi AI. Lower limb. Functional Anatomy. Vol. 2. M.: Eksmo; 2010. (In Russ.)].
5. Kelikian H. *Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia*. Philadelphia, London: W.B. Saunders Corp; 1965:19-23.
6. Saraffian S. *Anatomy of the Foot & Ankle*. Philadelphia: JB Lippincot Co; 1993.
7. Morton DJ. Structural factors in the static disorders of the foot. *Am J Surg*. 1930;9(2):315-328. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(30\)91100-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(30)91100-2).
8. Daentzer D, Wülker N, Zimmermann U. Observations concerning the transverse metatarsal arch. *Foot Ankle Surg*. 1997;3(1):15-20. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9584.1997.00039.x>.
9. Luger EJ, Nissan M, Karpf A, Steinberg EL, Dekel S. Patterns of weight bearing distribution under metatarsal heads. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1999;81-B(2):199-202.

10. Miller I. *The Practice of Surgery*. 2nd ed. Edinburgh, Adam and Charles Black; London, Longman Co.; 1852.
11. Peck JL. *Dress and Care of the Feet*. New York; 1871.
12. Thomsen W. *Kampf der Fusschwaeche*. Munich: JF Lehmanns; 1944.
13. Hohmann G. *Fuss and Bein*. Munich: JF Bergmann; 1951.
14. Kelikian H. *Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia*. Philadelphia, London: WB Saunders Corp. 1965:136-161.
15. Goldthwait JE. The treatment of hallux valgus. *Boston Med Surg J*. 1893;129:533-535.
16. Кутин А.А. Хирургические аспекты лечения подагрических тофусов. Клиническая практика. 2011;2:43-48. [Kutin AA. Surgical aspects of the treatment of gouty tofus. *Klinicheskaya praktika*. 2011;2:43-48. (In Russ.)].
17. Dirken Heukensfeldt KJ, Teunissen TA, van deLisdonk H, Lagro Janssen AL. Clinical features of women with gout arthritis. A systematic review *Clin Rheumatol*. 2010;29(6):575-582.
18. Moeller F. Beitrag zur operativen Hallux valgus. *Jahrb Hamb Staatskrank Enanst*. 1894;3:306-388.
19. Schede F. Die Operation des Plattfusses. *Ztschr Orthop Chir*. 1928;50(3/4):528-538.
20. Timmer H. Die Behandlung des Hallux valgus. Leipzig: JA Barth; 1930.
21. Storen G. Removal of exostosis in hallux valgus (in Norwegian). *Nord Med*. 1961;365-368.
22. Карданов А.А., Макинян Л.Г., Лукин М.П. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты. М.: Медпрактика-М; 2008. [Kardanov AA, Makinyan LG, Lukin MP. Surgical treatment of deformations of the first ray of the foot: history and modern aspects. M.: Medpraktika-M; 2008. (In Russ.)].
23. Сорокин Е.П., Карданов А.А., Ласунский С.А., Безгодков Ю.А., Гудз А.И. Хирургическое лечение вальгусного отклонения первого пальца стопы и его возможные осложнения (обзор литературы). Травматология и ортопедия России. 2011;4(4):123-130. [Sorokin EP, Kardanov AA, Lasunskii SA, Bezgodkov YuA, Gudz AI. Surgical treatment of hallux valgus of the first toe and its possible complications (literature review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2011;4(4):123-130. (In Russ.)].
24. Silver D. The operative treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg*. 1923;5:225.
25. Hromádka R, Barták V, Popelka S. Lateral Release in Hallux Valgus Deformity: From Anatomic Study to Surgical Tip. *Foot Ankle Surg*. 2013;52(3):298-302.
26. McBride ED. A conservative operation for bunions. *J Bone Joint Surg*. 1928;10:735-739.
27. McBride ED. The conservative operation «bunions». *JAMA*. 1935;105:1164-1168.
28. Процко В.Г., Загородний Н.В., Карданов А.А., Дурин В.А., Сампиев М.Т. Модифицированная операция McBride в лечении больных с вальгусной деформацией первого пальца стопы. Вестник Российского университета дружбы народов. 2002;4:79-83. [Protsko VG, Zagorodnii NV, Kardanov AA, Dirin VA, Sampiev MT. Modified mcbride surgery in the treatment of patients with hallux valgus. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov*. 2002;4:79-83. (In Russ.)].
29. Clifford R. *Wheless III*. Modified McBride Procedure for Hallux Valgus. Last updated by Data Trace Staff on Friday, June 1, 2012.
30. Erlacher PJ. Die Technik des Orthopaedischen Eingriffs, Entstehung und Operation des Hallux valgus. *Chirurg*. 1928;55:977-978.
31. Hiss JM. Hallux Valgus. *Am J Surg*. 1931;9:225.
32. Карданов А.А., Макинян Л.Г., Лукин М.П. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты. М.: Медпрактика-М; 2008. [Kardanov AA, Makinyan LG, Lukin MP. Surgical treatment of deformations of the first ray of the foot: history and modern aspects. M.: Medpraktika-M; 2008. (In Russ.)].
33. Kelikian H. *Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia*. Philadelphia, London: WB. Saunders Corp.; 1965:249-261.
34. Stein HC. Hallux valgus. *Surg Gyn Obst*. 1938;66:889-898.
35. Ellis v. H. A method of correcting metatarsus primus varus. *J Bone Joint Surg*. 1951;33B:415-417.

36. Joplin R.J. sling procedure correction of splay-foot metatarsus primus varus, and hallux valgus. J Bone Joint Surg. 1964;46:690-693.
37. Lexer E. Die freien Transplantation In Neue Dtsch Chirurg. Stuttgart: F Enke; 1919.
38. Вреден Р.Р. Hallux Valgus. Руководство по ортопедии. М.; 1925. [Vreden R.R. Hallux Valgus. Orthopedics Guide. M.; 1925. (In Russ.)].
39. Massart R. Affections Medicales et Chirurgicales du Pied. Paris: G Doin & Co.; 1948.
40. Истомина И.С., Крамаренко Г.Н. Ошибки и осложнения при оперативном лечении поперечного плоскостопия и hallux valgus. Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: сб. тр. М.: ЦИТО; 1979. [Istomina IS, Kramarenko GN. Errors and complications in the surgical treatment of transverse flatfoot and hallux valgus. Actual issues of traumatology and orthopedics: Sat. Tr. M.: CITO; 1979. (In Russ.)].
41. Крамаренко Г.Н. Наш опыт хирургического лечения поперечного плоскостопия и hallux valgus. Ортопедия, травматология и протезирование. 1973;9:11-15. [Kramarenko GN. Our experience in the surgical treatment of transverse flatfoot and hallux valgus. Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 1973;9:11-15. (In Russ.)].
42. Карданов А.А., Загородний Н.В., Лукин М.П., Макинян Л.Г. Модифицированная малоинвазивная шевронная остеотомия при лечении hallux valgus у молодых пациентов. Травматология и ортопедия России. 2007;4:47. [Kardanov AA, Zagorodnii NV, Lukin MP, Makinyan LG. Modified minimally invasive chevron osteotomy in the treatment of hallux valgus in young patients. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2007;4:47. (In Russ.)].
43. Крюков П.Г. Еще о поздних осложнениях операции устранения поперечного плоскостопия по методу М.И. Куслика. Ортопедия и травматология. 1960;8:67-68. [Kryukov PG. More about the late complications of the operation to eliminate lateral flatfoot according to the method of M.I. Kuslik. Ortopediya i travmatologiya. 1960;8:67-68. (In Russ.)].

Сведения об авторах: Гуди С.М. — аспирант отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Епишин В.В. — заоч. аспирант отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Корочкин С.Б. — врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 2, к.м.н., ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Кузнецов В.В. — младший научный сотрудник отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, к.м.н.; ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Самохин А.Г. — старший научный сотрудник отдела организации научных исследований, к.м.н.; ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна; Пахомов И.А. — ведущий научный сотрудник отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, д.м.н.; ФГБУ НИИТО им. Я.Л. Цивьяна

Для контактов: Гуди С.М. — e-mail: Dr.Gydi@mail.ru

Information about the authors: Gudi S.M. — post-graduate student of the Department of endoprosthesis and endoscopic joint surgery; NIITO; Epishin V.V. — postgraduate student of the Department of endoprosthesis and endoscopic joint surgery; NIITO; Korochkin S.B. — MD, PhD; NIITO; Kuznetsov V.V. — Junior researcher of the Department of endoprosthesis and endoscopic joint surgery, Ph. D.; NIITO; Samokhin A.G. — senior researcher of the Department of organization of scientific research, Ph. D.; NIITO; Pakhomov I.A. — leading researcher of the Department of endoprosthesis and endoscopic joint surgery, MD, NIITO

Contact: Sergey Gudi — e-mail: Dr.Gydi@mail.ru

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЕ ПЕРИПРОТЕЗНЫЕ ПЕРЕЛОМЫ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА. ОБЗОР КЛАССИФИКАЦИЙ И МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ

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

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

Статья посвящена интраоперационным перипротезным переломам бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава, их причинам, классификации и используемым методам лечения. Данное осложнение может возникнуть на любом этапе операции, отличаться локализацией и характером, что определяет предпочтительный метод оперативного лечения.

Ключевые слова: интраоперационные перипротезные переломы, артропластика, эндопротезирование тазобедренного сустава

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Источник финансирования: без спонсоров

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Полевой Е.В., Загородний Н.В., Каграманов С.В., Чрагян Г.А., Алексанян О.А. Интраоперационные перипротезные переломы бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава. Обзор классификаций и методов лечения. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;2:67-72. <https://doi.org/10.17116/vto201902167>

INTRAOPERATIVE PERIPROSTHETIC FEMORAL FRACTURES AT TOTAL HIP ARTHROPLASTY. REVIEW OF CLASSIFICATIONS AND TREATMENT TECHNIQUES

E.V. Polevoy*, N.V. Zagorodniy, S.V. Kagramanov, G.A. Chragyan, O.A. Aleksanyan

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

The review covers the problem of intraoperative periprosthetic femoral fractures at total hip arthroplasty including the causes, classification and treatment techniques. This complication may occur at any step of the intervention, may differ by localization and pattern. All these will determine the preferable surgical treatment technique.

Key words: intraoperative periprosthetic fractures, arthroplasty, total hip arthroplasty

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: no sponsors

TO CITE THIS ARTICLE: Polevoy EV, Zagorodniy NV, Kagramanov SV, Chragyan GA, Aleksanyan OA. Intraoperative periprosthetic femoral fractures at total hip arthroplasty. Review of classifications and treatment techniques. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;2:67-72. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto201902167>

Перипротезные переломы бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава — осложнение, с которым рано или поздно сталкивается практически любой хирург, занимающийся артропластикой. В связи с увеличением общего количества данных операций увеличивается и число осложнений, в том числе перипротезных переломов [1, 2]. Выделяют 3 типа перипротезных переломов: интраоперационные, идентифицированные и устраненные во время операции; интраоперационные, не идентифицированные во время операции (как правило, стабильные, без смещения); послеоперационные [3].

Настоящая статья посвящена интраоперационным перипротезным переломам (ИПП) бедренной кости (БК), их классификации и используемым в настоящее время методам лечения. Интраоперационный перипротезный перелом создает угрозу для стабильности имплантата, влияет на качество жизни пациента, а также ухудшает отдаленные результаты оперативных вмешательств, обуславливая более раннюю необхо-

димость проведения операций [4–6], поэтому актуальность проблемы не вызывает сомнений.

Этиология. Причин, приводящих к возникновению ИПП, множество: качество БК, неправильное предоперационное планирование, хирургические ошибки, грубые манипуляции. К факторам риска ИПП БК относят женский пол, пожилой возраст, системный остеопороз, тонкий кортикальный слой, видоизмененные формы проксимального отдела бедра из-за предшествующих травм или хирургических вмешательств, длительное лечение гормональными препаратами, ревматоидный артрит [7–9].

В настоящее время многие авторы сходятся во мнении, что при бесцементной фиксации компонентов риск возникновения перипротезных переломов во время оперативного вмешательства довольно высок [10], а их частота варьирует от 1,5 до 27,8% [11–15]. При этом, согласно данным [16, 17], частота ИПП при бесцементной фиксации ножек составляет 1–5,4%. Такая разница в показателях связана с тем, что за последние 20 лет появилось множество

публикаций о возможности достижения биологической фиксации и, как следствие, долгосрочной выживаемости бесцементных ножек [18, 19]. Это повлекло за собой рост интереса к этому методу эндопротезирования, о чем свидетельствуют данные регистров [20–22]. Рост числа операций, в свою очередь, привел к росту количества ИПП.

По данным регистра клиники Mayo в Рочестере, частота ИПП при использовании цементных ножек составила 0,3 и 3,6% во время первичных и ревизионных операций соответственно [16, 23]. По мнению некоторых авторов [5, 6, 24], во время ревизионного эндопротезирования ИПП возникают чаще, что связано с ухудшением качества кости, наличием в ней дефектов, массивным остеолитом, а также тем, что «уставшая» кость подвергается сильным нагрузкам при удалении старой ножки и имплантации новой.

Т. Tamaki и соавт. [25] провели ретроспективный многомерный логистический анализ 850 операций с использованием бесцементных ножек Taperloc («Biomet») стандартного и короткого размера. Все 10 (1,2%) случаев ИПП возникли при использовании коротких ножек. На основании этих данных сделан вывод о повышенном риске ИПП при использовании бесцементных ножек.

В литературе также встречаются данные о зависимости частоты возникновения ИПП не только от модели и вида фиксации имплантатов, но и от конкретных инструментов, используемых во время операции. Например, К. Berend и соавт. [9] показали, что при использовании зубчатых калькарных фрез для подготовки проксимального отдела БК к посадке ножки зубцы врезались и заклинивались в кости, что приводило к переломам из-за ротационных движений рашпиля. В случае применения фрез с гладкими режущими краями таких осложнений не наблюдалось.

Одной из причин возникновения ИПП, которую весьма подробно описал С. DeCook в своем докладе на тихоокеанском конгрессе травматологов-ортопедов (<https://icjr.net/articles/is-it-time-to-rethink-using-the-mallet-in-tha>), является воздействие на кость кинетической энергии молотка, вследствие чего с каждым ударом резко растет напряжение в области калькара. Сила удара молотком и кинетическая энергия, передающаяся на БК, переменны и зависят от его массы, траектории движения, усилий хирурга. У кости существует предел прочности, при превышении которого происходит перелом. Особенно часто это происходит в калькарной зоне, когда ось нагрузки отклоняется от оси бедра (рис. 1). Из этого можно сделать вывод, что чем меньше сила и кинетическая энергия, тем меньше риск ИПП при имплантации ножки или обработке канала.

В связи с этим стали появляться инструменты, которые позволяют проводить обработку бедренного канала и имплантацию ножки не агрессивными и резкими ударами, а низкоэнергетическими воздействиями во избежание перелома. Одни из таких инструментов — новейшие хирургические импакторы. На Тихоокеанском конгрессе ортопедов-травматологов, прошедшем в августе 2016 г., были представлены видеоматериалы по их использованию (рис. 2).

Различные фирмы-производители постоянно улучшают не только сами имплантаты, но и весь инструментарий, что потенциально позволит свести к минимуму количество таких осложнений.

Классификация. Интраоперационные перипротезные переломы БК различаются по виду, степени и локализации. Одни переломы определяются непосредственно во время операции, в то время как другие выявляются в послеоперационном периоде на основании клинических симптомов и данных рентгенографии [17, 26]. Они могут возникать на протяжении всей кости. При этом считается, что чем дистальнее расположен перелом, тем он сложнее [27].

Существует множество классификаций, которые основываются на локализации перелома, степени смещения костных отломков, стабильности компонентов эндопротеза. При этом в большинстве случаев нет подразделения на переломы, полученные интраоперационно или после операции. Между тем это разные осложнения, различающиеся по механизму

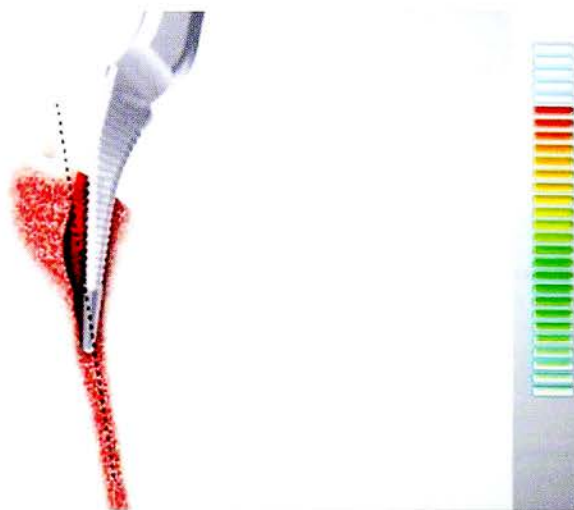


Рис. 1. Резкая нагрузка на калькарную зону при обработке канала рашпилями (<https://icjr.net/articles/is-it-time-to-rethink-using-the-mallet-in-tha>).

Fig. 1. Stress strain on the calcar zone during rasping (<https://icjr.net/articles/is-it-time-to-rethink-using-the-mallet-in-tha>).



Рис. 2. Хирургический импактор. Кадр из доклада С. DeCook: «Настало ли время переосмыслить использование молотка?» (<https://icjr.net/articles/is-it-time-to-rethink-using-the-mallet-in-tha>).

Fig. 2. Surgical impactor. C. DeCook. Is It Time to Rethink Using the Mallet in THA? (<https://icjr.net/articles/is-it-time-to-rethink-using-the-mallet-in-tha>).

возникновения, форме, сложности, а значит, требующие разных подходов в лечении.

Т. Parrish и J. Jones [28] была предложена самая первая классификация перипротезных переломов, которая основывалась только на их локализации: 1-й тип — переломы вертельной области, 2-й тип — переломы проксимального отдела БК, 3-й тип — переломы средней трети БК, 4-й тип — переломы дистального отдела БК.

Т. Mallory и соавт. [29] классифицировали их следующим образом: тип 1 — переломы проксимального отдела; тип 2 — переломы, доходящие до уровня ножки, но не ниже ее верхушки; тип 3 — переломы, расположенные дистальнее верхушки ножки эндопротеза. J. Johansson и соавт. [26] классифицировали перипротезные переломы схожим образом: тип 1 — линия перелома располагается выше конца ножки, ножка в канале; тип 2 — линия перелома распространяется дистальнее конца ножки, при этом ножка не в канале дистального отломка; тип 3 — линия перелома расположена дистальнее конца ножки.

S. Stuchin [30] описал 4 типа переломов: тип 1 — переломы проксимального отдела БК; тип 2 — длинные винтообразные переломы в области ножки; тип 3 — пе-

реломы, появившиеся в типичных точках напряжения БК; тип 4 — неклассифицируемые [30]. В перечисленных классификациях не учитывался такой параметр, как стабильность имплантата. В 2007 г. Т. Ninan и соавт. [31] предложили упрощенную классификацию перипротезных переломов, в которой повреждения разделены на две большие группы по признаку стабильности ножки: первая группа — «счастливые БК» подразумевает стабильную ножку и отсутствие необходимости ее замены, вторая группа — «несчастливые БК», напротив, требует замены нестабильного компонента.

Работы и публикации отечественных авторов посвящены в основном послеоперационным перипротезным переломам. В частности, И.М. Пивень и соавт. [32] в обзоре литературы представили только статистические данные о частоте ИПП, обращая особое внимание на послеоперационные переломы и анализируя классификации, в большей степени применимые именно к ним [32]. М.В. Белов [33] осветил несколько ранних классификаций ИПП, предложенных В. Morrey, J. Shwartz и соавт., которые не получили широкого распространения.

Несмотря на многообразие классификаций, в настоящее время для интраоперационных переломов используется Ванкуверская, которая была разработана в 2003 г. [27]. В данной классификации переломы описаны в зависимости от локализации, характера и стабильности. Авторы выделяют 3 типа перипротезных переломов: тип А — перелом локализован в проксимальном метафизе (вертельная зона) без распространения на диафиз БК; тип В — перелом локализован на уровне диафизе БК вокруг ножки эндопротеза; тип С — перелом на уровне дистального отдела БК и выходящий за пределы верхушки эндопротеза. Каждый из этих типов переломов в свою очередь подразделяется на 3 подтипа: точечные перфорации костной ткани (подтипы А1, В1, С1), линейные переломы без смещения (подтипы А2, В2, С2), нестабильные переломы со смещением (подтипы А3, В3, С3).

Ванкуверская классификация представляется нам наиболее удобной и оптимальной, поскольку проста в понимании и содержит все необходимые критерии повреждений БК на разных уровнях. Основные типы переломов, которые встречаются интраоперационно — линейные (со смещением и без) и перфорации кортикального слоя кости. Достаточно лишь немного грубее выполнить манипуляцию с БК, ударить по рашпилю или имплантату молотком, чтобы получить перипротезный перелом, особенно если у пациента имеет место системный остеопороз. Таким образом, механизм травмы чаще всего низкоэнергетический. Маловероятно интраоперационно получить сложный многооскольчатый перелом с большим количеством отломков, поскольку это больше характерно для переломов, полученных в послеоперационном периоде при различных высокоэнергетических травмах.

Лечение. Учитывая, что это ИПП может произойти неожиданно в ходе любого этапа операции эндопротезирования тазобедренного сустава, в операционной целесообразно иметь соответствующие инструменты и материалы (металлическую проволоку для прове-



Рис. 3. Интраоперационный перипротезный перелом большого вертела типа А3. Остеосинтез спицами по Веберу. Большой вертел стабилен.

Fig. 3. Intraoperative periprosthetic greater trochanter fracture Type A3. Osteosynthesis with pins by Weber. The greater trochanter is stable.

дения серкляжных швов, пластины для остеосинтеза, спицы, винты и пр.).

По утверждению авторов, точное следование классификации позволяет выбрать подходящий метод лечения. Основными принципами лечения при этом являются достижение стабильности и корректного положения компонентов эндопротеза, а также предупреждение распространения линии перелома. Соблюдение этих принципов обеспечивает условия для получения наилучших долгосрочных результатов [10, 12].

Методы устранения перипротезных переломов условно делятся на подтипы. Так, достаточным объемом лечения переломов типа A1 (точечные перфорации в проксимальном отделе БК) является импактирование перфораций костной стружкой, полученной при обработке вертлужной впадины. Предпочтительным методом лечения переломов типа A2 (стабильные линейные переломы проксимального отдела БК) является наложение проволоочных серкляжей до имплантации ножки для предотвращения распространения линии перелома. Для лечения переломов типа A3 (нестабильные переломы проксимального отдела БК) можно использовать полнопокрытые или конические с ребристой поверхностью ножки, что обусловлено базовыми биомеханическими принципами. Большой вертел (в случае его отрыва) допустимо фиксировать при помощи серкляжной проволоки, пу-

тем остеосинтеза спицами по Веберу (рис. 3) или специальными вертельными пластинами (рис. 4, 5) [34].

Дефекты типа B1 (кортикальные перфорации) чаще всего возникают при удалении цемента из костномозгового канала БК. Для их устранения необходимо имплантировать длинную ножку таким образом, чтобы ее верхушка проходила дистальнее дефекта, поскольку только в этом случае можно говорить о достаточной стабильности [35]. Для дополнительного укрепления БК и шунтирования нагрузки можно использовать кортикальные аллотрансплантаты [27, 34].

Переломы типа B2 (линейные переломы диафиза без смещения) обусловлены многократно увеличивающимся радиарным напряжением кости из-за имплантации ножки эндопротеза или обработки костномозгового канала рашпилями. Если в результате такого перелома ножка протеза стабильна, необходимо визуализировать линию перелома и провести фиксацию серкляжными швами по всей длине. Если же стабильность ножки эндопротеза под вопросом, желательно имплантировать такую ножку, верхушка которой будет располагаться дистальнее линии перелома. В случае плохого качества кости целесообразно также использовать длинные кортикальные аллотрансплантаты с фиксацией их серкляжными швами [27, 34].

Переломы типа B3 (нестабильные переломы диафиза) чаще всего возникают при вывихивании БК,

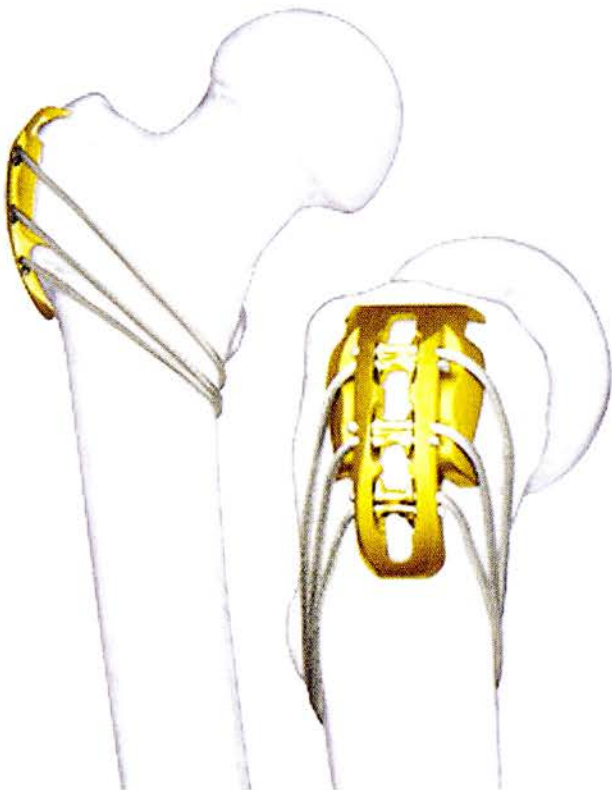


Рис. 4. Вертельная пластина («DePuy»), используемая при переломах и отрывах большого вертела (<https://www.depuyorthopaedics.com/hcp/trauma/products/qs/Trochanteric-Reattachment-Device>).

Fig. 4. Trochanteric plate («DePuy») for the greater trochanter fractures and avulsions.

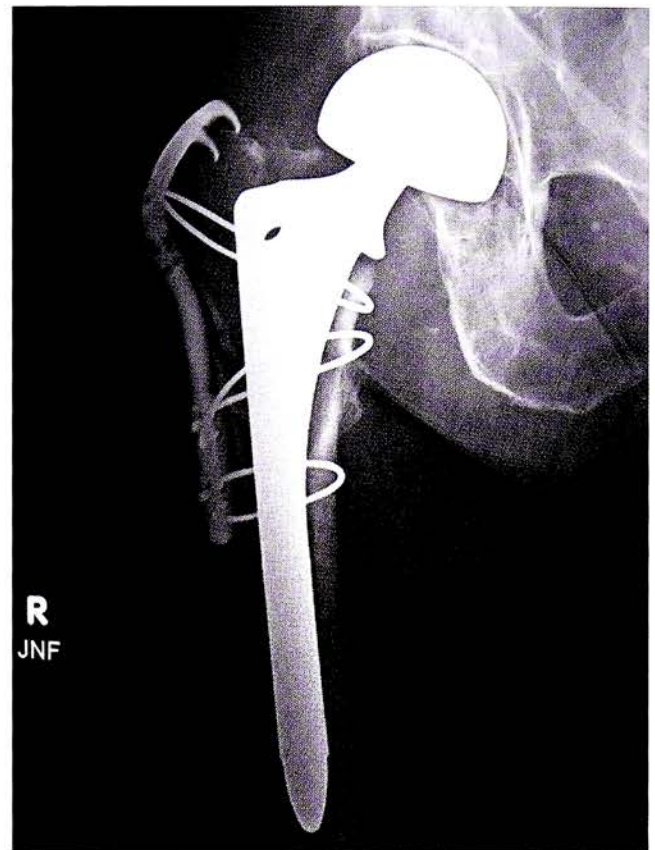


Рис. 5. Интраоперационный перипротезный перелом A3. Отрыв большого вертела. Фиксация вертальной пластиной (https://medapparatus.com/Gallery/Gallery_JointArthroplasty_Page4.html).

Fig. 5. Intraoperative periprosthetic fracture A3. Greater trochanter avulsion. Fixation with the trochanteric plate.

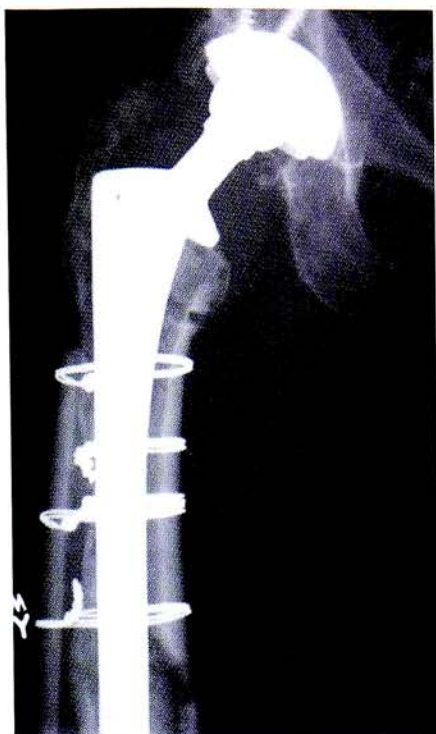


Рис. 6. Интраоперационный перипротезный перелом В3. Наложение серкляжной проволоки в сочетании с кортикальным аллотрансплантатом (<https://www.orthobullets.com/recon/5013/tha-periprosthetic-fracture>).

Fig. 6. Intraoperative periprosthetic fracture V3. Application of cerclage wire in combination with cortical allograft.



Рис. 7. Интраоперационный перелом С2. Фиксация серкляжной проволокой в сочетании с кортикальным аллотрансплантатом (<https://www.orthobullets.com/recon/5013/tha-periprosthetic-fracture>).

Fig. 7. Intraoperative fracture C2. Fixation by cerclage wire in combination with cortical allograft.

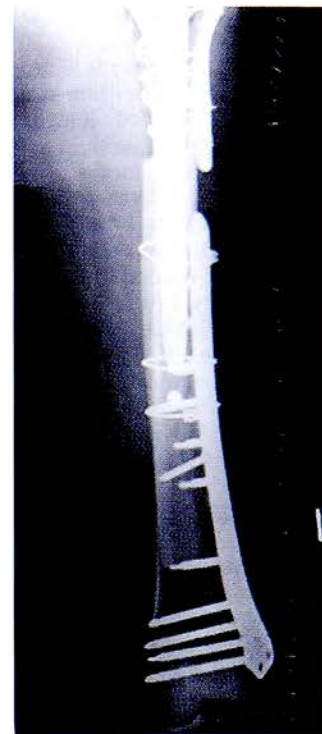


Рис. 8. Интраоперационный перипротезный перелом типа С3. Фиксация серкляжной проволокой и металлоостеосинтез пластиной (<https://www.orthobullets.com/recon/5013/tha-periprosthetic-fracture>).

Fig. 8. Intraoperative periprosthetic fracture C3. Fixation by cerclage wire and metal osteosynthesis.

удалении цемента из канала и имплантации ножки. Для лечения таких переломов также необходимо использовать длинную ножку и кортикальные аллотрансплантаты (если это необходимо) в сочетании с серкляжной проволокой (**рис. 6**).

Перфорации типа С1 (область дистального метафиза) требуется импактировать костными аллотрансплантатами. Лечение переломов типа С2 (стабильные, в области дистального метафиза) включает фиксацию серкляжной проволокой и кортикальными аллотрансплантатами, выполняющими аугментирующую роль (**рис. 7**). Самыми сложными в плане лечения являются интраоперационные переломы типа С3 (нестабильные, в области дистального метафиза (**рис. 8**), которые чаще всего возникают при вывихивании БК. Их лечение заключается в открытой репозиции отломков и металлоостеосинтезе [27, 34, 36].

Заключение. Интраоперационные перипротезные переломы бедренной кости, по мнению многих авторов, являются одной из сложнейших проблем эндопротезирования тазобедренных суставов. По утверждению Н. Сэмерон [37], помимо негативного влияния на стабильность ножки, интраоперационные перипротезные переломы приводят к увеличению стоимости и продолжительности операции, что сопряжено с увеличением риска развития сопутствующих осложнений. К предупреждению данного

осложнения следует относиться с особой ответственностью, а в случае его возникновения — правильно классифицировать перелом и выполнить репозицию и максимально стабильную фиксацию костных отломков. Многие современные авторы уделяют особое внимание стабильности имплантата, поскольку именно первичная стабильность является необходимым условием хороших отдаленных результатов операции [6, 24]. Важно помнить, что ревизионная операция практически всегда сложнее, чем первичная, а предупреждение осложнения всегда предпочтительнее, чем его лечение.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Paprosky W.G. Revision Total Hip Arthroplasty. American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2000;80.
2. Тихонов Р.М., Гончаров М.Ю., Дроздова П.В. и др. Заполняемость Регистра эндопротезирования тазобедренного сустава ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена». *Травматология и ортопедия России*. 2011;2:153-159. [Tikhilov R.M., Goncharov M.Yu., Drozdova P.V. et al. Quality of hip register of the Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics named after R.R. Vreden. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2011;2:153-159. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2011-0-2-153-159>.
3. Van Flinders G.J. Periprosthetic fractures in total hip arthroplasty. *Orthopedics*. 2005;28(9):S1089-S1095. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-20050902-18>.
4. Miettinen S.A., Makinen T.J., Kostensalo I. et al. Risk factors for intraoperative calcar fracture in cementless total hip arthroplasty.

- Acta Orthop. 2016;87(2):113-119. <https://doi.org/10.3109/17453674.2015.1112712>.
5. Meek R.M., Garbuz D.S., Masri B.A. et al. Intraoperative fracture of the femur in revision total hip arthroplasty with a diaphyseal fitting stem. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;48-A(3):480-485.
6. Berend K.R., Lombardi A.V.Jr., Mallory T.H. et al. Cerclage wires or cables for the management of intraoperative fracture associated with a cementless, tapered femoral prosthesis: results at 2 to 16 years. *J Arthroplasty.* 2004;19(7 Suppl 2):17-21.
7. Ponzio D.Y., Shahi A., Park A.G., Purtill J.J. Intraoperative proximal femoral fracture in primary cementless total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2015;30(8):1418-1422. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.02.043>.
8. Miettinen S.S., Mäkinen T.J., Kostensalo I. et al. Risk factors for intraoperative calcar fracture in cementless total hip arthroplasty. *Acta Orthop.* 2016;87(2):113-119. <https://doi.org/10.3109/17453674.2015.1112712>.
9. Berend K.R., Lombardi A.V.Jr. Intraoperative femur fractures is associated with stem and instrument design in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(9):2377-2381. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1314-8>.
10. Fleischman A.N., Schubert M.M., Restrepo C. et al. Reduced incidence of intraoperative femur fracture with a second-generation tapered wedge stem. *J Arthroplasty.* 2017;32(11):3457-3461. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.06.018>.
11. Berry D.J. Management of periprosthetic fractures: the hip. *J Arthroplasty.* 2002;17(4 Suppl 1):11-13. <https://doi.org/10.1054/arth.2002.32682>.
12. Kyle R.F., Crickard G.E. Hip arthroplasty: management problems; periprosthetic fractures associated with total hip arthroplasty. *Orthopedics.* 1998;21:982-984.
13. Moroni A., Faldini C., Piras F., Giannini S. Risk factors for intraoperative femoral fractures during total hip replacement. *Ann Chir Gynaecol.* 2000;89(2):113-118.
14. Schmidt A.H., Kyle R.F. Periprosthetic fractures of the femur. *Orthop. Clin North Am.* 2002;33(1):143-152. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(03\)00077-4](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00077-4).
15. Mallory T.H., Lombardi A.V.Jr., Leith J.R. et al. Minimal 10-year results of a tapered cementless femoral component in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16:49-54. <https://doi.org/10.1054/arth.2001.28721>.
16. Berry D.J. Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am.* 1999;30:183-190.
17. Schwartz J.T.Jr., Mayer J.G., Engh C.A. Femoral fracture during non-cemented total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71(8):1135-1142.
18. Mallory T.H., Lombardi A.V.Jr., Leith J.R. et al. Why a taper? *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84 (Suppl 2):81-89.
19. Mäkelä K.T., Eskelinen A., Paavolainen P. et al. Cementless total hip arthroplasty for primary osteoarthritis in patients aged 55 years and older. Results of the 8 most common cementless designs compared to cemented reference implants in the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop.* 2010;81(1):42-52. <https://doi.org/10.3109/17453671003635900>.
20. SHAR (Swedish Hip Arthroplasty Register) 2011. Publication date: October 2012, Available from <http://www.shpr.se>.
21. AOANJRR (Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry) 2012. Publication date: January 2013. Available from https://aoanjrr.dmac.adelaide.edu.au/documents/10180/60142/Annual%20Report%202012?version=1.3&t=1361226543157.
22. THL (The National Institute for Health and Welfare). Lonkka-japolvipteetit Suomessa 2010. Tilastoraportti 23/2011. Publication date: 22.03.2013. Available from http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/104402/Tr09_13.pdf?sequence=1.
23. Taylor M.H., Harvey J.P.Jr. Intraoperative femur fractures during total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1978;137:96-103.
24. Thillemann T.M., Pedersen A.B., Johnsen S.P. et al. Inferior outcome after intraoperative femoral fracture in total hip arthroplasty: outcome in 519 patients from the Danish hip arthroplasty registry. *Acta Orthop.* 2008;79(3):327-334. <https://doi.org/10.1080/17453670710015210>.
25. Tamaki T., Jonishi K., Miura Y. et al. Cementless tapered-wedge stem length affects the risk of periprosthetic femoral fractures in direct anterior total hip arthroplasty. *J Arth.* 2018;33(3):805-809. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.065>.
26. Johansson J.E., McBroom R., Barrington T.W., Hunter G.A. Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(9):1435-1442.
27. Greidanus N.V., Mitchell P.A., Masri B.A. et al. Principles of management and results of treating the fractured femur during and after total hip arthroplasty. *Instr Course Lect.* 2003;52:309-322.
28. Parrish T.F., Jones J.R. Fracture of the femur following periprosthetic arthroplasty of the hip. Report of nine cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1964;46:241-248.
29. Mallory T.H., Kraus T.J., Vaughn B.K. Intraoperative femoral fractures associated with cementless total hip arthroplasty. *Orthopedics.* 1989;12(2):231-239.
30. Stuchin S.A. Femoral shaft fracture in porous and press-fit total hip arthroplasty. *Orthop Rev.* 1990;19(2):15315-9.
31. Ninan T.M., Costa M.L., Krikler S.J. Classification of femoral periprosthetic fractures. *Injury.* 2007;38(6):661-668. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.02.053>.
32. Пивень И.М., Бердюгин К.А. Классификации перипротезных переломов бедренной кости (обзор литературы). Современные проблемы науки и образования. 2016; 2. [Piven' I.M., Berdyugin K.A. Classification of periprosthetic fractures of the femur (literature review). *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya.* 2016; 2. (in Russ.)].
33. Белов М.В. Перипротезные переломы бедра. Дис. ... канд. мед. наук. М.;2006:11-16. [Belov M.V. Periprosthetic hip fractures. Dis. ... kand. med. nauk. M.;2006:11-16. (in Russ.)].
34. Davidson D., Pike J., Garbuz D. et al. Intraoperative periprosthetic fractures during total hip arthroplasty. Evaluation and management. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90: 2000-12. doi:10.2106/JBJS.H.00331.
35. Larson J.E., Chao E.Y., Fitzgerald R.H. Bypassing femoral cortical defects with cemented intramedullary stems. *J Orthop Res.* 1991;9(3):414-421. <https://doi.org/10.1002/jor.1100090314>.
36. Duncan C.P., Masri B.A. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect.* 1995;44:293-304.
37. Cameron H.U. Intraoperative hip fractures: ruining your day. *J Arthroplasty.* 2004;19(4 Suppl 1):99-103.

Сведения об авторах: Полевой Е.В. — врач травматолог-ортопед, аспирант отделения эндопротезирования НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, e-mail: poleeorg1@yandex.ru; Загородный Н.В. — член-корр. РАН, доктор мед. наук, проф., зав. отделением эндопротезирования, директор НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Каграманов С.В. — доктор мед. наук, науч. сотр. отделения эндопротезирования НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Чрагян Г.А. — канд. мед. наук, врач отделения эндопротезирования НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Алексанян О.А. — врач травматолог-ортопед, аспирант отделения эндопротезирования НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова.

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

Information about the authors: Polevoy E.V. — trauma and orthopaedic surgeon, postgraduate, arthroplasty department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, e-mail: poleeorg1@yandex.ru; Zagorodny N.V. — associate member of Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), professor, head of arthroplasty department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Kagramanov S.V. — Dr. of Sci. (Med.), researcher, arthroplasty department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Chragyan G.A. — Cand. of Sci. (Med.), trauma and orthopaedic surgeon, arthroplasty department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; Aleksanyan O.A. — trauma and orthopaedic surgeon, postgraduate, arthroplasty department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics.

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