

ISSN 2311-2905 (print)
ISSN 2542-0933 (online)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

Учредитель и издатель

*Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации*

Главный редактор Р.М. Тихилов



Том 23, № 1, 2017

Индекс для подписки в агентстве «Роспечать» 15393

Травматология и ортопедия России

Главный редактор

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед наук, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

Заместитель главного редактора

Шубняков Игорь Иванович – канд. мед. наук, главный научный сотрудник (Санкт-Петербург, Россия)

Ответственный секретарь редколлегии

Колесникова Ирина Владимировна (Санкт-Петербург, Россия)

Редакционная коллегия

Агаджанян В.В. – д-р мед. наук, профессор
(Ленинск-Кузнецкий, Россия)

Ахтямов И.Ф. – д-р мед. наук, профессор (Казань, Россия)

Баиндурашвили А.Г. – академик РАН, д-р мед. наук,
профессор (Санкт-Петербург, Россия)

Бережной С.Ю. – д-р мед. наук (Москва, Россия)

Божкова С.А. – д-р мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Воронцова Т.Н. – д-р мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Гржибовский А.М. – д-р мед. наук, профессор
(Осло, Норвегия)

Губин А.В. – д-р мед. наук (Курган, Россия)

Дулаев А.К. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Загра Л. – д-р медицины, профессор (Милан, Италия)

Карякин Н.Н. – д-р мед. наук (Н. Новгород, Россия)

Ключевский В.В. – д-р мед. наук, профессор
(Ярославль, Россия)

Корнилов Н.Н. – д-р мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Королев А.В. – д-р мед. наук, профессор (Москва, Россия)

Котельников Г.П. – академик РАН, д-р мед. наук, профессор
(Самара, Россия)

Кочиш А.Ю. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Кренн Ф. – д-р медицины, профессор (Трир, Германия)

Кузнецов И.А. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Кульджанов Д. – д-р медицины, профессор
(Сент-Луис, США)

Мионов С.П. – академик РАН, д-р мед. наук, профессор
(Москва, Россия)

Мурyleв В.Ю. – д-р мед. наук, профессор (Москва, Россия)

Неверов В.А. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Норкин И.А. – д-р мед. наук, профессор (Саратов, Россия)

Парвизи Д. – д-р медицины, профессор
(Филадельфия, США)

Перка К. – д-р медицины, профессор (Берлин, Германия)

Пташников Д.А. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Родоманова Л.А. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Садовой М.А. – д-р мед. наук, профессор
(Новосибирск, Россия)

Серета А.П. – д-р мед. наук (Москва, Россия)

Соломин Л.Н. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Томас П. – д-р медицины, профессор (Мюнхен, Германия)

Томсен М. – д-р медицины, профессор
(Баден-Баден, Германия)

Хоминец В.В. – д-р мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Хубэ Р. – д-р медицины (Мюнхен, Германия)

Шведовченко И.В. – д-р мед. наук, профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

Шевцов В.И. – д-р мед. наук, профессор
(Новосибирск, Россия)

Шлыков И.Л. – д-р мед. наук (Екатеринбург, Россия)

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, в базу данных Web of Science, в Российский индекс научного цитирования, международные базы публикаций открытого доступа Directory of Open Access Journals и Google Scholar, крупнейшую в мире библиографическую базу данных WorldCat, в базы данных ВИНИТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

Журнал «Травматология и ортопедия России» основан в 1993 г.
Зарегистрирован Государственным комитетом по печати. Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 0110540 от 12.04.1993.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается с письменного разрешения редакции.
Ссылка на журнал «Травматология и ортопедия России» обязательна.

Адрес редакции: 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8, тел.: 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org

Редакторы **Колесникова И.В.**, **Кузнецова А.В.**

Технический редактор **Гаврилова С.В.**

ISSN 2311-2905 (print)
ISSN 2542-0933 (online)

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

TRAUMATOLOGIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

Founder and Publisher

Federal State Budget Institution
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
of Healthcare Ministry of Russian Federation

Editor-in-Chief R.M. Tikhilov



Vol. 23, N 1, 2017

Traumatology and Orthopedics of Russia

Editor-in-Chief

Rashid M. Tikhilov – MD professor (St. Petersburg, Russia)

Deputy editor

Igor I. Shubnyakov MD (St. Petersburg, Russia)

Executive secretary

Irina V. Kolesnikova (St. Petersburg, Russia)

Editorial board

V.V. Agadzhanian MD professor (Leninsk-Kuznetsky, Russia)

I.F. Akhtyamov MD professor (Kazan, Russia)

A.G. Baindurashvili MD professor (St. Petersburg, Russia)

S.Yu. Berezhnoy MD (Moscow, Russia)

S.A. Bozhkova MD (St. Petersburg, Russia)

T.N. Vorontsova MD (St. Petersburg, Russia)

A.M. Grijbovski MD professor (Oslo, Norway)

A.V. Gubin MD (Kurgan, Russia)

A.K. Dulaev MD professor (St. Petersburg, Russia)

L. Zagra MD professor (Milan, Italy)

N.N. Karyakin MD (N. Novgorod, Russia)

V.V. Klyuchevsky MD professor (Yaroslavl, Russia)

N.N. Kornilov MD (St. Petersburg, Russia)

A.V. Korolev MD professor (Moscow, Russia)

G.P. Kotelnikov MD professor (Samara, Russia)

A.Yu. Kochish MD professor (St. Petersburg, Russia)

V. Krenn MD professor (Trier, Germany)

I.A. Kuznetsov MD professor (St. Petersburg, Russia)

D. Kuldjanov MD (St. Louis, USA)

S.P. Mironov MD professor (Moscow, Russia)

V.Yu. Murylev MD professor (Moscow, Russia)

V.A. Neverov MD professor (St. Petersburg, Russia)

I.A. Norkin MD professor (Saratov, Russia)

J. Parvizi MD professor (Philadelphia, USA)

C. Perka MD professor (Berlin, Germany)

D.A. Ptashnikov MD professor (St. Petersburg, Russia)

L.A. Rodomanova MD professor (St. Petersburg, Russia)

M.A. Sadovoy MD professor (Novosibirsk, Russia)

A.P. Sereda MD (Moscow, Russia)

L.N. Solomin MD professor (St. Petersburg, Russia)

P. Thomas MD professor (Munich, Germany)

M. Thomsen MD professor (Baden-Baden/Heidelberg, Germany)

V.V. Khominets MD (St. Petersburg, Russia)

I.V. Shvedovchenko MD professor (St. Petersburg, Russia)

V.I. Shevtsov MD professor (Novosibirsk, Russia)

I.L. Shlykov MD (Ekaterinburg, Russia)

The journal is listed among the leading peer-reviewed scientific periodicals recommended by Russian State Commission for Academic Degrees and Titles.

The journal is currently indexed in Web of Science, Russian Science Citation Index, and in international open publications databases Google Scholar and Directory of Open Access Journals, in the world's largest bibliographic database WorldCat, database of the Russian Institute for Scientific and Technical Information at Russian Academy of Science. Information about the journal is published annually in Ulrichsweb Global Serials Directory.

Journal "Traumatology and Orthopaedics of Russia" founded in 1993. Registered by Russian State Press Committee. Media registration certificate N 0110540 dated 12.04.1993. Full and partial copying or reproduction of journal materials permitted only upon written consent of the editorial office with a mandatory reference to the journal.
Editorial office address: 8, Acad. Baikova str., St. Petersburg, Russia 195427.

Phone +7 (812) 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org.

Editors: **I.V. Kolesnikova, A.V. Kuznetsova** Technical editor: **S.V. Gavrilova**

СОДЕРЖАНИЕ

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бережной С.Ю.

Артроз первого плюснефалангового сустава:
чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической
методики, клинико-рентгенологическая классификация 8

**Соломин Л.Н., Уханов К.А., Сорокин Е.П.,
Херценберг Дж.**

Анализ и планирование коррекции деформаций заднего
отдела стопы в сагиттальной плоскости 23

**Макарова М.В., Вальков М.Ю., Валькова Л.Е., Ревчук А.С.,
Агапитов А.В., Черных И.А., Парфенова А.Р.,
Гржибовский А.М.**

Предикторы перехода рентгенологической нулевой стадии
остеоартрита коленных суставов в первую стадию
(на основании балльной комплексной системы оценки
коленного сустава WORMS) 33

**Сараев А.В., Линдберг М.Ф., Гэй К., Росселэнд Л.А.,
Лердал А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А.**

Факторы, влияющие на интенсивность болевого синдрома
в раннем послеоперационном периоде после тотальной
артропластики коленного сустава 45

**Королев А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С.,
Ильин Д.О., Афанасьев А.П., Фролов А.В.**

Влияние дополнительной поперечной стабилизации
трансплантата передней крестообразной связки
в бедренном канале на степень его расширения 59

Ерохин А.Н., Тарчоков В.Т.

Особенности консолидации перелома диафиза
плечевой кости у больных при чрескостном остеосинтезе
методом Илизарова 70

**Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В.,
Антониади Ю.В.**

Хирургическое лечение двухмыщелковых переломов
большеберцовой кости 81

**Мурьев В.Ю., Кавалерский Г.М., Терентьев Д.И.,
Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченко А.В.**

Пятилетние результаты применения керамических и керамо-
полиэтиленовых пар трения при эндопротезировании
тазобедренного сустава 89

**Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В.,
Гончаров М.Ю.**

Результаты этапного лечения пациентов
с перипротезной инфекцией после эндопротезирования
коленного сустава 98

Зиновьев М.П., Паськов Р.В., Римашевский Д.В.

Влияние остаточной варусной деформации
на клинико-функциональные, рентгенологические
и динамометрические результаты тотального
эндопротезирования коленного сустава 108

ЛЕКЦИЯ

**Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г.,
Богопольский О.Е., Гуацаев М.С.**

Возможности рентгенографии в ранней диагностике
патологии тазобедренного сустава 117

CONTENS

CLINICAL STUDIES

Berezhnoy S.Yu.

First Metatarsophalangeal Joint Osteoarthritis:
Percutaneous Surgery, Choice of a Surgical Procedure,
Clinical and Radiographic Classification 8

**Solomin L.N., Ukhanov K.A., Sorokin E.P.,
Herzenberg J.E.**

Analysis and Planning of Hindfoot Deformity Correction
in Sagittal Plane 23

**Makarova M.V., Valkov M.Yu., Valkova L.E., Revchuk A.S.,
Agapitov A.V., Chernykh I.A., Parfenova A.R.,
Grjibovski A.M.**

Transition Predictors of X-Ray 0 Stage for Knee
Osteoarthritis Into the 1ST Stage (Based on the Complex
Evaluation of the Knee Joint by
MRI WORMS) 33

**Saraev A.V., Lindberg M.F., Gay C.,
Rosseland L.A., Lerdal A., Kornilov N.N.,
Kulyaba T.A.**

What Influence on Early Postoperative Pain Intensity
after Total Knee Arthroplasty? 45

**Korolev A.V., Magnitskaya N.E., Ryazantsev M.S.,
P'in D.O., Afanasyev A.P., Frolov A.V.**

Combined Femoral Fixation Tecnique in Hamstring Tendon
Anterior Cruciate Ligament Reconstruction:
Assessment of Tunnel Widening 59

Erokhin A.N., Tarchokov V.T.

Specifics of Diaphyseal Humerus Fractures Healing
in Patients Treated by Ilizarov External
Fixation 70

**Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V.,
Antoniadi Yu.V.**

Surgical Management of Bicondylar
Tibia Fractures 81

**Murylev V.Yu., Kavalersky G.M., Terentiev D.I.,
Rukin Y.A., Elizarov P.M., Muzychenkov A.V.**

Five Year Outcomes of Ceramic-on-Ceramic
and Ceramic-on-Polyethylene Bearings in Hip Joint
Replacement 89

**Preobrazhensky P.M., Bozhkova S.A., Kazemirsky A.V.,
Goncharov M.Yu.**

Results of Two-Stage Reimplantation in Patients with
Periprosthetic Joint Infection after Total Knee
Arthroplasty 98

**Zinoviev M.P., Paskov R.V.,
Rimashevsky D.V.**

Influence of Residual Varus Deformity on Clinical,
Functional, Radiological and Dynamometric Outcomes
of Total Knee Arthroplasty 108

LECTURE

**Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Pliev D.G.,
Bogopolsky O.Y., Guatsaev M.S.**

Roentgenography Potentialities for Early Diagnosis of Hip
Pathologies 117

ДИСКУССИЯ

**Кудяшев А.Л., Хоминец В.В., Шаповалов В.М.,
Метленко П.А., Мироевский Ф.В., Резванцев М.В.,
Теремшонов А.В.**
Особенности хирургической тактики лечения пациентов
с коксо-verteбральным синдромом 132
Комментарии 144

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАВМАТОЛОГО-ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ
ПОМОЩИ**

**Саакян С., Закроева А.Г., Галстян Р., Ханамирян Т.,
Ароян А., Мамиконян Н., Бабалян В., Лебедев А.К.,
Гладкова Е.Н., Лесняк О.М.**
Эпидемиологическое исследование низкоэнергетических
переломов в Республике Армения 153

ОБЗОРЫ

Кочергин П.Г., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А.
Влияние компьютерной навигации на клинические
и рентгенологические результаты корригирующих
околосуставных остеотомий бедренной и большеберцовой
костей у больных гонартрозом
(обзор литературы) 163

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ..... 176

DISCUSSION

**Kudyashev A.L., Khominets V.V., Shapovalov V.M.,
Metlenko P.A., Miroevsky M.V., Rezvantsev M.V.,
Teremshonok A.V.**
Features of Surgical Tactics for Patients with Coxo-Vertebral
Syndrome 132
Comments 144

**TRAUMA AND ORTHOPEDIC
CARE**

**Saakyan S., Zakroyeva A.G., Galstyan R., Khanamiryan T.,
Aroyan A., Mamikonyan N., Babalyan V., Lebedev A.K.,
Gladkova E.N., Lesnyak O.M.**
Epidemiological Study of Low Energy Fractures
in Republic of Armenia 153

REVIEWS

**Kochergin P.G., Kornilov N.N.,
Kulyaba T.A.**
The Influence of Computer-Assisted Surgery
on Clinical and Radiographic Outcomes of Periarticular
Femur and Tibia Osteotomies in Osteoarthritic Patients
(Review) 163

AUTHOR GUIDELINES176

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

В жизни журнала «Травматология и ортопедия России» произошло знаменательное событие – с 2016 года наше издание вошло в самую авторитетную международную аналитическую базу данных Web of Science. Международное признание нашего журнала является результатом долгой и настойчивой работы, направленной на повышение качества статей, привлечение в редакционную коллегию авторитетных отечественных и зарубежных ученых в области травматологии и ортопедии. Для удержания высокой планки мы были вынуждены повысить требования к рукописям, что положительно отразилось на качестве публикаций.

В рейтинге Российского индекса научного цитирования журнал занимает 66 место из 477, двухлетний импакт-фактор РИНЦ с учетом цитирования из всех источников составляет 0,773.

Мы стараемся делать наш журнал интересным и востребованным.

Ждем от вас интересных и качественных статей, посвященных актуальным проблемам травматологии и ортопедии.



Главный редактор
д-р мед. наук, профессор
Р.М. Тихов

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Р.М. Тихов'.

АРТРОЗ ПЕРВОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА: ЧРЕСКОЖНОЕ ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ, ВЫБОР ХИРУРГИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ, КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

С.Ю. Бережной

Филиал «Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России
2-й Боткинский проезд, д. 5, кор. 5, Москва, 125284, Россия

Реферат

Актуальность. *Hallux rigidus* встречается примерно у 2,5% взрослого населения. Многообразие клинических и рентгенологических проявлений заболевания объясняет сложность создания универсальной классификации и выбора способа операции. Применение чрескожной техники в лечении *hallux rigidus* практически не нашло отражения в научной литературе.

Цель исследования – оценить эффективность применения чрескожных методик при хирургическом лечении *hallux rigidus*; уточнить факторы, определяющие выбор хирургической техники; разработать классификацию степени выраженности артроза первого плюснефалангового сустава (ПФС1), помогающую в выборе способа хирургического пособия.

Материал и методы. С 2010 по август 2016 г. автором выполнены чрескожные хирургические вмешательства на 156 стопах у 107 пациентов по поводу различных болезненных проявлений артроза ПФС1. Одновременные чрескожные операции на латеральных лучах выполнены в 35 (22,4%) случаях. В анализируемой группе было 20 мужчин (18,7%) и 87 женщин (81,3%). Средний возраст пациентов составил 49 лет (от 18 до 73 лет). Средний срок наблюдений – 7 мес. (от 3 до 54). В указанные сроки прослежены результаты лечения 103 пациентов (150 стоп). Средний срок госпитализации – 0,78 койко-дня (от 0 до 1).

Результаты. Раневых и инфекционных осложнений не отмечено. Для оценки результатов использовался критерий удовлетворенности пациентов результатом хирургического вмешательства. Пациенты были полностью удовлетворены результатами 89 вмешательств, удовлетворены с оговорками – в 57 и не удовлетворены в 4 случаях. Подтверждена роль избыточной относительной длины первой плюсневой кости в развитии *hallux rigidus*.

Выводы. Чрескожная техника позволяет добиваться удовлетворительных результатов лечения всех стадий артроза первого плюснефалангового сустава. Выбор конкретной хирургической методики представляет сложную задачу и требует учета разнообразных клинико-рентгенологических проявлений заболевания и целого ряда факторов, определить которые можно лишь в процессе их обсуждения с пациентом. Предложенная клинико-рентгенологическая классификация степени тяжести артроза первого плюснефалангового сустава призвана помочь хирургу в выборе индивидуализированной хирургической тактики. Классификацию рекомендуется использовать в совокупности с данными в работе пояснениями.

Ключевые слова: артроз первого плюснефалангового сустава, чрескожная хирургия стопы, артродез, остеотомия первой плюсневой кости, хейлэктомия, *hallux rigidus*.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.

First Metatarsophalangeal Joint Osteoarthritis: Percutaneous Surgery, Choice of a Surgical Procedure, Clinical and Radiographic Classification

S.Yu. Berezhnoy

Medical Center of the Main Administration for Services to the Diplomatic Corps (GlavUpDK) at the Ministry
of Foreign Affairs of Russian Federation
2-y Botkinskiy proezd, 5, Moscow, Russia, 125284

Abstract

Introduction. *Hallux rigidus* is observed in approximately 2.5% of the adult population. Until now neither a unified classification of *hallux rigidus* appears to exist nor any clear principles to choose the surgical method. The variety of clinical and radiological signs explains the difficulties in establishing a comprehensive classification system and in selection of the criteria for surgical procedure. There are few published reports about *hallux rigidus* percutaneous surgical treatment. Existing papers are dedicated to a limited number of percutaneous techniques.

Бережной С.Ю. Артроз первого плюснефалангового сустава: чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической методики, клинико-рентгенологическая классификация. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):8-22.
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.

Cite as: Berezhnoy S.Yu. [First Metatarsophalangeal Joint Osteoarthritis: Percutaneous Surgery, Choice of a Surgical Procedure, Clinical and Radiographic Classification]. *Traumatologiya i ortopediya Rossiï* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):8-22. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.

Бережной Сергей Юрьевич. 2-й Боткинский проезд, д. 5, кор. 5, Москва, 125284, Россия / Sergey Yu. Berezhnoy. 2-y Botkinskiy proezd, 5, Moscow, 125284, Russia; e-mail: Doktor@Berezhnoi.ru

Рукопись поступила/Received: 21.02.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 02.03.2017.

The purpose of this study was to evaluate the efficacy of percutaneous techniques for surgical treatment of the first metatarsophalangeal joint osteoarthritis; to specify factors determining the choice of procedure; to develop a grading system of the *hallux rigidus* severity which will help in selection of surgery.

Materials and methods. Based on 156 surgeries (107 patients) the author demonstrated the possibilities of percutaneous techniques in the surgical treatment of *hallux rigidus* of different stages as well as provided a brief description of used surgical techniques.

Results. The mean age of patients was 48.8 years (ranged from 18 to 73). The mean follow-up was 7 months (ranged from 3 to 54). At the specified time the treatment outcomes of 103 patients (150 feet) were analyzed. Mean hospital stay was 0.78 days (ranged from 0 to 1). No infectious or wound-healing problems were observed. Overall, the patients were completely satisfied with the outcomes of 89 surgical treatment, qualified satisfaction was reported with patients in respect of outcomes of 57 surgeries. Four unsatisfactory outcomes were observed. The role of the relatively long first metatarsal in the development of *hallux rigidus* was confirmed.

Conclusion. Percutaneous techniques provide successful treatment for all stages of *hallux rigidus*. The choice of a specific surgical technique may be challenging and requires consideration of a variety of clinical and radiological signs of the pathological process as well as other factors determined by a surgeon only after detailed discussion with the patient. Grading system, proposed in the study, is intended to help the surgeon in selection of individualized surgical approach. It's recommended to use the proposed classification with the explanations to it provided in the study.

Keywords: first metatarsophalangeal joint osteoarthritis, percutaneous foot surgery, arthrodesis, first metatarsal osteotomy, cheilectomy, *hallux rigidus*.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Считается, что впервые описание артроза первого плюснефалангового сустава (ПФС1) и выполненной по этому поводу резекции основной фаланги было опубликовано в *British Medical Journal* в 1887 г. М. Davies-Colley [14], который дал заболеванию имя *hallux flexus*, отражавшее характерное для данной болезни положение большого пальца стопы. М. Mesa-Ramos и Р. Carpintero [20] приписывают первенство Nicoladini (1881), однако найти в доступной литературе указание на первоисточник нам не удалось. Наиболее же распространенное название – *hallux rigidus* – заболевание получило благодаря J.M. Cotteril в 1888 г. [9].

Hallux rigidus встречается примерно у 2,5% взрослого населения и является вторым по частоте после *hallux valgus* патологическим состоянием стопы [8, 15]. Несмотря на более чем столетнюю историю изучения, до сегодняшнего дня существуют противоречивые теории этиологии заболевания, не разработана единая классификация патологического процесса, отсутствуют четкие критерии выбора тактики оперативного лечения [3, 8, 10, 21]. Трудности в выборе способа операции определяются многообразием клинических и рентгенологических проявлений заболевания. С этим же связана и сложность создания универсальной классификации: в случаях, когда делается попытка учесть максимальное число факторов, способных оказать влияние на принятие решения, классификация получается громоздкой и трудной для

применения [24]. Лаконичные классификации, предложенные M.J. Coughlin, P.S. Shurnas [11] и J.H.Kellgren, J.S. Lawrence [16] оставляют хирургу больше свободы, однако помощь от них в каждом конкретном случае может быть недостаточной. В России в течение многих лет врачами в практической работе преимущественно используются две классификации остеоартроза: Н.С. Косинской [2] и J.H.Kellgren, J.S. Lawrence [16]. Обе классификации разработаны, прежде всего, для коленного сустава, являются «чисто» рентгенологическими и не учитывают клинических проявлений заболевания. В отечественных работах авторство или название использованной классификации нередко вовсе не указывается [3]. Применение чрескожных методик в лечении *hallux rigidus* до настоящего времени практически не нашло отражения в специальной литературе. Немногочисленные публикации посвящены ограниченному числу хирургических техник [20].

Цель исследования – оценить эффективность применения чрескожных методик в хирургическом лечении *hallux rigidus*; уточнить факторы, определяющие выбор хирургической техники; разработать классификацию степени выраженности артроза первого плюснефалангового сустава, помогающую в выборе способа хирургического пособия.

Материал и методы

С 2010 по август 2016 г. нами выполнены чрескожные хирургические вмешательства на 156 стопах у 107 пациентов по поводу различ-

ных болезненных проявлений артроза ПФС1. В анализируемой группе было 20 мужчин (18,7%) и 87 женщин (81,3%).

Выполнение операций на одной или двух стопах зависело от медицинских показаний (односторонний характер поражения или различная степень выраженности артроза на двух стопах одного больного – явление очень частое) или желания пациента. Одновременные различные чрескожные операции на латеральных лучах выполнены в 35 (22,4%) случаях. Подавляющее большинство вмешательств осуществлялось в условиях проводниковой анестезии на уровне голеностопного сустава. Турникет не накладывался.

Основными критериями включения пациентов в исследование явились наличие стойкого болевого синдрома, клинических и (или) рентгенологических проявлений артроза первого

плюснефалангового сустава. Критерии исключения: возраст моложе 18 лет; ятрогенный артроз; повторные операции, выполненные после неудачных первичных вмешательств; артропатии при различных системных воспалительных заболеваниях; наличие клинически значимых (требующих хирургической коррекции) признаков *hallux valgus* и *hallux varus*; посттравматические артрозы.

Для достижения поставленных целей самостоятельно или в различных сочетаниях применялись следующие чрескожные операции: экзостозэктомии и хейлэктомии головки первой плюсневой кости (M1) и основания основной фаланги первого пальца (P1); остеотомии первой плюсневой кости и основной фаланги первого пальца; артродез первого плюснефалангового сустава; тенотомия длинного разгибателя первого пальца (EHL) (табл. 1).

Таблица 1/Table 1

Виды хирургических вмешательств, применявшихся в лечении артроза ПФС1
Utilized surgical procedures

Вид вмешательства/Surgery	Количество операций/Number of procedures
Хейлэктомия головки M1 Cheilectomy of M1 head	47 (в двух случаях в сочетании с хейлэктомией основания P1) 47 (in two cases combined with cheilectomy of P1 basis)
Остеотомия P1 и хейлэктомия головки M1 P1 osteotomy and cheilectomy of M1 head	31
Остеотомия M1 по Reverdin-Isham в сочетании с хейлэктомией головки M1 M1 Reverdin-Isham osteotomy combined with cheilectomy of M1 head	11 (в одном случае в сочетании с хейлэктомией основания P1) 11 (in one case combined with cheilectomy of P1 basis)
Укорачивающая фиксированная дистальная остеотомия и хейлэктомия головки M1 Shortening fixed distal osteotomy and cheilectomy of M1 head	24 (в двух случаях – нефиксированные остеотомии) 24 (in two cases – unfixed osteotomies)
Укорачивающая фиксированная дистальная остеотомия и хейлэктомия головки M1 в сочетании с остеотомией P1 Shortening fixed distal osteotomy and cheilectomy of M1 head combined with P1 osteotomy	22
Артродез ПФС1 (с или без хейлэктомии) Arthrodesis of 1st metatarsophalangeal joint (with or without cheilectomy)	17 (2 реартродеза с заменой одного из винтов на винт большего диаметра) 17 (including two revision arthrodesis with replacement of one of the screws for a bigger diameter screw)
Изолированная остеотомия P1 Isolated P1 osteotomy	2
Изолированная экзостозэктомия головки M1 Isolated M1 head exostosectomy	2
Всего/Totally	156

В составе различных вмешательств выполнено 6 операций тенотомии EHL
EHL tenotomy (as part of various procedures) – 6 cases.

Особенности хирургической техники

Изолированная экзостозэктомия головки М1 выполнена всего в двух случаях, когда на фоне выраженного артроза ПФС1 значимой жалобой для пациентов являлось наличие одиночных экзостозов (рис. 1). Удаляли изолированный экзостоз через прокол кожи, расположенный на достаточном для полного погружения под кожу рабочей части фрезы расстоянии от костной выпуклости, путем воздействия на нее боковой поверхностью вращающейся со скоростью 2–5 тыс. оборотов в минуту фрезы.

Хейлэктомия головки первой плюсневой кости (реже – основания Р1). Выполнялась из

медиального доступа 0,8–1 см на уровне дистальной трети диафиза М1 (рис. 2).

В отличие от прокола, кожные края раны при доступе таких размеров более подвижны, что позволяет выполнить из него операцию Шеде, тыльную и тыльно-медиальную хейлэктомии (рис. 3), корригирующие остеотомии М1.

При выполнении хейлэктомии головки М1 нужно учитывать опасность повреждения фрезой сухожилия длинного разгибателя первого пальца, натянутого над костным выростом. Тыльные костные разрастания могут достигать очень больших размеров и нередко недооцениваются при анализе рентгенограмм (рис. 4).



Рис. 1. Одиночный экзостоз головки М1, осложненный хронической раной в проекции его верхушки: фото (а) и рентгенограмма (б) стопы до операции

Fig. 1. Single exostosis of M1 head, complicated by chronic wound in apex projections: image (a) and x-rays (b) prior to surgery



Рис. 2. Доступ для выполнения хейлэктомии головки М1, основания Р1, остеотомий первой плюсневой кости и введения одного из винтов при выполнении артродеза ПФС1

Fig. 2. Surgical approach for cheilectomy of M1 head, basis of P1, first metatarsal bone osteotomy and insertion of a screw for 1st metatarsophalangeal joint arthrodesis



Рис. 3. Интраоперационная рентгенограмма, демонстрирующая возможность выполнения тыльно-медиальной хейлэктомии основания Р1 из медиального доступа

Fig. 3. Intraoperative x-ray, option of dorsal-medial cheilectomy of P1 basis from medial approach



Рис. 4. Тыльный экзостоз головки М1 (а) в сравнении с размером удаленных в процессе тыльной хейлэктомии костных фрагментов (б). Частично костная ткань была удалена еще и в виде костной кашицы и не отражена на фотографии

Fig. 4. Seemingly small dorsal exostosis of M1 head on x-ray (a) in contrast to actual size of removed bone fragments during cheilectomy (b). Partially the bone was removed as bony pulp and not presented on the image

Мы старались не измельчать костные разрастания фрезой до кашицеобразного состояния, чтобы не повредить ЕНЛ, и отсекали их одним-тремь фрагментами. Во многих случаях сделать это несложно благодаря характерной форме тыльного экзостоза, под который легко подвести фрезу (рис. 5 а). При такой технике доступ протяженностью 8–10 мм позволяет удалить крупные костные фрагменты (рис. 5 б). У пациентов преклонного возраста с выраженным остеопорозом тыльные экзостозы головки М1 зачастую легко удаляются ложкой Фолькмана без применения микрофрезы.



Рис. 5. Удаление крупных костных фрагментов через доступ протяженностью 8–10 мм: а – тыльный экзостоз головки М1 в виде «навеса», легко срезаемый фрезой; б – удаление крупного костного фрагмента

Fig. 5. Removal of large bone fragments through the 8-10 mm approach: (a) dorsal overhanging exostosis of M1 head enabling easy burr placement; (b) removal of a large bony fragment

Полнота удаления тыльных разрастаний головки М1 контролировалась рентгеноскопически. Заметное увеличение тыльного сгибания первого пальца также свидетельствовало об успешном выполнении манипуляции (рис. 6).

При выполнении операции в условиях проводниковой анестезии (более 95% вмешательств) периодически просили пациента согнуть первый палец, чтобы убедиться в целостности ЕНЛ и увеличении объема активного сгибания.



Рис. 6. Подвижность первого пальца до операции (а) и после выполнения хейлэктомии (б).

Заметно увеличение тыльного сгибания

Fig. 6. Great toe mobility prior to surgery (a) and after cheilectomy (b) – significant increase of dorsal flexion

Остеотомии первой плюсневой кости.

Остеотомия по Reverdin – Isham выполнена лишь в 11 случаях, когда избыточная длина первой плюсневой сочеталась с наклоном кнаружи ее дистальной суставной площадки или при небольшой степени *hallux valgus interphalangeus*, для коррекции которой было достаточно возможностей закрытой клиновидной остеотомии. Техника манипуляции хорошо известна [12], и мы не вносили в ее исполнение значимых изменений. Достоинства операции – в относительной простоте, стабильности фрагментов плюсневой кости за счет сохранения целостности наружного кортикального слоя М1. Основной недостаток: при применении остеотомии для лечения *hallux rigidus* ограничены возможности укорочения первой плюсневой кости.

Укорачивающая фиксированная дистальная остеотомия М1. Техника ее выполнения почти не отличалась от предложенной нами ранее смещенной фиксированной остеотомии [1], за исключением того, что дистальный фрагмент М1 не сдвигался кнаружи или сдвигался незначительно. При отсутствии значимого смещения остеотомия очень стабильна, а с применением фрез различного диаметра и изменением угла наклона фрезы при пересечении М1 можно добиваться различной степени укорочения первой плюсневой кости (рис. 7).



Рис. 7. Соотношение длины M1 и M2, демонстрирующее возможности значительного укорочения первой плюсневой кости в результате чрескожной фиксированной укорачивающей остеотомии:

a – рентгенограммы стопы до операции;
b – через 12 мес. после операции

Fig. 7. M1 and M2 length ratio demonstrating possible sizable shortening of the first metatarsal bone after percutaneous fixed shortening osteotomy: foot x-ray prior to (a) and in 12 months after the surgery (b)

Остеотомия основной фаланги первого пальца. Так же, как и избыточная длина M1, частым состоянием, сопутствующим артрозу ПФС1, является *hallux valgus interphalangeus* (рис. 8). Отсюда отличия в технике остеотомии: выполняется она на большем расстоянии от основания P1, чем при *hallux valgus*, вплоть до дистальной трети основной фаланги. Мы осуществляли остеотомию через тыльно-медиальный прокол мягких тканей микрофрезой соответствующего выраженности деформации



Рис. 8. Выраженный *hallux valgus interphalangeus* в сочетании с *hallux rigidus* и грубой деформацией латеральных лучей

Fig. 8. Severe *hallux valgus interphalangeus* combined with *hallux rigidus* and deformities of lateral rays

диаметра и формы (прямая или клиновидная). Остеотомированные фрагменты никогда не фиксировали винтом. Поэтому важным моментом манипуляции считали сохранение целостности наружного кортикального слоя фаланги, особенно при дистальных остеотомиях, склонных к замедленному сращению и легко смещающихся при полном пересечении кости. При наличии симптомов *hallux flexus* выполнялась клиновидная остеотомия P1 с обращенным к тылу стопы основанием клина.

Артродез первого плюснефалангового сустава. Случаев, когда для выполнения артродеза ПФС1 не требовалась хейлэктомия, в нашей серии было всего два. Обычно операция состояла из этапа хейлэктомии, осуществлявшегося из стандартного медиального доступа, и собственно артродеза. Для введения фрезы в полость сустава с целью подготовки его суставных поверхностей мы использовали медиальный доступ (рис. 9). Удаление остатков хрящевой ткани и адаптация обращенных друг к другу поверхностей ПФС1 являлись, на наш взгляд, наиболее трудными технически моментами вмешательства. При обработке суставных поверхностей фрезой было необходимо не только добиться плотного соприкосновения суставных поверхностей, но и учесть наличие *hallux valgus interphalangeus*, чтобы, по возможности, избежать выполнения остеотомии P1. Фиксацию сустава осуществляли двумя перекрещивающимися бесшляпочными винтами, введенными через уже имевшийся после выполнения хейлэктомии доступ и медиальный разрез 0,5–0,6 см в средней трети основной фаланги первого пальца.

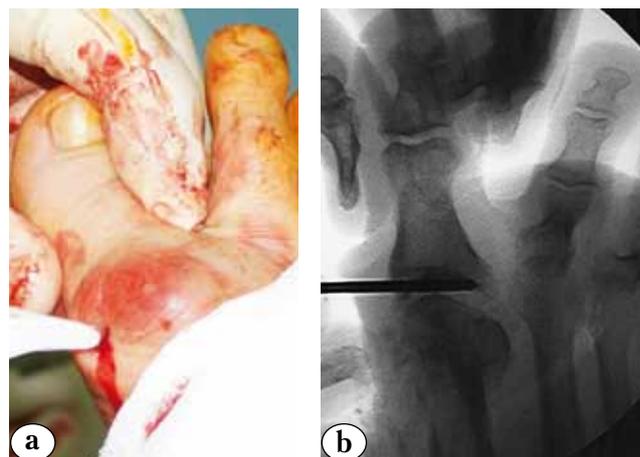


Рис. 9. Доступ к полости ПФС1 (a) и положение фрезы перед началом обработки суставных поверхностей (b)

Fig. 9. Approach to first metatarsophalangeal joint cavity (a) and burr placement prior to handling of articular surfaces (b)

Тенотомия длинного разгибателя первого пальца стопы. Переразгибание ногтевой фаланги устранялось путем введения скальпеля с лезвием Beaver 64 через прокол на тыльно-медиальной поверхности пальца на уровне межфалангового сустава. Сухожилие ЕНН пересекалось одним движением. Сустав в момент выполнения манипуляции слегка сгибали в межфаланговом суставе, увеличивая натяжение сухожилия, что позволяло лучше почувствовать момент тенотомии. При этом старались не «провалиться» скальпелем в сустав, полагая, что повреждение капсулы могло стать причиной его последующей нестабильности. *Hallux hyperextensus* может сопутствовать артрозу ПФС1 на любой стадии заболевания, в большинстве случаев представляя собой полезную приспособительную реакцию, помогающую выполнять перекат при ограничении тыльного сгибания Р1. Поэтому тенотомию *extensor hallucis longus* мы выполняли только при симптоматическом *hallux hyperextensus*. В то же время, хейлэктомия и другие компоненты операции могли приводить к самопроизвольной коррекции данной деформации.

Результаты

Средний срок наблюдений составил 7 мес. (от 3 до 54). В указанные сроки прослежены результаты лечения 103 пациентов (150 стоп). Все, кроме одного, случаи артродезов первого плюснефалангового сустава наблюдались, как минимум, до формирования костного анкилоза. Средний срок госпитализации составил 0,78 койко-дня (от 0 до 1). Все пациенты осматривались через две (после выполнения фиксированных дистальных остеотомий через 2 и 4) недели во время смены повязок и через 3 мес. после операции. Далее осмотры, по возможности, производились через 6, 12 мес. и позже. Раневых и инфекционных осложнений не отмечено. Контрольная рентгенография после изолированных экзостоз- и хейлэктомий, как правило, не выполнялась. После корригирующих остеотомий М1 и Р1 в большинстве случаев выполнялась через 3 мес. после операции и по возможности через 6, 12 мес. и позже. После артродеза ПФС1 первые снимки делались через 6 нед. после операции и далее – каждые 2–3 мес. до формирования костного анкилоза.

Средний возраст пациентов составил 49 лет (от 18 до 73): младше 30 лет – 8 (7%); 30–39 лет – 17 (16%); 40–49 лет – 22 (21%), 50–59 лет – 43 (40%); 60 лет и старше – 17 пациентов (16%).

Если же говорить о среднем возрасте пациентов в момент выполнения операций, то значимо

отличалась от средних значений только подгруппа остеотомий первой плюсневой кости:

- изолированная хейлэктомия – 52 года;
- хейлэктомия в сочетании с остеотомией Р1 – 49 лет;
- остеотомии М1 – 42 года;
- артродез ПФС1 – 52 года.

Для оценки достигнутых результатов использовался критерий удовлетворенности пациентов результатом хирургического вмешательства (полностью удовлетворен, удовлетворен с оговорками, не удовлетворен). К категории «удовлетворен с оговорками» относили случаи, когда на фоне в целом отличного или хорошего результата операции сохранялись моменты, доставлявшие пациентам неудобство или дискомфорт при некоторых физических нагрузках, ношении тесной обуви и т.д. Пациенты остались полностью удовлетворены результатами 89 вмешательств, удовлетворены с оговорками результатами 57 операций (приводятся оценки, зафиксированные во время последнего осмотра).

Неудовлетворительные результаты отмечены в 4 случаях. У двух пациенток развились симптомы переходной под головку второй плюсневой кости (М2) метатарзалгии. В одном случае это произошло после укорачивающей остеотомии М1. Через 6 мес. была выполнена чрескожная субкапитальная остеотомия М2, позволившая купировать симптомы болезненной перегрузки. У второй больной осложнение развилось после артродеза ПФС1. От дальнейшего хирургического лечения пациентка отказалась. Еще в двух случаях в течение 8 мес. и 1 года после артродеза ПФС1 костный анкилоз не состоялся (у одной пациентки одноэтапно был выполнен артродез на двух стопах; анкилоз состоялся на одной стопе). В обоих случаях несостоятельного артродеза была выполнена замена одного из винтов на винт большего диаметра. У пациентки анкилоз ПФС1 был зафиксирован через 4 мес. после повторной операции. Контакт с пациентом был утерян.

Оценка до- и послеоперационного состояния также производилась с помощью рейтинговой системы AOFAS [18]. Однако при попытке сравнения полученных результатов в различных подгруппах мы убедились в невозможности достоверной оценки с помощью шкалы AOFAS столь разнородной (по количеству пациентов в подгруппах, в возрастном аспекте, в требованиях к физической активности и т.д.) группы больных. К тому же, в 22,4% случаев операции по поводу *hallux rigidus* сочетались с вмешательствами на латеральных лучах,

что делало невозможным применение единой шкалы AOFAS для всех случаев. Помимо анализа результатов удовлетворенности пациентов, фиксировались сроки формирования анкилоза ПФС1 и консолидации остеотомий. Самый короткий период формирования костного анкилоза после выполнения артродеза, зафиксированный рентгенологически, составил 6 недель (рис. 10).

В большинстве случаев анкилоз фиксировался при выполнении рентгенографии через 3 мес. после операции. Что касается остеотомий М1, то начальные признаки консолидации можно было увидеть на рентгенограммах через 4–6 нед. после операции – время прекращения использования послеоперационных ботинок с разгрузкой переднего отдела стопы. К 3–4 мес., как правило, уже отмечалось монолитное сращение.

Клинический пример

Пациентка Т., 50 лет, была госпитализирована в клинику 08.04.2015. с жалобами на боль и ограничение подвижности в суставе большого пальца левой стопы. Боль беспокоила при ходьбе, особенно в плотной обуви или обуви на тонкой подошве, а также в покое после относительно длительной ходьбы.

Из анамнеза: болеет около 5 лет, отмечает постепенное ухудшение.

При осмотре: походка симметрична, отека стоп нет. Область ПФС1 левой стопы умеренно увеличена в объеме, подвижность в суставе резко ограничена – тыльное сгибание 143° (рис. 11 а), движения болезненны в крайних положениях. На рентгенограмме: щель первого плюснефалангового сустава резко сужена, преобладание длины М1 над длиной М2 (рис. 11 б).

Пациентка была прооперирована в день госпитализации: в условиях пролонгированной проводниковой анестезии на уровне голеностопного сустава выполнены чрескожная тыльная и тыльно-латеральная хейлэктомии головки и дистальная линейная фиксированная укорачивающая остеотомия М1. Послеоперационный период протекал гладко. Выписана из стационара на следующий день после операции. Пациентке была рекомендована ходьба в реабилитационном ботинке с разгрузкой переднего отдела стопы в течение 5 нед. При осмотре через 6 мес. после операции: боли не беспокоят, походка не нарушена, стопа не отекает, тыльное сгибание первого пальца 136° . На рентгенограмме: консолидация фрагментов первой плюсневой кости, щель ПФС1 заметно шире дооперационной, преобладание длины М2 над М1 за счет укорочения первой плюсневой кости (рис. 12). Пациентка довольна результатом операции, часто ходит в обуви на высоком каблуке. Была уверена, что подвижность сустава большого пальца вернулась к норме и крайне удивилась, что объем движений увеличился всего на 7° .

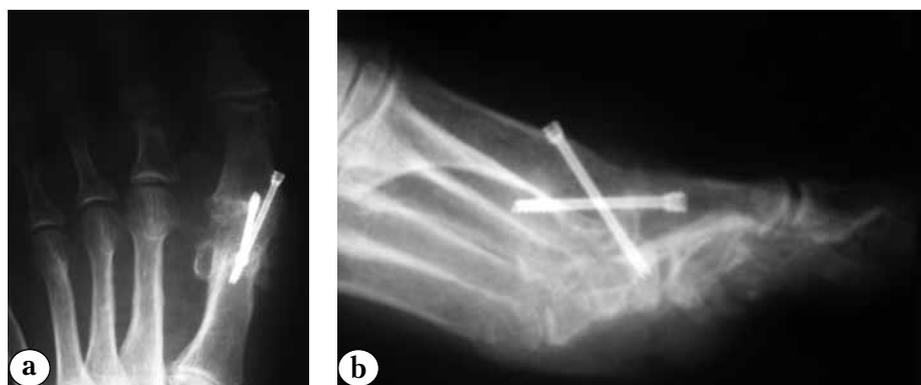


Рис. 10. Рентгенограммы стопы в переднезадней (а) и боковой (б) проекциях, демонстрирующие костный анкилоз ПФС1 через 6 нед. после выполнения чрескожного артродеза

Fig. 10. Foot x-ray in AP (a) and lateral (b) views demonstrating bone ankylosis of the first metatarsophalangeal joint in 6 weeks after percutaneous arthrodesis

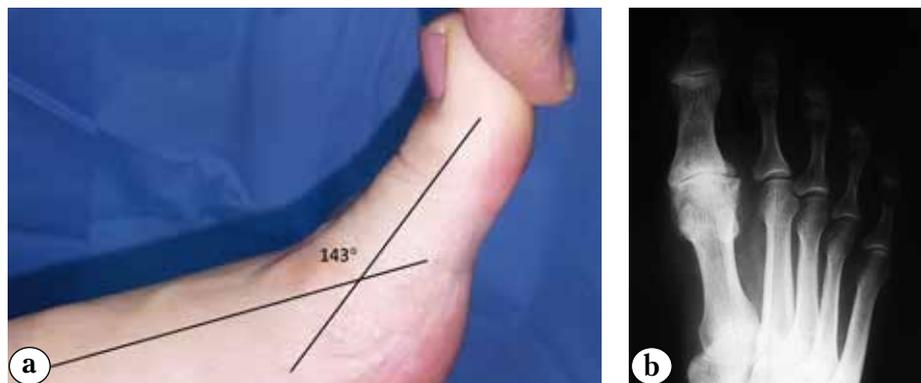


Рис. 11. Пациентка Т., 50 лет: а – тыльное сгибание первого пальца; б – рентгенограмма стопы до операции

Fig. 11. Female patient T., 50 y.o.: (a) dorsal flexion of the great toe; (b) foot x-ray prior to surgery

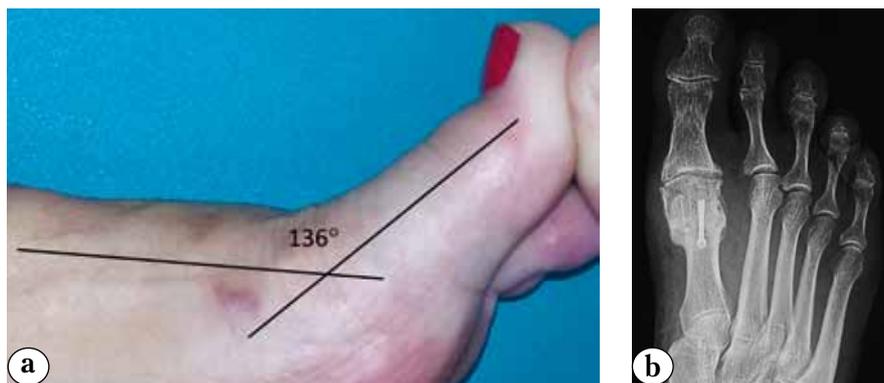


Рис. 12. Пациентка Т.:

а – тыльное сгибание первого пальца;

б – рентгенограмма стопы через 6 мес. после операции

Fig. 12. Female patient T., 50 y.o.: (a) dorsal flexion of the great toe, (b) foot x-ray 6 months after surgery

Обсуждение

На сегодняшний день нет общего подхода к выбору хирургической техники при *hallux rigidus*. На наш взгляд, обусловлено это несколькими факторами.

1. Отсутствие единого понимания этиологии артроза ПФС1. Например, многими исследователями утверждается ведущая роль избыточно длинной М1 в развитии *hallux rigidus* [8, 13, 17, 25]. При этом другие авторы не находят достаточно подтверждений данной теории [7, 11]. В рамках настоящего исследования мы проанализировали 156 рентгенограмм оперированных нами пациентов. В 94 (60,3%) случаях относительная длина М1 превосходила длину М2; в 44 (28,2%) случаях относительная длина первой и второй плюсневых костей совпадали. Лишь на 18 (11,5%) стопах М1 оказалась короче М2. Таким образом, в подавляющем большинстве наблюдений (88,5%) нами была зафиксирована избыточная длина М1, что подтвердило значение данного фактора в развитии *hallux rigidus*.

2. Различная оценка эффективности применяемых в лечении артроза ПФС1 хирургических методик. В последние годы многими хирургами популяризируются укорачивающие, или декомпрессивные, остеотомии первой плюсневой кости [13, 17, 19, 21]. В то же время Т. Roukis в большом обзоре, посвященном изучению клинических результатов изолированных периапфизальных остеотомий М1, основываясь на демонстрируемом во многих публикациях количестве осложнений, делает вывод о том, что к данным остеотомиям нужно относиться с осторожностью или не делать их вовсе [22]. Еще один пример – оценка эффективности суставсберегающих операций. В большинстве работ в качестве критериев успешности указываются снижение интенсивности болевого синдрома и увеличение объема движений в ПФС1 [5, 13, 23]. Мы же, основываясь на опыте проведенного исследования, убедились, что основной критерий успешности вмешательства

для большинства пациентов – избавление от болей, что продемонстрировано в приведенном выше клиническом примере. И ведь существует множество работ, доказывающих, что артродез ПФС1 приводит к минимальным или вовсе не приводит к нарушению походки и функции стопы [4, 11, 15].

3. Излишняя категоричность многих авторов в рекомендациях выбора хирургической методики в зависимости от стадии процесса [5, 11]. В частности, N. Maffulli и соавторы пишут, что несмотря на отсутствие единой классификации и четких показаний к различным техникам в зависимости от выраженности патологического процесса, хейлэктомия и периапфизальные остеотомии показаны на ранних стадиях, в то время как при третьих-четвертых стадиях должны выполняться артродез или протезирование ПФС1 [19]. В то же время, упомянутый выше Т. Roukis в другом обзоре [23], посвященном частоте ревизионных вмешательств после хейлэктомии, приводит данные о применении хейлэктомии практически с одинаковой частотой (40,6 и 36,6%) при второй и третьей стадиях *hallux rigidus*.

4. Недостаточное внимание подавляющего числа исследователей артроза ПФС1 к таким неразрывно связанным с ним патологическим проявлениям, как *hallux valgus interphalangeus* и *hallux hyperextensus*.

5. Очень разная интерпретация полученных в исследовании данных. Так, M. Aas с соавторами в часто цитируемой работе, посвященной артродезу ПФС1, добиваются костного анкилоза лишь в 31 случае из 39 (20,5% несращения) и утверждают, что не выявили заметной разницы между костным анкилозом и псевдартрозом [4]. В нашем же исследовании оба несращения из 15 вмешательств (13,3% несращения) оказались симптоматическими и потребовали реоперации.

6. Отсутствие признаваемой большинством ортопедов единой классификации заболевания

[6, 8, 10, 17]. Р. Beeson с соавторами в обзоре, посвященном данной проблеме, идентифицируют 18 классификаций артроза ПФС1, базирующихся на рентгеновских или комбинации рентгеновских признаков и клинических симптомов. Анализируя различные системы, авторы приходят к выводу о сложности сравнения результатов исследований, основанных на разных классификациях, ввиду использования при их создании взаимоисключающих методов и критериев [6].

Начиная исследование, мы использовали известную и, на наш взгляд, достаточно адекватную классификацию М. Coughlin и Р. Shurnas [11]. Одно из ее основных достоинств – выделение стадии, для которой характерны боли в среднем диапазоне движений в ПФС1. По замыслу авторов классификации, определение хирургом этой стадии должно диктовать выполнение артродеза первого плюснефалангового сустава. В то же время, классификация была создана на основе анализа долгосрочных результатов лечения двух групп больных, которым до 1999 г. выполнялись всего 2 вида операций – хейлэктомия и артродез ПФС1. В этом одно из основных ограничений классификации. Еще одним недостатком является отсутствие места для конечной стадии артроза – фиброзного анкилоза.

Уже на начальной стадии исследования мы пришли к основному выводу относительно выбора хирургической тактики лечения артроза ПФС1: характер каждой конкретной операции зависит не только от стадии процесса, но в той же мере и от результатов общения с пациентом,

определяется его пожеланиями, жалобами, возрастом, физической активностью, наличием или отсутствием времени на длительную реабилитацию, требованиями к обуви, желанием одновременно и радикально решить проблему или надеждой продлить жизнь сустава и т.д. Получалось, что при одной и той же стадии процесса возможны самые различные хирургические решения, и идеальная классификация должна не только подсказывать хирургу, что можно сделать, но и предостерегать его от того, чего делать не нужно. Ярким примером такого подхода является случай, представленный на рисунке 1: пациентку существенно беспокоило лишь наличие болезненной выпуклости в проекции головки М1 при давлении обуви с хронической раной на верхушке экзостоза. Несмотря на выраженную тугоподвижность, невозможность ходить в обуви на каблучке и болезненность сустава при длительной ходьбе, пациентка предпочла минимальное по объему вмешательство. Хотя, если судить только по рентгенограмме, вполне можно было планировать артродез ПФС1.

Предложенная нами классификация степени выраженности артроза первого плюснефалангового сустава представлена в таблице 2. Тесно связанные с *hallux rigidus* рентгеновские и клинические признаки, такие как относительная длина М1, *metatarsus primus elevatus*, *hallux valgus interphalangeus*, *hallux hyperextensus*, *hallux flexus*, египетский тип стопы и некоторые другие, не отражены в классификации, поскольку не относятся к степени выраженности артроза, однако должны учитываться при планировании оперативного вмешательства.

Таблица 2/ Table 2

Клинико-рентгенологическая классификация степени выраженности артроза первого плюснефалангового сустава
Clinical and radiographic classification of the first metatarsophalangeal joint osteoarthritis of various grades

Степень Grade	Рентгеновские изменения Radiographic changes	Болевой синдром Pain syndrome	Подвижность ПФС1 Joint mobility
0	Характерные для артроза изменения отсутствуют Specific arthritic changes are absent	Отсутствует или возникает при повышенных нагрузках No pain or pain at high loading	Тугоподвижность без или с легким или умеренным ограничением объема движений Stiffness without or with moderate range of motion limitation
1	Склероз суставных концов без или с минимальным сужением суставной щели Epiphysis sclerosis without or with minimal narrowing of articular gap	Непостоянный (зависит от физической нагрузки и обуви) Variable (depending on physical load and footwear)	Тугоподвижность с легким или умеренным ограничением Stiffness with slight or moderate limitation

Степень Grade	Рентгеновские изменения Radiographic changes	Болевой синдром Pain syndrome	Подвижность ПФС1 Joint mobility
2	Умеренное сужение щели сустава, появление остеофитов Moderate narrowing of articular gap, osteophytes	Более постоянный More persisting	Умеренное или выраженное ограничение Moderate or severe limitation
3а	Выраженное сужение суставной щели, умеренно выраженные или массивные остеофиты Marked narrowing of articular gap, moderate or massive osteophytes	Боль в крайних положениях и (или) от давления обуви Pain in extreme positions and (or) from footwear pressure	От умеренного до выраженного ограничения From moderate to severe limitation
3б	Идентична степени 3а Identical to 3a grade	Боль при любых движениях Pain in any movements	Идентична степени 3а Identical to 3a grade
3в	Идентична степени 3а Identical to 3a grade	Боль от давления обуви или отсутствие боли Pain from footwear pressure or no pain	Выраженное ограничение Severe limitation
4	Резко выраженное сужение (практически полное отсутствие) суставной щели, умеренно выраженные или массивные остеофиты Marked severe narrowing (almost complete absence) of articular gap, moderate or massive osteophytes	Боль от давления обуви или отсутствие боли Pain from footwear pressure or no pain	Качательные движения или полное их отсутствие (фиброзный анкилоз) Oscillatory or no movements (fibrosis ankylosis)

Ее прототипом явилась классификация М. Coughlin и Р. Shurnas [11]. Основные отличия предложенной нами классификации заключаются в следующем:

1. Более детально отражены характер рентгенологических изменений, болевого синдрома и объема движений в ПФС1. В частности, обозначена возможность умеренного ограничения подвижности большого пальца в первой, чаще всего бессимптомной, и второй стадиях заболевания;

2. Третья стадия заболевания разделена на три подстадии, в зависимости от характера болевого синдрома;

3. В отдельную стадию выделен фиброзный анкилоз. Смысл его отделения от стадии 3в в том, что выполнение пациенту с болями от давления обуви агрессивной хейлэктомии на этой стадии может привести к появлению болезненных движений в ПФС1. Поэтому целью хейлэктомии на стадии 3в должно быть лишь устранение болезненных выпуклостей. На стадии же фиброзного анкилоза можно не опасаться появления болезненных движений в суставе

в результате выполнения хейлэктомии. Таким образом, целью операции может стать не только устранение болевых ощущений при давлении обуви, но и уменьшение объема ПФС1. При одностороннем характере заболевания подобная операция позволит больному уравнивать размеры стоп, а значит, облегчит подбор обуви;

4. Даны пояснения непосредственно перед таблицей, акцентирующие внимание врача на необходимости учитывать при оценке состояния пациента с *hallux rigidus* не только стадию процесса, но и неразрывно связанные с артрозом ПФС1 рентгеновские и клинические признаки. На наш взгляд, для правильного понимания любой классификации или рейтинговой системы клиницист должен знакомиться и с работой, в которой она опубликована. Например, значительная часть ортопедов при использовании оценочных шкал AOFAS прибегает к качественной оценке полученных результатов («отлично», «хорошо» и т.д.), несмотря на пояснения, данные в работе Н. Kitaoka с соавторами [18], о том, что предложенная ими рейтинговая система предполагает только количественную оценку.

Какие же виды вмешательств показаны на различных стадиях предложенной нами классификации?

В нулевой стадии заболевания пациенты редко нуждаются в лечении, а если нуждаются (например, спортсмены), то только в консервативных мерах.

На первой стадии показания к оперативному лечению хоть и крайне редко, но могут возникать. В частности, при выраженном преобладании длины М1 в сочетании с патологией латеральных лучей (рис. 13).

При второй стадии артроза оперативное лечение проводится редко, в основном пациенткам с высокими требованиями к обуви, особенно в сочетании с эстетической неудовлетворенностью видом стопы (выраженный египетский тип); пациентам с высокой физической активностью. На данной стадии могут выполняться как изолированные хейлэктомии, так и в сочетании с укорачивающими остеотомиями М1, а также остеотомиями Р1, направленными на укорочение фаланги и устранение *hallux valgus interphalangeus*. В нашей работе остеотомии основной фаланги первого пальца были выполнены в 55 случаях (35,3% операций). Такой высокий процент, на наш взгляд, объясняется малой травматичностью чрескожной техники: в тех случаях, когда оперирующий с использованием традиционных методик хирург предпочтет

«закрыть глаза» на легко или умеренно выраженную деформацию, чрескожная техника позволит легко решиться врачу и пациенту на расширение объема вмешательства.

В стадии 3а показаны суставсберегающие операции. Возможно выполнение изолированной хейлэктомии или хейлэктомии в сочетании с укорачивающей остеотомией М1 (см. рис. 12, 13). Решение о выполнении остеотомии первой плюсневой кости принимается на основе анализа рентгенограмм (преобладание длины М1), беседы с пациентом (боль только при давлении обуви, боль при максимальном сгибании первого пальца, желание замедлить прогрессирование артроза или улучшить внешний вид стопы при выраженном египетском типе). В случае относительно короткой М1, особенно в сочетании с рентгеновскими признаками *metatarsus primus elevatus*, рекомендуется выполнение остеотомии с фиксацией головки М1 в положении подошвенного сгибания [13]. В ходе вмешательства на относительно короткой М1 хирург должен быть готов укоротить 2-й палец, чтобы не допустить усугубления греческого типа стопы. В подобных случаях чрескожная хирургия имеет безусловные преимущества.

В стадии 3б могут выполняться как суставсберегающие операции, так и артродез ПФС1. Во многом выбор определяется интенсивностью болевого синдрома, физической активностью



Рис. 13. Первая стадия артроза ПФС1 (пациентка, 24 года):

а – фото стопы до операции – выраженный египетский тип стопы, варусная деформация первого пальца под нагрузкой, грубая деформация латеральных лучей;

б – рентгенограмма стопы до операции (без нагрузки) – легкая степень *hallux valgus*, выраженное преобладание длины М1 над длиной М2; склероз суставных концов ПФС1;

с – фото стопы через 6 мес. после чрескожной операции (остеотомии М1 и Р1; вмешательства на латеральных лучах)

Fig. 13. First grade of arthrosis (female patient, 24 y.o.): (a) foot image prior to surgery – marked Egyptian foot type, varus deformity of the great toe under load, marked deformity of lateral rays; (b) foot x-ray prior to surgery (no load) – slight *hallux valgus*, marked M1 length prevalence over M2 length; epiphysis sclerosis; (c) foot image in 6 months after percutaneous procedure (M1 and P1 osteotomies; surgery on lateral rays)

пациента, желанием пусть и не избавиться полностью от болей, но сохранить подвижность сустава и возможность ходить в модельной обуви за счет улучшения подвижности первого пальца и уменьшения объема ПФС1 вследствие выполнения хейлэктомии. Эндопротезирование первого плюснефалангового сустава также может быть показано именно в этой стадии. Мы не имеем собственного опыта выполнения данной операции. Анализ же исследований, посвященных сравнению отдаленных результатов эндопротезирования и артродеза ПФС1 [27], убеждает нас в преимуществах артродеза. В то же время, подгруппа артродеза ПФС1 в исследовании значительно уступает в количественном плане подгруппе остеотомий М1, что заставляет нас усомниться в общепринятой оценке артродеза как «золотого стандарта» при лечении далеко зашедших стадий *hallux rigidus*.

Операции на стадиях 3в и 4 могут быть направлены на устранение болезненных при давлении обуви выпуклостей (см. рис. 1), а также на коррекцию связанных с артрозом ПФС1 деформаций (см. рис. 8). Целью вмешательства, выполняемого при четвертой стадии, может стать также уменьшение размеров сустава большого пальца стопы за счет более агрессивной хейлэктомии.

Выводы

Применение чрескожных методик позволяет добиваться удовлетворительных результатов лечения всех стадий и проявлений артроза первого плюснефалангового сустава, а также непосредственно связанных с ним разновидностей деформаций. Выбор конкретной методики хирургического лечения *hallux rigidus* может представлять сложную задачу для хирурга ввиду многообразия клинических и рентгенологических проявлений заболевания. Важно помнить, что для принятия правильного решения, помимо клинических и рентгенологических проявлений артроза ПФС1, необходимо учитывать целый ряд факторов, определить которые можно только в процессе общения с пациентом. Новая клинико-рентгенологическая классификация степени тяжести артроза первого плюснефалангового сустава, предложенная в исследовании, призвана помочь хирургу в выборе индивидуализированной хирургической тактики. Целесообразно использовать предложенную классификацию в совокупности с данными к ней пояснениями. Для большей объективизации данных и выводов из представленной работы необходимы дальнейшие исследования, направленные, в том числе, на сравнение результатов использования различных техник

в конкретных стадиях заболевания, например, артродеза ПФС1 и укорачивающих остеотомий М1 в стадии 3в, согласно предложенной классификации.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Бережной С.Ю. Фиксированная смещенная дистальная чрескожная остеотомия первой плюсневой кости в хирургической коррекции metatarsus primus varus. *Травматология и ортопедия России*. 2013;(3):37-44.
2. Косинская Н.С., Рохлин Д.Г. Рабочая классификация и общая характеристика поражений костно-суставного аппарата. Л.: Медгиз, 1961. 55 с.
3. Мазалов А.В., Загородный Н.В., Процко В.Г., Султанов Э.М., Хамоков З.Х. Хирургическое лечение тяжелого (2-3 степени) деформирующего артроза первого плюснефалангового сустава: задачи, подходы, техника. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(4):69-76.
4. Aas M., Johnsen T.M., Finsen W. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for *hallux rigidus* – optimal position of fusion. *Foot*. 2008; 8(3):131-135. DOI: 10.1016/j.foot.2008.03.002.
5. Beertema W., Draijer W.F., Van Os J.J., Pilot P. A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic *hallux rigidus*: long-term follow-up. *J Foot Ankle Surg*. 2006;45(4):244-51. DOI: 10.1053/j.jfas.2006.04.006.
6. Beeson P., Phillips C., Corr S., Ribbans W. Classification systems for *hallux rigidus*: a review of the literature. *Foot Ankle Int*. 2008; 29(4):407-414. DOI: 10.3113/FAI.2008.0407.
7. Bryant A., Tinley P. A comparison of radiographic measurements in normal, *hallux valgus*, and *hallux limitus* feet. *J Foot Ankle Surg*. 2000;39(1):39-43.
8. Calvo A., Viladot R., Giné J., Alvarez F. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of *hallux* in the etiopathogeny of the *hallux rigidus*. *Foot Ankle Surgery*. 2009;15(2):69-74. DOI: 10.1016/j.fas.2008.08.001.
9. Cotteril J.M. Stiffness of the great toe in adolescents. *Br Med J*. 1888;1:158.
10. Coughlin M.J., Shurnas P.S. *Hallux rigidus*: demographics, etiology and radiographic assessment. *Foot Ankle Int*. 2003; 24(10):731-743.
11. Coughlin M.J., Shurnas P.S. *Hallux rigidus*: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:2072-2088.
12. De Prado M., Ripoll P.L., Golano P. Cirugia percutanea del pie. Barcelona, Spain: Masson, 2003. 253 p.
13. Derner R., Goss K., Postowski H., Parsley N. A plantar-flexor-shortening osteotomy for *hallux rigidus*: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44(5): 377-89. DOI: 10.1053/j.jfas.2005.07.010.
14. Davies-Colley M. Contraction of the metatarso-phalangeal joint of the great toe. *Br Med J*. 1887;1:728.
15. Keiserman L., Sammarco J., Sammarco G.J. Surgical treatment of the *hallux rigidus*. *Foot Ankle Clin N Am*. 2005;10:75-96. DOI: 10.1016/j.fcl.2004.09.005.
16. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16:494-502.

17. Kilmartin T.E. Phalangeal osteotomy versus first metatarsal decompression osteotomy for the surgical treatment of *hallux rigidus*: a prospective study of age-matched and condition-matched patients. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44(1):2-12. DOI: 10.1053/j.jfas.2004.11.013.
18. Kitaoka H., Alexander I., Adelaar R., Nunley J., Myerson M., Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-353.
19. Maffulli N., Papalia R., Palumbo A. Quantitative review of operative management of *hallux rigidus*. *Br Med Bul.* 2011;1-24. DOI: 10.1093/bmb/ldq041.
20. Mesa-Ramos M., Carpintero P. Evaluation of the treatment of *hallux rigidus* by percutaneous surgery. *Acta Orthop. Belg.* 2008;74:222-226.
21. Polzer H., Polzer S., Brumann M. *Hallux rigidus*: joint preserving alternatives to arthrodesis – a review of the literature. *World J Orthop.* 2014;5(1):6-13. DOI: 10.5312/wjo.v5.i1.6.
22. Roukis T.S. Clinical outcomes after isolated periarticular osteotomies of the first metatarsal for *hallux rigidus*: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(6):553-560. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.08.014.
23. Roukis T.S. The need for surgical revision after isolated cheilectomy for *hallux rigidus*: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(5):465-470. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.06.013.
24. Roukis T.S., Jacobs P.M., Dawson D.M. A prospective comparison of clinical, radiographic, and intraoperative features of *hallux rigidus*: short-term follow-up and analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2002;41(3):158-165.
25. Saxena A. The Valenti procedure for hallux limitus/rigidus. *J Foot Ankle Surg.* 1995;34:485-488.
26. Seibert R., Kadakia A.R. Surgical management of *hallux rigidus*: cheilectomy and osteotomy (phalanx and metatarsal). *Foot Ankle Clin N Am.* 2009;14(1):9-22. DOI: 10.1016/j.fcl.2008.11.002.
27. Stone O.D., Ray R., Thomson C.E., Gibson A.J. Long-Term Follow-up of Arthrodesis vs Total Joint Arthroplasty for Hallux Rigidus (Online First article). *Foot Ankle Int.* December 20, 2016, DOI: 10.1177/1071100716682994.
6. Beeson P., Phillips C., Corr S., Ribbans W. Classification systems for hallux rigidus: a review of the literature. *Foot Ankle Int.* 2008; 29(4):407-414. DOI: 10.3113/FAI.2008.0407.
7. Bryant A., Tinley P. A comparison of radiographic measurements in normal, hallux valgus, and hallux limitus feet. *J Foot Ankle Surg.* 2000;39(1):39-43.
8. Calvo A., Viladot R., Giné J., Alvarez F. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot and Ankle Surgery.* 2009;15(2):69-74. DOI: 10.1016/j.fas.2008.08.001.
9. Cotteril J.M. Stiffness of the great toe in adolescents. *Br Med J.* 1888;1:158.
10. Coughlin M.J., Shurnas P.S. Hallux rigidus: demographics, etiology and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* 2003; 24(10):731-743.
11. Coughlin M.J., Shurnas P.S. Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:2072-2088.
12. De Prado M., Ripoll P.L., Golano P. Cirugia percutanea del pie. Barcelona : Masson, 2003. 253 p.
13. Derner R., Goss K., Postowski H., Parsley N. A plantar-flexor-shortening osteotomy for hallux rigidus: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44(5): 377-89. DOI: 10.1053/j.jfas.2005.07.010.
14. Davies-Colley M. Contraction of the metatarso-phalangeal joint of the great toe. *Br Med J.* 1887;1:728.
15. Keiserman L., Sammarco J., Sammarco G.J. Surgical treatment of the hallux rigidus. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005;10:75-96. DOI: 10.1016/j.fcl.2004.09.005.
16. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1957;16:494-502.
17. Kilmartin T.E. Phalangeal osteotomy versus first metatarsal decompression osteotomy for the surgical treatment of hallux rigidus: a prospective study of age-matched and condition-matched patients. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44(1):2-12. DOI: 10.1053/j.jfas.2004.11.013.
18. Kitaoka H., Alexander I., Adelaar R., Nunley J., Myerson M., Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-353.
19. Maffulli N., Papalia R., Palumbo A. Quantitative review of operative management of hallux rigidus. *Br Med Bul.* 2011;1-24. DOI: 10.1093/bmb/ldq041.
20. Mesa-Ramos M., Carpintero P. Evaluation of the treatment of hallux rigidus by percutaneous surgery. *Acta Orthop. Belg.* 2008;74:222-226.
21. Polzer H., Polzer S., Brumann M. Hallux rigidus: joint preserving alternatives to arthrodesis – a review of the literature. *World J Orthop.* 2014;5(1):6-13. DOI: 10.5312/wjo.v5.i1.6.
22. Roukis T.S. Clinical outcomes after isolated periarticular osteotomies of the first metatarsal for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(6):553-560. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.08.014.
23. Roukis T.S. The need for surgical revision after isolated cheilectomy for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(5):465-470. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.06.013.
24. Roukis T.S., Jacobs P.M., Dawson D.M. A prospective comparison of clinical, radiographic, and intraoperative features of hallux rigidus: short-term follow-up and analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2002;41(3):158-165.
25. Saxena A. The Valenti procedure for hallux limitus/rigidus. *J Foot Ankle Surg.* 1995;34:485-488.

References

1. Berezhnoy S.Yu. [First metatarsal fixed displaced distal percutaneous osteotomy in the metatarsus primus varus surgical correction]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(3): 37-44. (in Russian).
2. Kosinskaya N.S., Rohlin D.G. [Working classification and general characteristics of osteoarticular apparatus lesions]. Leningrad : Medguiz, 1961. 55 p. (in Russian).
3. Mazalov A.V., Zagorodniy N.V., Protsko V.G., Sultanov E.M., Khamokov Z.K. [Surgical treatment of severe (2–3 degree) deforming arthrosis of first metatarsophalangeal joint of foot: tasks, approaches, technique]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(4):69-76 (in Russian).
4. Aas M., Johnsen T.M., Finsen W. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux rigidus – optimal position of fusion. *The Foot.* 2008; 8(3):131-135. DOI: 10.1016/j.foot.2008.03.002.
5. Beertema W., Draijer W.F., Van Os J.J., Pilot P. A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic hallux rigidus: long-term follow-up. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45(4):244-51. DOI: 10.1053/j.jfas.2006.04.006.

26. Seibert R., Kadakia A.R. Surgical management of hallux rigidus: cheilectomy and osteotomy (phalanx and metatarsal). *Foot Ankle Clin N Am.* 2009;14(1):9-22. DOI: 10.1016/j.fcl.2008.11.002.
27. Stone O.D., Ray R., Thomson C.E., Gibson A.J. Long-Term Follow-up of Arthrodesis vs Total Joint Arthroplasty for Hallux Rigidus (Online First article). *Foot Ankle Int.* December 20, 2016, DOI: 10.1177/1071100716682994.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Сергей Юрьевич Бережной – д-р мед. наук врач травматолог-ортопед Филиала «Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Sergey Yu. Berezhnoy – Dr. Sci. (Med.) Orthopedic Surgeon, Medical Center of the Main Administration for Services to the Diplomatic Corps (GlavUpDK) at the Ministry of Foreign Affairs of Russian Federation

5 ПРИЧИН ПОСЕТИТЬ ЕВРАЗИЙСКИЙ ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ ФОРУМ

- 1 ВПЕРВЫЕ БУДУТ ШИРОКО ПРЕДСТАВЛЕНЫ РАЗРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ АЗИИ И БЛИЖНЕГО ВОСТОКА
- 2 НА ФОРУМЕ СОБЕРУТСЯ БОЛЕЕ 3000 ПРАКТИКУЮЩИХ ВРАЧЕЙ ИЗ 25 СТРАН АТР И ЕВРОСОЮЗА
- 3 КРУПНЕЙШАЯ В ЕВРАЗИИ ВЫСТАВКА МЕДИЦИНСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТРАВМАТОЛОГИИ-ОРТОПЕДИИ ПЛОЩАДЬЮ БОЛЕЕ 4000 КВ. МЕТРОВ
- 4 ПРАКТИЧЕСКИЙ ФОРМАТ ФОРУМА – 2 ДНЯ, 10 ЗАЛОВ, БОЛЕЕ 150 СЕКЦИЙ
- 5 ПРОГРАММА ФОРУМА РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ С УЧЕТОМ ВАШИХ ПОЖЕЛАНИЙ, КОТОРЫЕ МОЖНО ВЫСКАЗАТЬ НА САЙТЕ WWW.EOFORUM.RU

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- АССОЦИАЦИЯ ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ РОССИИ
- АССОЦИАЦИЯ ТРАВМАТОЛОГОВ-ОРТОПЕДОВ МОСКВЫ
- ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМ. Н.Н. ПРИОРОВА
- ГЛАВНОЕ ВОЕННО-МЕДИЦИНСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РФ
- ГЛАВНЫЙ ВОЕННЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ГОСПИТАЛЬ ИМ. Н.Н. БУРДЕНКО
- АССОЦИАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА – ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ (АПИ-ОПК)
- КОНСАЛТИНГОВАЯ ГРУППА «ПОЛИЛОГ»
- ФГУП «ЦИТО»

РЕГИСТРАЦИЯ ОТКРЫТА
www.eoforum.ru

АНАЛИЗ И ПЛАНИРОВАНИЕ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ЗАДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ В САГИТТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Л.Н. Соломин^{1,2}, К.А. Уханов¹, Е.П. Сорокин¹,
Дж. Херценберг³

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

² ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет» Университетская наб., 7-9, г. Санкт-Петербург, 199034, Россия

³ Институт современной ортопедии Рубина, Клиника Синай
2401 West Belvedere Avenue Baltimore, Maryland, 21215, USA

Реферат

Введение. Недостатком имеющихся способов анализа и планирования коррекции деформаций на уровне заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости является невозможность их использования при сопутствующих деформациях на уровне среднего отдела стопы, контрактуре голеностопного сустава или анкилозе в порочном положении.

Цель исследования – определить оригинальные референтные линии, углы и коэффициенты и на этой основе разработать новый способ анализа и планирования коррекции деформации заднего отдела стопы, который не имел бы указанных недостатков.

Материал и методы. Были проанализированы 64 рентгенограммы недеформированных стоп добровольных участников исследования в возрасте от 23 до 54 лет. Все рентгенограммы выполнялись с нагрузкой в стандартной боковой проекции. Рассматривался угол линии блока таранной кости (линия 1), проводимой через задний (точка *a*) и передний (точка *b*) края блока, пересекающейся с осью пяточной кости (линия 2). Эту точку обозначали, как *c*. Кроме того, определяли, на каком расстоянии от точки *c* находится задняя точка пяточной кости (точка *d*).

Результаты. Установлено, что линия 1 и линия 2 пересекаются в точке *c* под углом $15,2^\circ (\pm 3,4^\circ)$. Соотношение $ac/ab = 2,56 (\pm 1,1)$. Соотношение $cd/ab = 4,59 (\pm 1,0)$. На основании этих референтных линий, углов и коэффициентов был разработан способ анализа и планирования коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости. Для этого проводят линию 1 и на ней определяют положение точки *c*, используя формулу $ab \times 2,56$ (мм). Из этой точки проводят соответствующую норме ось пяточной кости (линия 2) – под углом 15° к линии 1. Определяют соответствующее норме расстояние *cd*, используя формулу $ab \times 4,59$ (мм). Если положение точки *d* не соответствует проекции заднего кортикального слоя пяточной кости, имеет место деформация. Для планирования коррекции проводят реальную ось пяточной кости (линия 3) и на пересечении ее и задней точки пяточной кости определяют точку d_1 . Пересечение линии 2 и линии 3 является вершиной деформации, на уровне которой выполняют виртуальную остеотомию. После этого смещают дистальный фрагмент пяточной кости таким образом, чтобы линия 3 совпала с линией 2, а точка *d* совпала с точкой d_1 .

Заключение. Разработанный способ позволяет планировать коррекцию деформации заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости и оценивать результаты коррекции вне зависимости от наличия деформации среднего отдела стопы и/или ее положения по отношению к голеностопному суставу. Ограничение данного способа связано с чувствительностью к корректности рентгенологического обследования. Если при выполнении рентгенограммы таранная кость расположена под углом или с ротацией, это не позволит произвести точные расчеты.

Ключевые слова: референтные линии и углы, деформация стопы.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-23-32.

Соломин Л.Н., Уханов К.А., Сорокин Е.П., Херценберг Дж. Анализ и планирование коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):23-32. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-23-32.

Cite as: Solomin L.N., Ukhanov K.A., Sorokin E.P., Herzenberg J.E. [Analysis and Planning of Hindfoot Deformity Correction in Sagittal Plane]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):23-32. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-23-32.

Соломин Леонид Николаевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Leonid N. Solomin. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: solomin.leonid@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 14.02.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 02.03.2017.

Analysis and Planning of Hindfoot Deformity Correction in Sagittal Plane

L.N. Solomin^{1,2}, K.A. Ukhanov¹, E.P. Sorokin¹, J.E. Herzenberg³

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

² Saint-Petersburg State University
Universitetskaya nab., 7-9, St. Petersburg, 199034, Russia

³ Rubin Institute for Advanced Orthopedics, Sinai Hospital of Baltimore
2401 West Belvedere Avenue Baltimore, Maryland, 21215, USA

Abstract

Background. The disadvantage of the known methods of analysis and planning of hindfoot deformities in the sagittal plane. Long bone deformity planning is well established. However, there are not well described methods of analysis and planning of hindfoot deformities in the sagittal plane. Such planning is made even more difficult with concomitant deformation of the midfoot and/or ankle contracture or malpositioned arthrodesis. The aim of our study was to develop a universal method of analysis and planning of the calcaneus correction, based on the normally derived reference lines and angles.

Methods. We analyzed 65 standing lateral foot films in normal adults, 23-54 years old were analyzed. We drew the talus joint line (points "a" and "b" – Line 1). We drew a second line, (Line 2) the calcaneal line, which starts at the back of the calcaneal tuberosity (point "d"), drawn perpendicular to a line from top to bottom of the calcaneal tuberosity. The intersection of the calcaneal line and the talar joint line form point (c) anteriorly. We measured lines ab, ac and cd, and their ratios: ac/ab, and cd/ab.

Results. Talar joint line (Line 1) and calcaneal line (Line 2) intersect at a point (c), forming an angle $15.2^\circ (\pm 3.4^\circ)$. The ratio $ac/ab = 2.56 (\pm 1.1)$. The ratio $cd/ab = 4.59 (\pm 1.0)$. These ratios are constants for calculating the idealized joint lines for deformity planning. For deformity cases, draw Line 1, the talar joint line ab. Extend that line anteriorly to (c), which is a distance $ab \times 2.56$ from point (a). From (c), draw an idealized calcaneal line, Line-2, at an angle 15° to Line 1. Place (d) on this line, at a distance $ab \times 4.59$ from point (c). Next, draw the deformed calcaneal line (Line 3) and point (d_1) where it exits the calcaneal tuberosity. Use the same technique and landmarks as for drawing the normal calcaneal line. The intersection of Lines 2 and 3 is the apex of the deformity. Rotate the piece containing Line 3 around this apex, until it is collinear with Line 2, and (d) is coincident with (d_1).

Conclusions. We describe the normal sagittal plane relationships between the hindfoot (calcaneus – talus). This normative data is used for planning sagittal plane hindfoot deformity corrections. It can be used for hindfoot deformities analysis and correction planning. It is independent of ankle joint equinus or malpositioned ankle arthrodesis, which can be considered as separate deformities.

Keywords: hindfoot deformity correction, reference angles and lines.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-23-32.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Пяточная кость выполняет опорную и балансирующую функцию, а играя главную роль в амортизации стопы, еще и локомоторную функцию. Переломы пяточной кости являются наиболее частыми в области стопы, а в общей структуре всех переломов составляют 2% [18, 8]. Наиболее частым механизмом травмы является падение с высоты, при котором таранная кость разбивает пяточную кость, продавливая ее суставные поверхности [15]. Также, помимо изменений в сочленениях, меняется форма пяточной кости за счет медиального и тыльного смещения пяточного бугра [14]. Изменения в форме пяточной кости ведут к неправильному функционированию голеностопного сустава [22] и перегрузкам кортикального слоя самой пяточной кости [24], что в конечном итоге неизбежно приводит к нарушению нормального функционирования всей нижней конечности [2, 4, 5].

Воссоздание правильных пространственных взаимоотношений, т.е. нормальной анатомической формы пяточной кости после травмы, является ключевым фактором для восстанов-

ления нормальной функции нижней конечности и улучшения качества жизни пациентов [6]. Не менее актуальна эта задача для врожденных деформаций заднего отдела стопы [16].

Для анализа и планирования коррекции деформации длинных костей используют так называемые референтные линии и углы (РЛУ): анатомические и механические [17]. РЛУ разработаны для переднего, среднего и заднего отделов стопы [15, 20]. Ключевым моментом планирования коррекции деформации является определение вершины деформации – CORA (Center of Rotation of Angulation). Следует отметить, что для «фронтальной» проекции, получаемой при аксиальной рентгенографии, определение осей проксимального и дистального фрагментов CORA не представляет сложностей (рис. 1). В то же время, на сегодняшний день не было разработано способа определения вершины деформации для боковой проекции стопы. Поэтому ортопед может определить оптимальный уровень остеотомии лишь приблизительно и после коррекции сравнить результаты с референтными значениями.

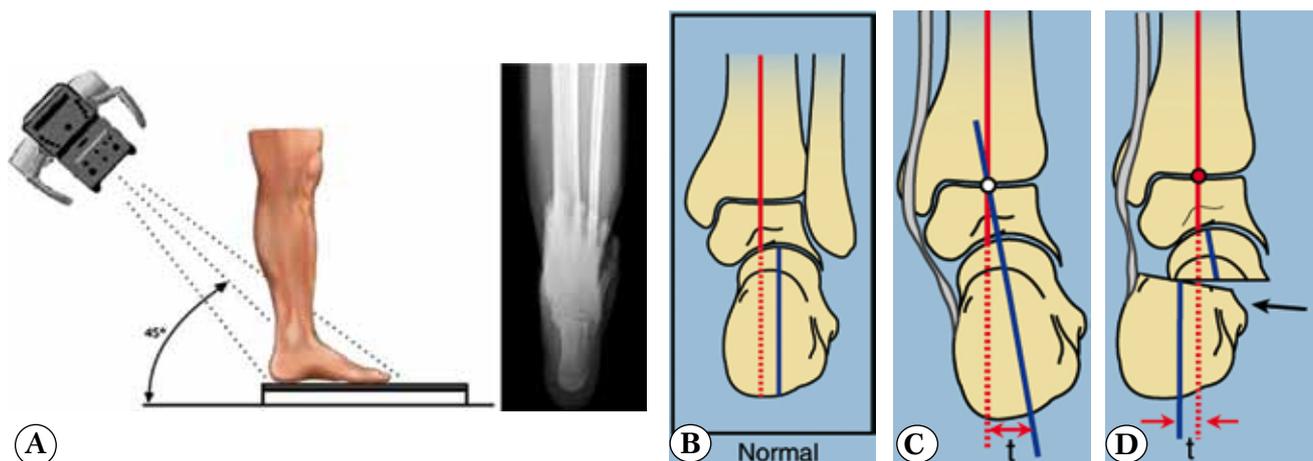


Рис. 1. Выполнение рентгенограммы, анализ и планирование коррекции деформации пяточной кости: А – схема выполнения аксиальной проекции [19]; В – референтные линии в норме; С – определение вершины деформации; D – планирование коррекции деформации [17]

Fig. 1. X-ray imaging, analysis and planning of hindfoot deformity correction: A – axial view [19]; B – normal reference lines; C – identification of deformity apex; D – planning of correction [17]

Еще одним существенным недостатком известных методов анализа и планирования коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости является сложность или невозможность выполнения процедуры при наличии сопутствующей деформации среднего отдела стопы, контрактуры голеностопного сустава или наличия анкилоза голеностопного сустава в порочном положении.

Цель исследования – на основании определения оригинальных референтных линий и углов разработать способ анализа и планирования коррекции деформации заднего отдела стопы, который не имел бы указанных недостатков.

Материал и методы

Для достижения цели были проанализированы 64 рентгенограммы недеформированных стоп добровольно участвующих в исследовании пациентов в возрасте от 23 до 54 лет. Все рентгенограммы были выполнены с нагрузкой в стандартной боковой проекции.

Отсутствие деформации определяли, используя известные схемы референтных линий и углов [15]. После проведения линий и углов на каждой из рентгенограмм сверяли их с описанными в литературе, тем самым подтверждая отсутствие патологии (рис. 2).

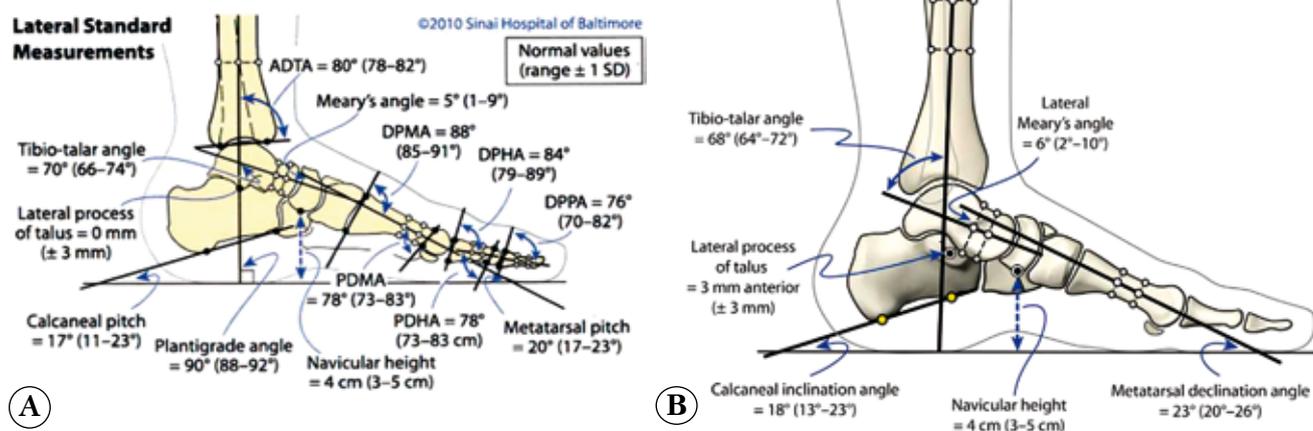


Рис. 2. Известные РЛУ стопы: А – разработанные в Sinai Hospital; В – предложенные В.М. Lamm с соавторами [15]

Fig. 2. Foot measurements: A – developed in Sinai Hospital; B – suggested by В.М. Lamm et al. [15]

При создании РЛУ, облегчающих планирование коррекции деформаций заднего отдела стопы, определяли, где и под каким углом продолжение оси пяточной кости пересекается с продолжением суставной линии блока таранной кости, а также соответствующее норме положение задней точки пяточной кости.

Для этого через заднюю и переднюю точки суставной линии блока таранной кости проводили линию 1 (ab) (рис. 3 А). Затем проводили линию 2, являющуюся осью пяточной кости. Для этого точку опоры пяточной кости и вершину апофиза – место прикрепления ахиллова сухожилия (точки e, f) – соединяли линией и в середине полученного отрезка проводили перпендикулярную линию, продлевая ее до пересечения с продолжением суставной линии блока таранной кости (рис. 3 В). Точку пересечения линии 1 и линии 2 обозначили буквой c , а заднюю точку пяточной кости на линии 2 – точкой d (рис. 3 С).

Таким образом выявляли следующие параметры:

1. Угол пересечения линий 1 и 2: $\angle acd$

2. Отношение расстояния bc к расстоянию ab :

$$k_1 = \frac{bc}{ab}$$

3. Отношение cd к ab :

$$k_2 = \frac{cd}{ab}$$

Результаты

При определении на рентгенограммах параметров РЛУ заднего отдела стопы был получен массив данных, результаты статистической обработки которых представлены на рисунке 4.

Результаты показали, что линия, являющаяся продолжением линии блока таранной кости, пересекается с осью пяточной кости в точке c под углом $15,2^\circ (\pm 3,4)$. Эта точка пересечения располагается кпереди от таранной кости на расстоянии, равном $ab \times 2,56 (\pm 1,1)$. Задняя точка оси пяточной кости располагается от точки c на расстоянии, которое рассчитывают по формуле $ab \times 4,59 (\pm 1,0)$ (рис. 5).

При анализе рентгенограммы через точки a и b (края блока таранной кости) проводят линию 1 и измеряют расстояние от a до b (например, 35 мм). После этого определяют положение точки c : $35 \times 2,56 = 89,6$ мм, кпереди от точки b . Из этой точки проводят линию 2 под углом $15,2^\circ$ к линии 1. Согласно формуле, задняя граница пяточной кости (точка d) должна находиться на линии 2 на расстоянии $35 \times 4,59 = 160,7$ мм от точки c .

Если ось пяточной кости не совпадает с линией 2, и (или) точка d не соответствует задней кортикальной пластинке пяточной кости (рис. 6 А), выполняют планирование коррекции деформации. Для этого находят реальную ось пяточной кости и отмечают точку d_1 в месте пересечения оси пяточной кости с задней кортикальной пластинкой (рис. 6 В). Точка пересечения соответствующей норме оси и реальной оси является вершиной деформации (рис. 6 С). На этом уровне выполняют виртуальную остеотомию и коррекцию деформации (рис. 6 D).

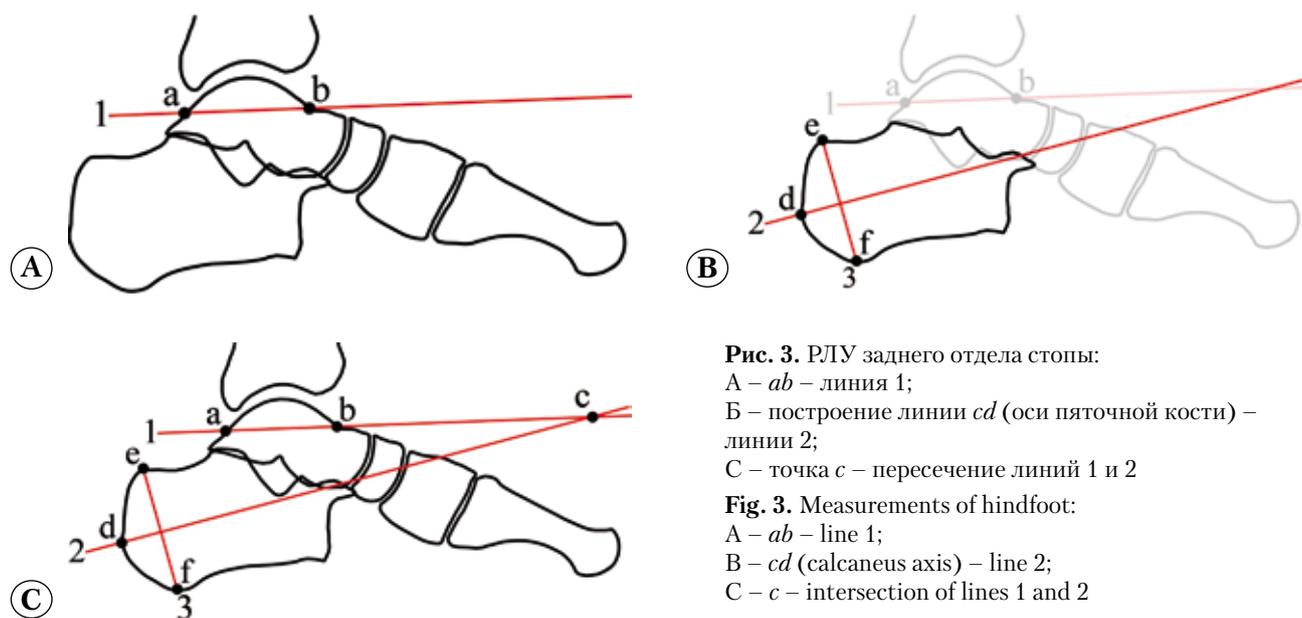


Рис. 3. РЛУ заднего отдела стопы:

А – ab – линия 1;

Б – построение линии cd (оси пяточной кости) – линии 2;

С – точка c – пересечение линий 1 и 2

Fig. 3. Measurements of hindfoot:

А – ab – line 1;

В – cd (calcaneus axis) – line 2;

С – c – intersection of lines 1 and 2

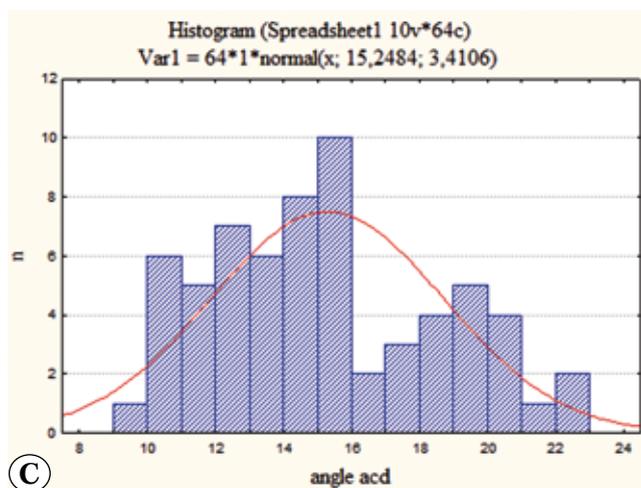
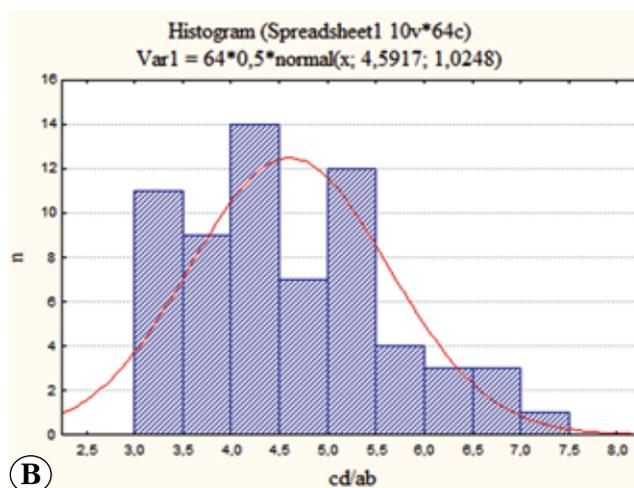
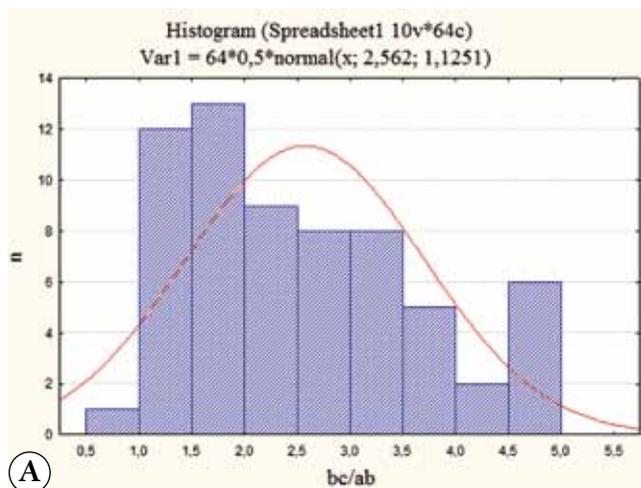


Рис. 4. Графики результатов статистической обработки искомых параметров при определении РЛУ заднего отдела:

А – индекс отношения длины отрезков ab и bc ;
 В – индекс отношения длины отрезков ab и cd ;
 С – определение величины угла пересечения линий 1 и 2 ($\angle acd$)

Fig. 4. Results of statistical processing of obtained data during hindfoot measurements:
 А – ab – bc length ratio index;
 В – ab – cd length ratio index;
 С – measurement of intersection angle of lines 1 and 2 ($\angle acd$)

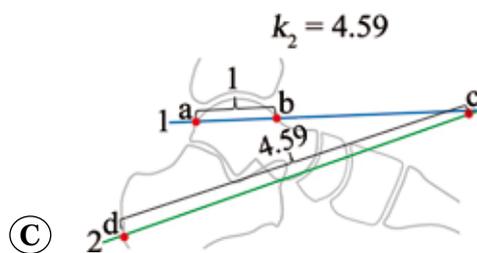
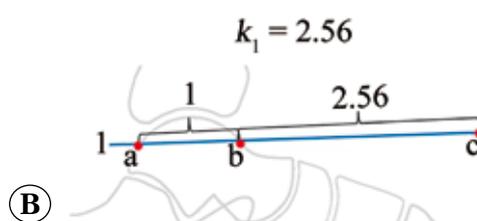
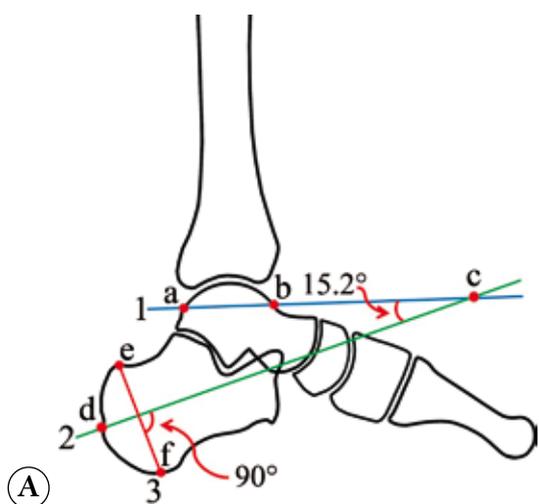


Рис. 5. РЛУ для анализа заднего отдела стопы:

А – угол соотношения линий 1 и 2 равен $15,2^\circ$, линия 2 располагается перпендикулярно отрезку ef (линия 3), пересекая его по центру;
 В – коэффициент отношения bc к ab равен 2,56;
 С – коэффициент отношения cd к ab равен 4,59

Fig. 5. Measurements for hindfoot analysis:

А – intersection angle of lines 1 and 2 equals to $15,2^\circ$, line 2 goes perpendicular through ef (line 3);
 В – bc – ab ratio index equals 2,56; С – cd – ab ratio index equals 4,59

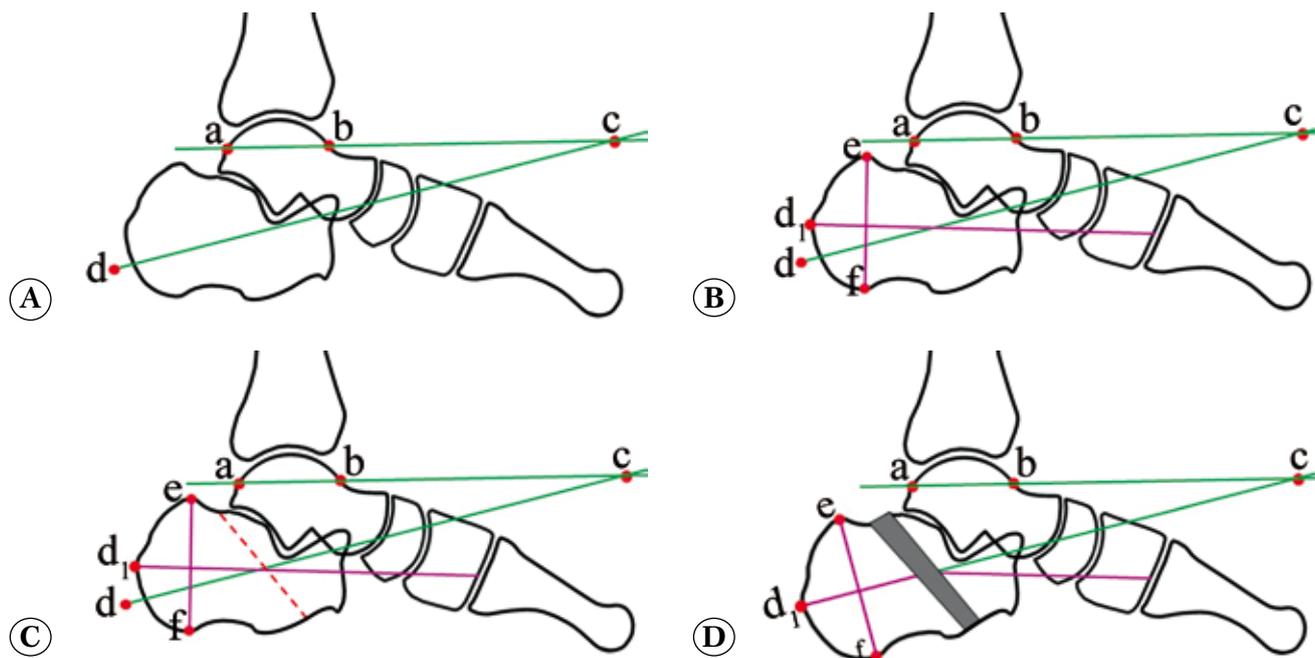


Рис. 6. Анализ и планирование коррекции деформации пяточной кости:

A – определение соответствующей норме оси пяточной кости и точки пересечения (точки *d*) с задним кортексом;
 B – определение реальной оси пяточной кости и положения точки *d₁*;
 C – определены вершина деформации и линия остеотомии (пунктирная красная линия);
 D – выполнена виртуальная коррекция деформации, поскольку кроме угловой деформации имелось также укорочение пяточной кости, имеется трапециевидной формы диастаз, следовательно, показана коррекция по Илизарову

Fig. 6. Analysis and planning of hindfoot deformity correction:

A – identification of proper calcaneus axis and point *d* of axis intersection with posterior cortex;
 B – identification of actual calcaneus axis and location of *d₁* point;
 C – deformity apex and osteotomy line (red dotted line);
 D – virtual deformity correction. Angular deformity and calcaneus shortening resulted in a trapezoid gap. Ilizarov correction is demonstrated

Клинический пример

Пациент К., 22 года, диагноз: посттравматическая деформация правой пяточной кости (рис. 7 А). По рентгенограмме выполнено планирование коррекции деформации в соответствии с предлагаемым способом (рис. 7 В–Е). В связи с тем, что в этом случае нет необходимости в удлинении пяточной кости, способ коррекции зависит лишь от предпочтений хирурга – это может быть как одномоментная коррекция, так и этапная при помощи аппарата внешней фиксации.

Обсуждение

Широко известна и описана в литературе важность восстановления угла Беллера, Гиссана, устранения варуса/вальгуса пяточного бугра и ширины пяточной кости при оперативном лечении как «свежих» переломов пяточной кости, так и их последствий [16, 8]. Современные биомеханические исследования придают большое значение восстановлению длины пяточной

кости, которая влияет на силу рычага ахиллова сухожилия [16]. Непосредственно через ахиллово сухожилие осуществляют свою функцию подошвенная фасция и червеобразные мышцы, которые при нормальной длине пяточной кости создают условия для нормальной ходьбы, стояния и прыжков [18].

Основным методом обследования пяточной кости до сих пор является рентгенография, выполняемая в боковой и аксиальной проекциях. Существует большое количество исследований, посвященных непосредственно рентгенологической анатомии всей стопы и пяточной кости в частности. Как и при анализе рентгенологической анатомии длинных трубчатых костей, имеются так называемые референтные линии и углы (РЛУ), позволяющие определить наличие и величину деформации [7]. Но эти показатели не позволяют оценить, рассчитать или спланировать коррекцию деформации, а лишь констатировать факт ее наличия.

Для пяточной кости известны следующие РЛУ:

1) пяточно-опорный угол, в норме имеющий значение от 25 до 28° [10];

2) угол наклона пяточной кости между касательной к подошвенной поверхности и горизонтальной плоскостью, в норме он составляет 15–20° [7];

3) таранно-пяточный угол, образованный осевыми линиями таранной и пяточной костей, в норме он составляет 50° [9];

4) угол Беллера образован пересечением линий, одна из которых проходит от верхнего заднего края бугристости через задний край задней фасетки, а вторая – от верхнего края задней фасетки через верхний край переднего отростка пяточной кости, в норме этот угол равен 20–40° [20]. Несмотря на то, что этот показатель является чуть ли не самым основным при определении деформаций и повреждений пяточной кости, имеется ряд публикаций, свидетельствующих о том, что его измерение во многом зависит от

исследователя и правильности выполненной проекции [10, 22].

При наличии травматических деформаций пяточной кости или среднего отдела стопы значение данных РЛУ становится отличным от значений, принятых за норму, а при наличии врожденной патологии проведение их часто становится невозможным в связи с отсутствием четких рентгенологических ориентиров. В обоих случаях наличие или отсутствие деформации в лучшем случае только констатируется; планирование коррекции деформации, т.е. определение ее компонентов, вершины, вариантов устранения невозможно.

Известны несколько способов определения референтных линий заднего отдела стопы и пяточной кости в частности. Г.Е. Ген величину выступающей задней части пяточной кости на боковых рентгенограммах стопы определял в 2–2,5 см, основывая свои наблюдения на изучении более 100 рентгенограмм. Однако

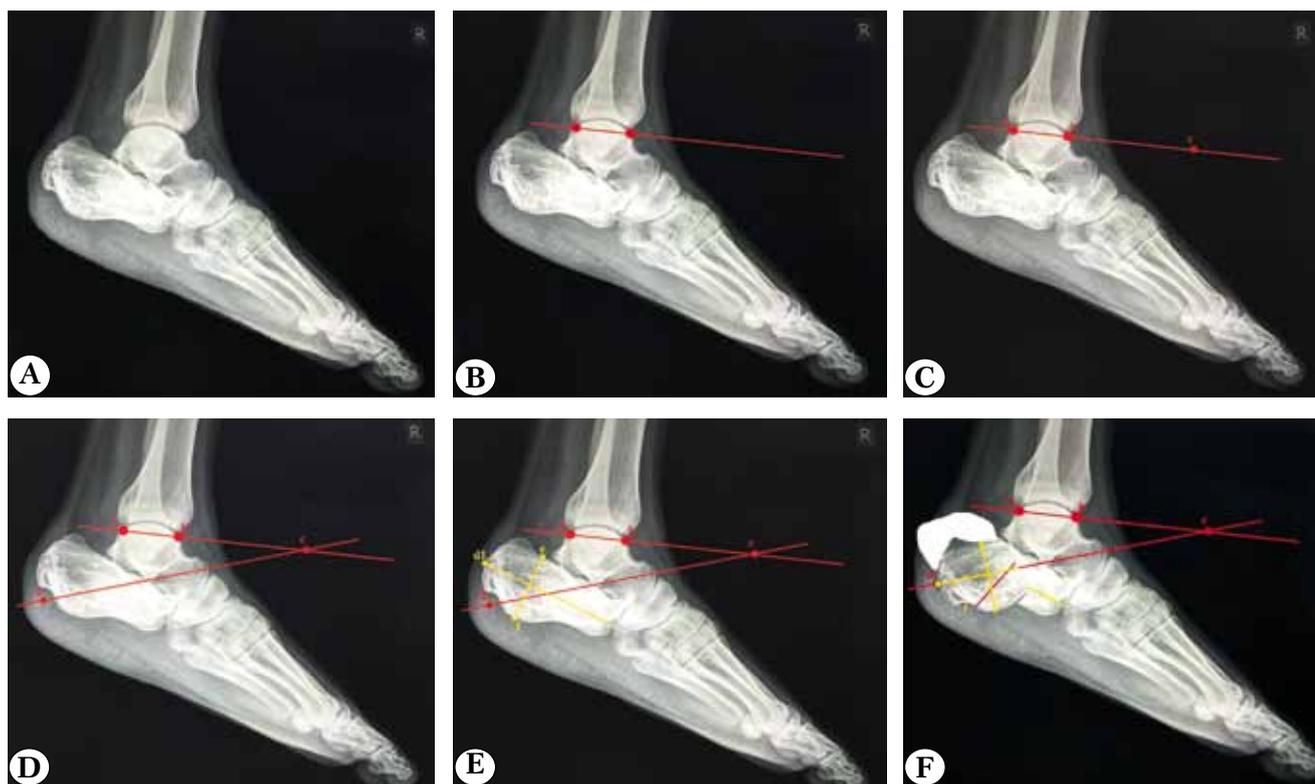


Рис. 7. Анализ и планирование коррекции деформации пяточной кости:

А – боковая рентгенограмма пациента; В – проведение линии блока таранной кости с определением точек *a* и *b*; С – определение точки *c* по формуле $ab \times 2,56$; D – определение соответствующей норме оси пяточной кости и нахождение точки *d* по формуле $ab \times 4,59$; E – определение реальной оси пяточной кости и положение точки *d1*; F – выполнена виртуальная коррекция деформации.

Fig. 7. Analysis and planning of hindfoot deformity correction: A – lateral x-ray; B – drawing of talus trochlea line with identification of points *a* and *b*; C – identification of point *c* using formula $ab \times 2,56$; D – identification of proper calcaneus axis and point *d* using formula $ab \times 4,59$; E – identification of actual calcaneus axis and point *d1*; F – virtual deformity correction

такой способ является примерным и не может быть использован на практике [1]. Интересен способ, разработанный V. David, который позволяет измерить на рентгенограммах длину пяточной кости в зависимости от длины таранной кости. Этим способом можно рассчитать коррекцию лишь одного компонента деформации [8].

В 2001 г. Г.И. Исмаиловым с соавторами [3] предложен способ, согласно которому путем расчетов первоначально была получена величина индекса длины пяточной кости. Для этого авторами были изучены 127 рентгенограмм в боковой проекции стоп здоровых пациентов. Сам индекс получали путем деления длины стопы на ширину дистального метаэпифиза большеберцовой кости в наиболее широкой его части. После этого длину пяточной кости определяли путем умножения ширины дистального метаэпифиза большеберцовой кости в наиболее широкой его части (в сантиметрах) на индекс длины пяточной кости [9].

Однако данный способ имеет существенный недостаток: его использование невозможно, если имеются сопутствующие деформации среднего отдела стопы и (или) дистального отдела большеберцовой кости. Кроме того, сама пяточная кость может иметь торсионную деформацию, что влияет на точность измерения рентгенограмм.

Разработанный нами метод лишен недостатков, существующих на сегодняшний момент у других способов расчета коррекции и оценки результатов коррекции деформации пяточной кости. Это объясняется тем, что он основан лишь на одном первоначальном показателе – положении и длине суставной линии блока таранной кости. Таким образом, любые деформации дистального отдела голени, среднего и заднего отделов стопы, а также положение таранной кости не мешают правильному планированию коррекции и оценки ее результата. Данный метод даже может быть применен при наличии анкилоза голеностопного сустава в порочном положении. Однако нельзя забывать, что при отсутствии таранной кости или асептическом некрозе ее блока применение этого способа невозможно.

Тем не менее, предложенный метод не совершенен. Ему, как и всем известным на сегодняшний день методам, основанным на 2D-планировании, присуща высокая чувствительность к корректности выполнения рентгенологического исследования. Если при выполнении рентгенограммы таранная кость расположена под углом или с ротацией, это не позволит произвести точные расчеты.

Заключение

Разработанный способ позволяет планировать коррекцию деформаций заднего отдела в сагиттальной плоскости и оценивать результаты коррекции вне зависимости от наличия положения стопы в голеностопном суставе и (или) деформации среднего отдела стопы. Ограничение способа связано с чувствительностью к корректности рентгенологического обследования. Решение этой проблемы связано лишь с разработкой 3D-планировщика.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Ген Г.Е. Оперативное лечение паралитической пяточной стопы с применением компрессионно-корригирующего аппарата [Автореф. дис. ... канд. мед. наук]. Симферополь, 1968. 21 с.
2. Голубев Г.Ш., Дубинский А.В. Сравнительная оценка результатов оперативного лечения пациентов с импрессионными переломами пяточной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2013;(2):63-71.
3. Исмаилов Г.Р., Самусенко Д.В., Дьячкова Г.В. Расчет приемов реконструкции заднего отдела стопы. *Гений ортопедии*. 2001;(4):81-84.
4. Каленский В.О., Кононова К.Ю., Глухов Д.А., Иванов П.А., Бердюгин К.А., Челноков А.Н. Внутрикостный остеосинтез как новая опция в лечении переломов пяточной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):79-85.
5. Сапоговский А.В., Кенис В.М. Клиническая диагностика ригидных форм планов-вальгусных деформаций стоп у детей. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):46-51.
6. Соломин Л.Н., Уханов К.А., Машков В.М., Глузман М.И. Определение оптимальных компоновок основанного на компьютерной навигации аппарата Орто-СУВ для коррекции сложных деформаций среднего и заднего отделов стопы. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):72-79.
7. Яременко Д.А., Ефименко В.И., Ефимов Р.В. Рентгенологическое исследование в оценке анатомо-функционального состояния стопы. *Травматология и ортопедия России*. 2004;(1):16-20.
8. David V., Stephens T.J., Kindl R., Ang A., Tay W.H., Asaid R., McCullough K. Calcaneotalar ratio: a new concept in the estimation of the length of the calcaneus. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(3):370-372. DOI:10.1053/j.jfas.2014.08.008.
9. DeVries J.G., Scharer B.J. Hindfoot Deformity Corrected With Double Versus Triple Arthrodesis: Radiographic Comparison. *Foot Ankle Surg*. 2015;4(3):424-427. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.09.020.
10. Gonzalez T.A., Enrlichman L.K., Macaulay A.A., Gitajn I.L., Toussaint R.J., Zurakowski D., Kwon J.Y. Determining Measurement Error for Bohler's Angle and the Effect of X-Ray Obliquity on Accuracy. *Foot Ankle Spec*. 2016;9(5):409-416. DOI: 10.1177/1938640016656236.
11. Harnroongroj T., Chuckpaiwong B., Angthong C., Nanakorn P., Sudjai N., Harnroongroj T. Displaced articular

- calcaneus fractures: Classification and fracture scores: a preliminary study. *J Med Assoc Thai*. 2012;95(3):366-377.
12. Harnroongroj T., Tangmanasakul A., Choursamran N., Sudjai N., Harnroongroj T. Measurement technique of calcaneal varus from axial view radiograph. *Indian J Orthop*. 2015;49(2):223-226. DOI: 10.4103/0019-5413.152489.
 13. Koval K., Zuckerman J. Handbook of fractures. 3rd ed., Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006. 440 p.
 14. Lamm B.M., Paley D. Deformity correction planning for hindfoot, ankle, and lower limb. *Clin Podiatr Med Surg*. 2004;21(3):305-326.
 15. Lamm B.M., Stasko P.A., Gesheff M.G., Bhave A. Normal Foot and Ankle Radiographic Angles, Measurements, and Reference Points. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(5):991-998. DOI: 10.1053/j.jfas.2016.05.005.
 16. Matherne T.H., Tivorsak T., Monu J.U. Calcaneal fractures: what the surgeon needs to know. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2007;36(1):1-10.
 17. Paley D. Principles of deformity correction. New York : Springer-Verlag; 2005. 806 p.
 18. Rammelt S., Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury*. 2004;35(5):443-461.
 19. Reilingh M.L., Beimers L., Tuijthof G.J., Stufkens S.A., Maas M., van Dijk C.N. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiol*. 2010;39(11):1103-1108. DOI: 10.1007/s00256-009-0857-9.
 20. Steel M.W. III, Johnson K.A., DeWitz M.A., Ilstrup D.M. Radiographic measurements of the normal adult foot. *Foot Ankle Int*. 1980;1(3):151-158.
 21. Su Y., Chen W., Zhang T., Wu X., Wu Z., Zhang Y. Bohler's angle's role in assessing the injury severity and functional outcome of internal fixation for displaced intra-articular calcaneal fractures: a retrospective study. *BMC Surgery*. 2013;13(1):40.
 22. Willmott H., Stanton J., Southgate C. Böhler's angle – What is normal in the uninjured British population? *Foot Ankle Surg*. 2012;18(3):187-189. DOI: 10.1016/j.fas.2011.10.005
 23. Zhang T., Chen W., Su Y., Wang H., Zhang Y. Does axial view still play an important role in dealing with calcaneal fractures? *BMC Surg*. 2015;15:19. DOI: 10.1186/s12893-015-0004-6.
 24. Zhang X.B., Wu H., Zhang L.G., Zhao J.T., Zhang Y.Z. Calcaneal varus angle change in normal calcaneus: a three-dimensional finite element analysis. *Med Biol Eng Comput*. 2017;55(3):429-437. DOI: 10.1007/s11517-016-1527-4.
 4. Kalensky V.O., Kononova K.Yu., Glukhov D.A., Ivanov P.A., Berdyugin K.A., Chelnokov A. [Intraute osteosynthesis as a new option in the treatment of the stretch bone]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4):79-86. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-79-86.
 5. Sapogovsky A.V., Kenis V.M. Clinical diagnosis of rigid flatfoot in children. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4):46-51. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-46-51.
 6. Solomin L.N., Ukhanov K.A., Mashkov V.M., Gluzman M.I. [Determination of optimal packaging for Ortho-SUV apparatus based on computer navigation for correction of complex deformations of mid- and hindfoot]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(1):72-79. (in Russian).
 7. Yaremenko D.A., Efimenko V.I., Efimov R.V. [X-ray examination in the evaluation of anatomical and functional in foot condition]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2004;(1):16-20. (in Russian).
 8. David V., Stephens T.J., Kindl R., Ang A., Tay W.H., Asaid R., McCullough K. Calcaneotalar ratio: a new concept in the estimation of the length of the calcaneus. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(3):370-372. DOI:10.1053/j.jfas.2014.08.008.
 9. DeVries J.G., Schärer B.J. Hindfoot Deformity Corrected With Double Versus Triple Arthrodesis: Radiographic Comparison. *Foot Ankle Surg*. 2015;4(3):424-427. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.09.020.
 10. Gonzalez T.A., Enrichman L.K., Macaulay A.A., Gitajn I.L., Toussaint R.J., Zurakowski D., Kwon J.Y. Determining Measurement Error for Bohler's Angle and the Effect of X-Ray Obliquity on Accuracy. *Foot Ankle Spec*. 2016;9(5):409-416. DOI: 10.1177/1938640016656236.
 11. Harnroongroj T., Chuckpaiwong B., Angthong C., Nanakorn P., Sudjai N., Harnroongroj T. Displaced articular calcaneus fractures: Classification and fracture scores: a preliminary study. *J Med Assoc Thai*. 2012;95(3):366-377.
 12. Harnroongroj T., Tangmanasakul A., Choursamran N., Sudjai N., Harnroongroj T. Measurement technique of calcaneal varus from axial view radiograph. *Indian J Orthop*. 2015;49(2):223-226. DOI: 10.4103/0019-5413.152489.
 13. Koval K., Zuckerman J. Handbook of fractures. 3rd ed., Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006. 440 p.
 14. Lamm B.M., Paley D. Deformity correction planning for hindfoot, ankle, and lower limb. *Clin Podiatr Med Surg*. 2004;21(3):305-326.
 15. Lamm B.M., Stasko P.A., Gesheff M.G., Bhave A. Normal Foot and Ankle Radiographic Angles, Measurements, and Reference Points. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(5):991-998. DOI: 10.1053/j.jfas.2016.05.005.
 16. Matherne T.H., Tivorsak T., Monu J.U. Calcaneal fractures: what the surgeon needs to know. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2007;36(1):1-10.
 17. Paley D. Principles of deformity correction. New York : Springer-Verlag; 2005. 806 p.
 18. Rammelt S., Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury*. 2004;35(5):443-461.
 19. Reilingh M.L., Beimers L., Tuijthof G.J., Stufkens S.A., Maas M., van Dijk C.N. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiol*. 2010;39(11):1103-1108. DOI: 10.1007/s00256-009-0857-9.

References

1. Gen G.E. Operativnoe lechenie paraliticheskoy pjatochnoj stopy s primeneniem kompressionno-korrigirujushego apparata [Surgical treatment of paralytic cavus foot with external fixator. Cand. med. sci. diss. abstract]. Simferopol, 1968. 21 p. (in Russian).
2. Golubev G.S., Dubinsky A.V. [Comparative outcomes of surgical treatment of patients with Impression fractures of the calcaneus]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(2):63-71. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2013-2-63-71.
3. Ismailov G.R., Samusenko D.V., Dyachkova G.V. [Calculation methods of reconstruction of hindfoot]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2001;(4):53-54. (in Russian).
4. Kalensky V.O., Kononova K.Yu., Glukhov D.A., Ivanov P.A., Berdyugin K.A., Chelnokov A. [Intraute osteosynthesis as a new option in the treatment of the stretch bone]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4):79-86. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-79-86.
5. Sapogovsky A.V., Kenis V.M. Clinical diagnosis of rigid flatfoot in children. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4):46-51. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-46-51.
6. Solomin L.N., Ukhanov K.A., Mashkov V.M., Gluzman M.I. [Determination of optimal packaging for Ortho-SUV apparatus based on computer navigation for correction of complex deformations of mid- and hindfoot]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(1):72-79. (in Russian).
7. Yaremenko D.A., Efimenko V.I., Efimov R.V. [X-ray examination in the evaluation of anatomical and functional in foot condition]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2004;(1):16-20. (in Russian).
8. David V., Stephens T.J., Kindl R., Ang A., Tay W.H., Asaid R., McCullough K. Calcaneotalar ratio: a new concept in the estimation of the length of the calcaneus. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(3):370-372. DOI:10.1053/j.jfas.2014.08.008.
9. DeVries J.G., Schärer B.J. Hindfoot Deformity Corrected With Double Versus Triple Arthrodesis: Radiographic Comparison. *Foot Ankle Surg*. 2015;4(3):424-427. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.09.020.
10. Gonzalez T.A., Enrichman L.K., Macaulay A.A., Gitajn I.L., Toussaint R.J., Zurakowski D., Kwon J.Y. Determining Measurement Error for Bohler's Angle and the Effect of X-Ray Obliquity on Accuracy. *Foot Ankle Spec*. 2016;9(5):409-416. DOI: 10.1177/1938640016656236.
11. Harnroongroj T., Chuckpaiwong B., Angthong C., Nanakorn P., Sudjai N., Harnroongroj T. Displaced articular calcaneus fractures: Classification and fracture scores: a preliminary study. *J Med Assoc Thai*. 2012;95(3):366-377.
12. Harnroongroj T., Tangmanasakul A., Choursamran N., Sudjai N., Harnroongroj T. Measurement technique of calcaneal varus from axial view radiograph. *Indian J Orthop*. 2015;49(2):223-226. DOI: 10.4103/0019-5413.152489.
13. Koval K., Zuckerman J. Handbook of fractures. 3rd ed., Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006. 440 p.
14. Lamm B.M., Paley D. Deformity correction planning for hindfoot, ankle, and lower limb. *Clin Podiatr Med Surg*. 2004;21(3):305-326.
15. Lamm B.M., Stasko P.A., Gesheff M.G., Bhave A. Normal Foot and Ankle Radiographic Angles, Measurements, and Reference Points. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(5):991-998. DOI: 10.1053/j.jfas.2016.05.005.
16. Matherne T.H., Tivorsak T., Monu J.U. Calcaneal fractures: what the surgeon needs to know. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2007;36(1):1-10.
17. Paley D. Principles of deformity correction. New York : Springer-Verlag; 2005. 806 p.
18. Rammelt S., Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury*. 2004;35(5):443-461.
19. Reilingh M.L., Beimers L., Tuijthof G.J., Stufkens S.A., Maas M., van Dijk C.N. Measuring hindfoot alignment radiographically: the long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiol*. 2010;39(11):1103-1108. DOI: 10.1007/s00256-009-0857-9.

20. Steel M.W. III, Johnson K.A., DeWitz M.A., Ilstrup D.M. Radiographic measurements of the normal adult foot. *Foot Ankle Int.* 1980;1(3):151-158.
21. Su Y., Chen W., Zhang T., Wu X., Wu Z., Zhang Y. Bohler's angle's role in assessing the injury severity and functional outcome of internal fixation for displaced intra-articular calcaneal fractures: a retrospective study. *BMC Surgery.* 2013;13(1):40.
22. Willmott H., Stanton J., Southgate C. Böhler's angle – What is normal in the uninjured British population? *Foot Ankle Surg.* 2012;18(3):187-189. DOI: 10.1016/j.fas.2011.10.005
23. Zhang T., Chen W., Su Y., Wang H., Zhang Y. Does axial view still play an important role in dealing with calcaneal fractures? *BMC Surg.* 2015;15:19. DOI: 10.1186/s12893-015-0004-6.
24. Zhang X.B., Wu H., Zhang L.G., Zhao J.T., Zhang Y.Z. Calcaneal varus angle change in normal calcaneus: a three-dimensional finite element analysis. *Med Biol Eng Comput.* 2017;55(3):429-437. DOI: 10.1007/s11517-016-1527-4.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Соломин Леонид Николаевич – д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры общей хирургии медицинского факультета ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Уханов Константин Андреевич – врач приемного отделения ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Сорокин Евгений Петрович – канд. мед. наук, младший научный сотрудник научного отделения диагностики заболеваний и повреждений ОДС, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Херценберг Джон – доктор медицины, директор Института современной ортопедии Рубина

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Leonid N. Solomin – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Functional Group of External Fixation of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Professor of the Surgery Chair Medical Faculty of St. Petersburg State University

Konstantin A. Ukhanov – Doctor of Admission Department of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Evgeniy P. Sorokin – Cand. Sci. (Med.), Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

John E. Herzenberg – MD, Director of Rubin Institute for Advanced Orthopedics

ПРЕДИКТОРЫ ПЕРЕХОДА РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ НУЛЕВОЙ СТАДИИ ОСТЕОАРТРИТА КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ В ПЕРВУЮ СТАДИЮ (НА ОСНОВАНИИ БАЛЛЬНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА WORMS)

М.В. Макарова^{1,3,4}, М.Ю. Вальков¹, Л.Е. Валькова¹, А.С. Ревчук⁴, А.В. Агапитов^{2,3}, И.А. Черных³, А.Р. Парфенова⁴, А.М. Гржибовский^{1,5,6}

¹ ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»
Троицкий пр., д. 51, Архангельск, 163000, Россия

² ГБУЗ АО «Архангельская областная клиническая больница»
Пр. Ломоносова, д. 292, Архангельск, 163045, Россия

³ ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Воловевич»
Наб. Северной Двины, д. 124, Архангельск, 163001, Россия

⁴ ГБУЗ АО «Архангельский клинический онкологический диспансер»
пр. Обводный Канал, д. 145 к. 3, Архангельск, 163045, Россия

⁵ Норвежский институт общественного здоровья
г. Осло, Норвегия

⁶ Международный Казахско-Турецкий университет им. Х.А. Ясави
Мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан

Реферат

Остеоартрит (ОА) коленного сустава является наиболее распространенным среди ОА суставов, составляя 70–80%. Магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет выявлять рентгенонегативные поражения мягких тканей. Для ее объективизации используют протокол WORMS (Whole Organ Magnetic Resonance Imaging Score), но его возможности недостаточно оценены при нулевой рентгенологической стадии ОА.

Цель исследования – определение предикторов прогрессирования ОА при рентгенологической нулевой степени на основании МР-исследования коленного сустава по методике WORMS.

Материал и методы. В исследование были включены больные с клинически подтвержденным ОА коленных суставов по Altman (1991) и отсутствием рентгенологических изменений при обследовании по поводу остеоартрита коленного сустава в медицинских учреждениях г. Архангельска. Выполняли рентгенографию коленных суставов в двух проекциях при первичной диагностике и повторно через год. После первой рентгенографии пациентам проводили МРТ на аппаратах с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Исходно было отобрано 77 пациентов, выбыло 23. Таким образом, дальнейшее исследование продолжило 54 (71,1%) пациента с рентгенонегативным ОА.

Результаты. Прогрессирование рентгенологически нулевой стадии в первую по Kellgren – Lawrence через год после включения исследования произошло у 45 (83,3%) из 54 пациентов. Клинически значимыми предикторами прогрессирования ОА коленных суставов по данным МРТ оказались изменения медиального мениска (ОШ = 5,0, 95% ДИ: 1,1–22,5) и наличие синовита (ОШ = 7,0, 95% ДИ: 1,5–33,1). Наиболее значимым и независимым МР-предиктором прогрессирования ОА коленного сустава является наличие синовита (ОШ = 5,49, 95% ДИ: 1,13–26,72). Чувствительность модели составила 95,1% (95% ДИ: 85,8–94,9), специфичность 71,4% (95% ДИ: 33,3–94,4), прогностическая ценность положительного результата 95,6% (95% ДИ: 89,6–99,1), прогностическая ценность отрицательного результата 55,6% (95% ДИ: 25,9–73,4).

Заключение. Наиболее значимым предиктором прогрессирования ОА при рентгенологической нулевой степени на основании МРТ коленного сустава по методике WORMS стало наличие синовита, выявление которого в 5,5 раз увеличивает риск прогрессирования ОА и перехода его из рентгенонегативной стадии в рентгенологическую первую стадию в течение года.

Ключевые слова: остеоартрит коленного сустава, синовит, магнитно-резонансная томография.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-33-44.

Макарова М.В., Вальков М.Ю., Валькова Л.Е., Ревчук А.С., Агапитов А.В., Черных И.А., Парфенова А.Р., Гржибовский А.М. Предикторы перехода рентгенологической нулевой стадии остеоартрита коленных суставов в первую стадию (на основании балльной комплексной системы оценки коленного сустава WORMS). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):33-44. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-33-44.

Cite as: Makarova M.V., Valkov M.Yu., Valkova L.E., Revchuk A.S., Agapitov A.V., Chernykh I.A., Parfenova A.R., Grjibovskiy A.M. [Transition Predictors of X-Ray 0 Stage for Knee Osteoarthritis Into the 1st Stage (Based on the Complex Evaluation of the Knee Joint by MRI WORMS)]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):33-44. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-33-44.

✉ Макарова Мария Васильевна. Троицкий пр., д. 51, Архангельск, 163000, Россия / Mariya V. Makarova. 51, Troitskiy pr., Arkhangelsk, 163000, Russia; e-mail: mtim10@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 16.11.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 23.12.2016.

Transition Predictors of X-Ray 0 Stage for Knee Osteoarthritis Into the 1ST Stage (Based on the Complex Evaluation of the Knee Joint by MRI WORMS)

M.V. Makarova^{1,3,4}, M.Yu. Valkov¹, L.E. Valkova¹, A.S. Revchuk⁴, A.V. Agapitov^{2,3}, I.A. Chernykh³, A.R. Parfenova⁴, A.M. Grijbovski^{1,5,6}

¹ Northern State Medical University
51, Troitskiy pr., Arkhangelsk, 163000, Russia

² Arkhangelsk Regional Clinical Hospital
292, pr. Lomonosova, Arkhangelsk, 163045, Russia

³ The first City Clinical Hospital EE Volosevich
124, nab. Severnoy Dviny, Arkhangel'sk, 163001, Russia

⁴ Arkhangelsk Regional Clinical Oncology Center
145 k. 3, pr. Obvodnyy Kanal, Arkhangel'sk, Russia

⁵ Norwegian Institute of Public Health,
Oslo, Norway

⁶ International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan
Mavzoley Khodzhi Akhmeda Yasavi, Turkestan, Kazakhstan

Abstract

Background. Osteoarthritis (OA) is the most common disease among all rheumatological diseases. Approximately 70-80% of all OA cases are gonarthrosis. Routine X-ray examination is not informative to assess non-bone structures. Magnetic resonance imaging (MRI) allows visualizing all the structural elements of a joint, such as articular soft tissue structures and subcortical parts. To achieve objective data, the researcher needs to adhere a protocol allowing to assess of all joint parts, the so-called method of evaluation of the whole body (Whole Organ Magnetic Resonance Imaging Score – WORMS).

Aim. To determine predictors of OA progression for X-ray 0 stage on the basis of the knee MRI procedure by WORMS.

Methods. A cohort study. The sample consisted of patients with gonarthrosis in all hospitals in Arkhangelsk, Northwest Russia. The main inclusion criterion was clinically confirmed with knee OA by Altman 1991 without X-ray pathological changes. X-ray examinations of the knee joints were performed during the initial diagnosis and after one year. After the first X-ray examination patients underwent an MRI provided by machines with a magnetic field strength of 1.5 Tesla. The study included 76 patients, 22 patients were lost to follow up. Altogether, 54 (71.1%) patients completed the study. MRI evaluation of the data was carried out by WORMS protocol.

Results. The progression of X-ray 0 stage into the first stage by Kellgren-Lawrence after one year has occurred in 45 (8.3%) patients of the 54 patients. Clinically significant predictors of progression of OA of the knee based on MRI were: degeneration of the medial meniscus (OR = 5.0, 95% CI: 1.1-22.5), and synovitis (OR = 7.0, 95% CI: 1.5-33.1), degeneration of the medial meniscus and synovitis were included Regression model. Regression model revealed the most significant predictor of progression of knee OA was synovitis (OR = 5.49, 95% CI: 1.13-26.72). The sensitivity of model was 95.1% (95% CI: 85.8-94.9), specificity was 71.4% (95% CI: 33.3-94.4), positive predictive value was 5.6% (95% CI: 89.6-99.1), negative predictive value was 55.6% (95% CI: 25.9-73.4).

The findings of this study revealed the only significant MRI predictor of the transition X-ray 0 stage into the first stage was synovitis which increased the risk of the progression in 5.5 times during one year.

Keywords: osteoarthritis, magnetic resonance imaging, synovitis.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-33-44.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Остеоартрит (ОА) – самое распространенное ревматологическое заболевание, частота которого увеличивается с возрастом. В возрастной группе до 45 лет он встречается у 3–5% населения, в группе 45–64 года – у 30%, и у 60–70% лиц старше 65 лет присутствуют рентгенологические и клинические признаки ОА [3]. При ОА наиболее часто происходит поражение крупных суставов, в первую очередь коленных, на долю которых приходится до 70–80% всех диагностированных случаев [2]. Своевременная диагностика ОА и вовремя назначенное лечение

позволяют снизить скорость прогрессирования заболевания и уменьшить экономические потери от инвалидизации населения [1, 8].

Классическая рентгенография, несмотря на хорошую визуализацию кортикальной и трабекулярной зон кости, не информативна для оценки окружающих кость смежных структур (суставного хряща, субхондральной костной ткани, менисков, крестообразных и коллатеральных связок, синовиальной жидкости и околосуставных сухожилий и мышц), повреждение которых при ОА происходит в первую очередь [8, 14]. По этой причине у некоторых больных ОА при

типичной клинической картине объективные изменения на рентгенограмме отсутствуют. Кроме того, морфологические искажения, геометрическое увеличение и суммационный эффект получаемого изображения, а также проекционные искажения укладок могут усложнить линейно-угловые измерения и приводить к ложным заключениям [21]. Ультразвуковое исследование (УЗИ) также имеет ряд ограничений: недоступны для исследования хрящ большеберцовой кости, костномозговой канал, крестообразные связки на всем их протяжении [21].

Визуализация мягкотканых суставных структур и субкортикальных отделов, недоступных для УЗИ, стала возможной благодаря широкому внедрению в практику магнитно-резонансной томографии (МРТ). Послойное получение изображения позволяет устранить суммационный эффект, эффект увеличения и искажения от рядом расположенных морфологических структур, а также визуализировать суставные ткани, хрящи, мениски и связки [23]. Для всесторонней и объективной оценки патологических изменений в коленном суставе при развернутом ОА предложено два метода – так называемая система комплексной оценки целого органа (Whole Organ Magnetic Resonance Imaging Score – WOMIS) [24] и BLOKS (Boston-Leeds Osteoarthritis Knee Score) [18]. Первая из них позволяет проводить оценку в большем количестве условных областей, более проста в использовании и обладает рядом преимуществ при оценке отеков костного мозга. Оба метода одинаково хорошо оценивают изменения хрящевой ткани [18]. При этом прогностическая значимость патологических изменений по данным МРТ при рентгенонегативном ОА коленного сустава исследована недостаточно.

Цель исследования – определить предикторы прогрессирования ОА при рентгенологически нулевой степени на основании МР-исследования коленного сустава по методике WOMIS.

Материал и методы

Тип проводимого исследования – когортное [11]. Исследование было одобрено этическим комитетом Северного государственного медицинского университета (протокол № 10 от 21.12.2011). Все пациенты перед началом исследования подписывали информированное добровольное согласие на участие в его проведении.

В исследование включали больных, проходивших обследование по поводу ОА коленного сустава в медицинских учреждениях г. Архангельска: Архангельской областной кли-

нической больницы, городских поликлиниках № 1 и № 2, Первой ГКБ им. Е.Е. Волоевич. Набор в группы исследования осуществлялся в период с 10.2012 по 05.2014 г. При первичном посещении пациенту предлагали принять участие в исследовании. В случае положительного ответа пациент подписывал информированное согласие на участие и обработку персональных данных.

При первичном обращении у обследуемых определяли возраст, индекс массы тела (ИМТ), а также уровень болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Также оценивали ось нижней конечности с вычислением угла вальгусного отклонения (норма 3–8°) – угла между линией, проходящей через центр канала бедренной кости к центру коленного сустава (анатомическая ось), и линией, проходящей через головку бедренной кости и центр коленного сустава (механическая ось).

Критерии включения в исследование

Основным критерием включения был клинически подтвержденный ОА коленных суставов по критериям Altman (1991): клинические (боль в коленном суставе, крепитация при активных движениях, утренняя скованность менее 30 мин, увеличение объема сустава при осмотре) в сочетании с лабораторными проявлениями и без них [13], но при отсутствии патологических изменений при рентгенографии.

Рентгенография суставов проводилась в прямой (в положении максимального разгибания коленного сустава) и боковой (при полном расслаблении сустава и легком сгибании до 15°) проекциях в положении лежа и стоя по стандартизированной методике на одном и том же рентгеновском диагностическом комплексе с получением изображения в цифровом формате. Анализ рентгенограмм проводили независимо четыре врача-рентгенолога со стажем работы 3 (ВЛЕ), 5 (ММВ), 9 (ПАР) и 18 (ЧИА) лет, соответственно. Исследование было проведено при первичной диагностике и повторно через год.

Прогрессированием ОА считали выявление одного или нескольких изменений на рентгенограммах через год: остеофитов, уменьшение высоты суставной щели (в медиальном и/или латеральном отделах, а также пателлофemorальном суставе), появление субхондрального склероза.

Критерии исключения: рентгенопозитивный ОА при первичной рентгенографии; посттравматический, неспецифический и специфический артриты; другие системные заболевания соединительной ткани и ревматологические заболевания (ревматоидный артрит, синдром Рейтера);

воспалительные заболевания суставов (анкилозирующий спондилит, псориатический артрит); протезирование коленного сустава в анамнезе; пациенты, находящиеся на гемодиализе по поводу почечной недостаточности; неспособность передвигаться без посторонней помощи; отказ пациента от участия в исследовании.

Если при первичном анализе МР-протоколов выявляли типичные травматические признаки костных структур, остеонекроз, переломы или злокачественные новообразования, пациенты также исключались из дальнейшего исследования.

Исходно было отобрано 77 пациентов. В дальнейшем при коллегиальном повторном анализе первичной рентгенографии у 15 пациентов выявлена I стадия ОА по Kellgren – Lawtence, один больной был отсеян после проведения первой МРТ (выявлено травматическое повреждение большеберцовой кости), 7 человек выбыли в ходе исследования (четыре – потери, три – отказ от дальнейшего участия в протоколе). Всего выбыло из исследования 23 пациента. Таким образом, дальнейшее исследование продолжило 54 (71,1%) пациента с рентгенонегативным ОА.

Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансную томографию проводили на приборах с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл с использованием катушек для исследования коленного сустава без применения контрастного усиления. Импульсные последовательности, применяемые в ходе исследования, приведены в таблице 1.

Оценка данных МРТ по протоколу WORMS

Дальнейшую оценку данных МРТ проводили всем пациентам с рентгенологической нулевой стадией четыре независимых специалиста, стаж работы которых составил 3 (ВЛЕ), 7 (ААВ), 9 (ПАР) и 18 (ЧИА) лет, соответственно. Данные первого и последующего исследований МРТ были сгруппированы в хронологическом порядке, при повторном проведении МРТ они также были доступны для рентгенологов, проводящих анализ.

Оценка по протоколу WORMS проводилась по 14 параметрам: поражение костного мозга (по типу локального отека, ОКМ), изменение/истончение субхондральной кости (ИСК), краевые остеофиты, целостность суставного хряща, медиального и латерального менисков, передней и задней крестообразных связок, медиальной и латеральной коллатеральной связок, наличие синовита, внутрисуставных тел, периапартулярных кист, бурсита [24].

Согласно рекомендациям WORMS, для оценки пяти параметров (ОКМ, ИСК, толщина хряща, периапартулярные кисты и краевые остеофиты) подсчет проводили в каждой из пяти условных областей медиального, центрального и латерального отделов сустава по анатомическим ориентирам. Таким образом, оценка проводилась по 15 условным областям (УО) на каждый сустав. Для последующего анализа выводили средние значения на каждую анатомическую зону (табл. 2).

Учитывая, что в нашей когорте пациентов с рентгенонегативным ОА при выполнении МРТ

Таблица 1/Table 1

Импульсные последовательности для МРТ коленного сустава Pulse pattern for knee MRI

Импульсная последовательность	TR/TE (мс)	Матрица	Поле зрения, FOV	Толщина среза/интервал, мм	Плоскость
T1-взвешенное быстрое спин-эхо (T1W_TSE)	600/17	276×240	18	3/0,3	сагиттальная, корональная, аксиальная
T2-взвешенное быстрое спин-эхо (T2W_TSE)	3000/90	364×286	18	3/0,3	сагиттальная, корональная
T2-взвешенное быстрое спин-эхо с подавлением жира (T2W_SPIR)	3000/90	320×256	18	3/0,3	сагиттальная, корональная
Градиентное эхо с селективной пресатурацией вода-жир (3DWATS)	58/6	304×304	16	60 срезов по 2 мм	сагиттальная аксиальная коронарная

не регистрировали выраженных изменений в коленных суставах, оценку таких показателей, как ОКМ, истончение субхондральной кости, периартикулярные кисты, связочный аппарат, а также свободные тела в полости сустава, проводили только по двум градациям 0 – отсутствие изменений, 1 – наличие минимальных изменений.

Пациентам было разрешено принимать ацетаминофен (парацетамол) не более 4000 мг в день, за исключением периода за 24 часа до проведения анкетирования с целью оценки болевого синдрома. Прием других анальгетиков и НПВП был запрещен.

Таблица 2/ Table 2

**Показатели, оцениваемые по WORMS при МРТ коленного сустава
WORMS-evaluated criteria during knee MRI**

Показатель	Краткое описание	Градации
Отек костного мозга (ОКМ)	Проводили по T2-ВИ при подавлении жира (FSE) – это гиперинтенсивная зона с плохой дифференцировкой и интимным прилеганием к субхондральным отделам на изображениях с селективной пресатурацией вода-жир	0 – отсутствие, 1 – повреждение менее 25% исследуемой УО
Истончение субхондральной кости (ИСК)	Сглаживание, уплощение или разряжение суставной площадки кости	0 – отсутствие, 1 – легкая степень (в сравнении с неизмененным контуром)
Оценка хряща	Проводили в 14 условных областях (область S – пространство тибияльного плато большеберцовой кости и подлежащим отделом до 2 см, исключена) по T2-ВИ при подавлении жира (FSE) и FS-3DSPGR	0 – нормальная толщина и средняя интенсивность сигнала, 1 – нормальная толщина, но повышен сигнал от T2-ВИ, 2 – локальный дефект менее 1 см в наибольшем измерении
Периартикулярные кисты	Определялись как округлые очаги повышенного сигнала в субхондральных отделах с четким контуром на сериях T2-ВИ при подавлении жира (FSE), оценку проводили во всех 15 областях	0 – отсутствие, 1 – менее 25% от исследуемой условной зоны
Остеофиты	Оценивали в 14 условных областях	0 – отсутствие, 1 – сомнительные, 2 – мелкие.
Передняя и задняя крестообразные связки	Проводили по T2-FSE изображениям	0 – интактные связки, 1 – наличие повреждений
Медиальная и латеральная коллатеральные связки	Проводили по T2-FSE изображениям не зависимо от крестообразных связок	0 – интактные связки, 1-наличие повреждений
Медиальный и латеральный мениски	Проводили отдельно для каждого мениска с оценкой их переднего, заднего рогов и тела	0 – интактные мениски, 1 – слабые радиарные повреждения
Синовит	В это понятие объединили утолщение синовиальной оболочки и выпот	0 – отсутствие изменений (норма), 1 – изменения не превышает 33% от максимально возможного в наибольшем измерении, 2 – 33–66% от максимально возможного изменения
Свободные тела в полости сустава	Любые инородные тела или фрагменты в полости сустава	0 – отсутствие, 1 – наличие.

Статистическая обработка данных

Прогрессированием ОА считали появление признаков поражения коленного сустава при рентгенографии – как минимум I стадии по Kellgren – Lawrence. Сравнение распределения исходных факторов между группами по порядковым переменным проводили при помощи критерия χ^2 с точным критерием Фишера, непрерывных – с помощью непарного критерия Стьюдента либо его непарметрического аналога – критерия Манна – Уитни [4]. Статистически значимыми считали различия на уровне $p < 0,05$.

Для выявления клинически значимых предикторов МР-прогрессирования ОА коленных суставов определяли отношение шансов (ОШ) и границы 95% доверительного интервала (ДИ). Для оценки силы и направления связи между двумя переменными проводили корреляционный анализ с вычислением коэффициента Кендалла [5]. Для оценки независимых связей между переменными-предикторами и бинарной переменной отклика использовали логистическую регрессию с процедурой пошагового анализа, в которую включали только статистически значимые по результатам бивариантного анализа предикторы. Прогностическую ценность модели определяли на основании расчетов прогностической ценности положительных и отрицательных результатов, а также чувствительности и специфичности полученной модели. Анализ результатов исследования выполнен с помощью программного пакета SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago IL, USA) и MedCalc 11.6.

Результаты

Прогрессирование рентгенологической нулевой стадии в первую по Kellgren – Lawrence в результате исследования через год после

включения произошло у 45 (83,3%) пациентов из 54 обследованных. Наиболее часто, в 100% случаев, изменения были локализованы в медиальных отделах, в сочетании с таковыми в пателло-фemorальном отделе у 48%, медиальном и латеральном отделах у 26%. Изменения во всех отделах суставов (медиальном, латеральном и пателлофemorальном) выявлены у 9% пациентов.

Больные, у которых произошло прогрессирование ОА, были старше и исходно имели более тяжелый болевой синдром (табл. 3).

В таблице 4 приведены расчеты отношения шансов (ОШ) отдельно для каждого предиктора с целью определения статистически значимых показателей для отбора при построении регрессионной модели.

Таким образом, клинически значимыми предикторами прогрессирования ОА коленных суставов по данным МРТ оказались изменения медиального мениска (рис. 1) и наличие синовита (рис. 2).

При корреляционном анализе синовит был значимо связан с болевым синдромом ($r^2 = 0,37$, $p = 0,006$) и ИМТ ($r^2 = 0,3$, $p = 0,027$). Наличие патологических изменений в медиальном мениске было связано с возрастом ($r^2 = 0,452$, $p = 0,001$) и болевым синдромом ($r^2 = 0,324$, $p = 0,017$), а угол отклонения – с ИМТ ($r^2 = 0,3$, $p = 0,019$). Учитывая цели исследования, возраст, ИМТ, угол отклонения конечности и тяжесть болевого синдрома, достоверно коррелировавшие с уровнем синовита, были исключены из модели.

Для включения в регрессионную модель были отобраны качественные показатели: изменения медиального мениска, наличие синовита (см. рис. 2). Результаты регрессионного анализа приведены в таблице 5.

Таблица 3/Table 3

Исходные характеристики больных рентгенонегативным ОА
Baseline factors of patients with X-ray negative OA

Характеристика	Отсутствие прогрессирования	Наличие прогрессирования
Пол		
– мужской	3	6
– женский	22	23
Средний возраст	28,3 (95% ДИ: 19,4–37,3)	41,7 (95% ДИ: 38,2–45,1)
Индекс массы тела	20,6 (95% ДИ: 19,4–21,8)	21,8 (95% ДИ: 20,0–23,6)
Уровень исходного болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), мм	22,8 (95% ДИ: 3,3–42,3)	54,3 (95% ДИ: 44,6–64,0)
Угол вальгусного отклонения нижней конечности	5,20 (3,9–6,6)	8,40 (95% ДИ: 8,0–8,7)

Таблица 4/ Table 4

Исходные патологические МР-изменения у больных рентгенонегативным ОА коленного сустава, как предикторы прогрессирования
Baseline pathological MR changes in patients with x-ray negative knee OA as progression predictors

Предиктор	Прогрессирование ОА		ОШ	95% ДИ	p
	Да (n = 9)	Нет (n = 45)			
ОКМ МТФС	1 (11,1%)	9 (20,0%)	2,0	0,2–18,1	0,5375
ОКМ ПФС	0 (0,0%)	5 (11,0%)	2,6	0,1–50,8	0,5330
ОКМ ЛТФС	1 (11,1%)	4 (8,9%)	0,8	0,1–7,9	0,8341
ИСК МТФС	4 (44,4%)	33 (73,3%)	3,5	0,8–14,9	0,1000
ИСК ПФС	0 (0,0%)	3 (6,7%)	1,6	0,1–32,9	0,7733
ИСК ЛТФС	0 (0,0%)	6 (13,3%)	3,1	0,2–60,5	0,4507
Целостность хряща МТФС	5 (55,6%)	36 (80,0%)	3,2	0,7–14,4	0,1296
Целостность хряща ПФС	0 (0,0%)	4 (8,9%)	2,1	0,1–41,6	0,6374
Целостность хряща ЛТФС	0 (0,0%)	8 (17,8%)	4,3	0,2–81,4	0,3303
Периартикулярные кисты МТФС	3 (33,3%)	9 (20,0%)	0,5	0,1–2,4	0,3858
Периартикулярные кисты ПФС	1 (11,1%)	0 (0,0%)	0,1	0,1–1,7	0,0975
Периартикулярные кисты ЛТФС	0 (0,0%)	3 (6,7%)	1,6	0,1–32,9	0,7733
Остеофиты МТФС	1 (11,1%)	10 (22,2%)	2,3	0,3–20,5	0,4603
Остеофиты ПФС	1 (11,1%)	2 (4,4%)	0,4	0,1–4,6	0,4413
Остеофиты ЛТФС	0 (0,0%)	2 (4,4%)	1,1	0,1–24,6	0,9559
Изменения медиального мениска	4 (44,4%)	36 (80,0%)	5,0	1,1–22,5	0,0360
Изменения латерального мениска	0 (0,0%)	13 (28,9%)	7,9	0,4–145,4	0,1646
Изменения передней крестообразной связки	0 (0,0%)	9 (20,0%)	4,9	0,3–92,8	0,2853
Изменения задней крестообразной связки	1 (11,0%)	1 (2,2%)	0,2	0,1–3,2	0,2447
Изменения медиальной коллатеральной связки	0 (0,0%)	2 (4,4%)	1,1	0,1–24,6	0,9559
Изменения латеральной коллатеральной связки	0 (0,0%)	1 (2,2%)	0,6	0,1–16,9	0,7898
Наличие внутрисуставных тел	2 (22,2%)	5 (11,1%)	0,4	0,1–2,7	0,3749
Синовит	3 (33,3%)	35 (77,8%)	7,0	1,5–33,1	0,0141

ОКМ – отек костного мозга; ИСК – истончение субхондральной кости; МТФС – медиальный тibiо-феморальный сустав; ПФС – пателлофеморальный сустав; ЛТФС – латеральный тibiо-феморальный сустав; ДИ – доверительный интервал; ОШ – отношение шансов; ОА – остеоартрит; Ме – медиана.

Тест χ^2 рассчитан при значении в ячейке 5 и более.



Рис. 1. Фронтальная плоскость. PD+FS.

В проекции медиального мениска определяется патологический гиперинтенсивный МР-сигнал от дегенеративного повреждения, не достигающего до суставных поверхностей (стрелка)

Fig. 1. Frontal view. PD+FS. Medial meniscus projection demonstrates pathological hyperintensive MR-signal from degenerative lesion not reaching articular surfaces (arrow)



Рис. 2. Сагиттальная плоскость. T2-ВИ В полости коленного сустава и в супрапателлярной сумки визуализируется выраженное скопление жидкости (звездочка)

Fig. 2. Sagittal view. T2W. Knee joint cavity and suprapatellar bursa visualizes distinct fluid accumulation (asterisk)

Таблица 5/Table 5

Результаты логистической регрессии для МР-предикторов перехода рентгенонегативного гонартрита в рентгенопозитивную стадию

Logistical regression outcomes for MR predictors of x-ray negative gonarthrosis transition into x-ray positive stage

Показатель	Константа	Wald-тест	Значение p	ОШ	95% ДИ для ОШ	
					нижняя граница	верхняя граница
Изменения медиального мениска	1,231	2,531	0,112	3,423	0,752	15,594
Синозит	1,703	4,452	0,035	5,492	1,129	26,720

ДИ – доверительный интервал; ОШ – отношение шансов.

Таким образом, единственным значимым и независимым МР-предиктором прогрессирования ОА коленного сустава по результатам логистической регрессии послужило наличие синозита (ОШ = 5,49).

Оценка прогностической ценности модели приведена в таблице 6.

Чувствительность = $43/47 = 91,3\%$ (95% ДИ: 85,8–94,9).

Специфичность = $5/7 = 71,4\%$ (95% ДИ: 33,3–94,4).

Прогностическая ценность положительного результата = $43/45 = 95,6\%$ (95% ДИ: 89,6–99,1).

Прогностическая ценность отрицательного результата = $5/9 = 55,6\%$ (95% ДИ: 25,9–73,4).

Обсуждение

В настоящем исследовании проведена систематическая лонгитюдная оценка состояния коленных суставов при рентгенонегативном остеоартрите. Достоинством нашего когортного исследования мы считаем непосредственное

Таблица 6/Table 6

Чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результата модели для прогрессирования остеоартроза коленного сустава

Sensitivity, specificity, positive and negative prognostic value of the model or knee OA progression

Эмпирические случаи		Предсказанные случаи		Всего
		Синозит		
		да	нет	
Прогрессирование ОА	да	43	2	45
	нет	4	5	9
Всего		47	7	54

ОА – остеоартрит.

измерение эффекта (МР-предикторов), а также оценку непосредственной связи между фактором риска и исходом с четким определением причинно-следственной связи. Именно этот дизайн исследования дает возможность оценивать множественные показатели (исходы) и позволяет выявлять возможные предикторы. С точки зрения этичности такое исследование одно из самых безопасных, т.к. не влечет вмешательства со стороны исследователя [12]. Однако, несмотря на множественные преимущества, такой дизайн содержит ряд недостатков. Наше исследование содержало достаточно небольшое количество наблюдений при большом количестве событий, что существенно снизило статистическую мощность. Также в качестве слабой стороны нашего исследования следует отметить, что настоящая работа подразумевала исследование только одного коленного сустава по МРТ, наличие повышенного содержания жидкости в котором может быть вариантом нормы. Однако, согласно рекомендациям Ассоциации ревматологов России за 2015 г., при подозрении на наличие синовита рекомендовано проводить МРТ того сустава, где этот процесс локализуется без обязательного исследования контралатерального сустава [9].

К ограничениям исследования необходимо отнести достаточно молодой возраст 28,3 (95% ДИ: 19,4-37,3) в группе лиц без рентгенологического прогрессирования. В группе с прогрессией средний возраст был несколько выше – 41,7 лет (95% ДИ: 38,2–45,1), что не совсем типично для идиопатического ОА. Однако в ходе исследования была выявлена положительная корреляционная связь между возрастом и степенью выраженности болевого синдрома, что могло стать смешивающим фактором и повлиять на исход. Поэтому из дальнейшего анализа эти показатели были исключены. Другой слабой стороной исследования является то, что МРТ проводили без контрастного усиления, что могло повлиять на информативность (в первую очередь, небольшие изменения синовиальной оболочки при начальных признаках воспалительного процесса в суставе). Однако внутривенное усиление носит вспомогательный характер, может приводить к гипердиагностике, требует дополнительной подготовки, а также имеет строгие показания к проведению и не может рутинно применяться в практике. Этот вопрос служит предметом дальнейшей дискуссии и будет рассмотрен в последующих исследованиях.

При повторном рентгеновском исследовании около 80% случаев перешло в рентгенопозитивную форму ОА, то есть, клинические проявления ОА (критерии R. Altman) служат хорошим

предиктором перехода заболевания в рентгенопозитивную стадию даже при исходном отсутствии этих проявлений [13]. Фокус нашего исследования был направлен на маленькую группу без прогрессирования заболевания. Согласно данным протоколов МР-исследований, оцененных по методике WORMS, в этой группе достоверно реже встречали патологические изменения медиального мениска (44,4% против 80,0%) и признаки синовита (33,3% против 77,8%). Довольно устойчивым признаком ОА по МРТ было нарушение целостности хряща МТФС, которое встречалось более чем в половине случаев в группе без прогрессирования заболевания и у 80% пациентов в группе с прогрессированием, однако статистически значимого различия между этими группами не было выявлено. Другие изменения встречались примерно с одинаковой частотой в обеих группах, и они, по-видимому, не имеют существенного прогностического значения.

При проведении регрессионного анализа в ходе исследования было показано, что наиболее значимым предиктором перехода рентгенологической нулевой стадии в первую по Kellgren – Lawrence, по данным МРТ, служит наличие синовита. Следует отметить, что для оценки связи между переменными-предикторами и бинарной переменной отклика мы использовали логистическую регрессию, которая является более традиционным методом анализа. В дальнейших исследованиях, в которых используется небольшое число наблюдений мы бы рекомендовали использовать метод псевдорандомизации [6].

Ряд исследователей на моделях рентгенопозитивного ОА показали в своих работах, что наличие вторичного синовита при ОА, в частности, коленных суставов, может существенно коррелировать со скоростью дегградации хрящевой ткани [10, 14, 22]. В исследовании 188 пациентов с ОА, средний возраст которых составил 70 лет, J. Ledingham с соавторами показали, что синовит значимо ассоциирован с прогрессированием гонартроза [21].

Похожие результаты были продемонстрированы в работе X. Ayalá с соавторами, которые выполняли артроскопическое исследование пораженных ОА коленных суставов у 422 пациентов. У больных с наличием синовита в начале наблюдения скорость дегградации суставного хряща медиальных отделах была более выражена через год после проведения контрольного обследования [14]. По мнению некоторых авторов, воспаление синовиальной оболочки (синовит) можно рассматривать в качестве предиктора дегградации суставного хряща [14, 19].

Другие выводы были получены в ходе лонгитюдного исследования С.Л. Hill с соавторами (период наблюдения 30 мес.), где были проанализированы данные 270 протоколов МРТ (158 мужчин и 112 женщин, средний возраст 66,7 года). Результаты работы доказали, что наличие синовита положительно коррелирует только с выраженностью болевого синдрома в суставе и не связано с потерей хряща в тибioфemorальном и пателлофemorальном суставах [19].

В нашем исследовании у 36 (80,0%) пациентов в группе с прогрессированием ОА регистрировались патологические изменения в медиальном мениске. Роль патологии мениска в патологическом процессе потери хрящевой массы при ОА достаточно широко обсуждалась в ряде публикаций. В работе С. Ding с соавторами радиальные разрывы мениска были названы главным фактором риска развития ОА у лиц без признаков заболеваний коленного сустава, причем у пациентов с гонартритом эти изменения коррелируют с большим риском прогрессирования заболевания [17]. Существует гипотеза прямого протективного действия мениска на хрящ за счет снижения нагрузки на поверхность хряща. При наличии дегенеративных изменений в суставе мениски защищают хрящ до тех пор, пока они остаются в неповрежденном состоянии. Так, согласно данным Н.Г. Кашеваровой с соавторами, локальные повреждения мениска могут приводить к образованию поверхностных дефектов суставного хряща, вследствие чего происходит потеря его объема и изменения костной структуре, в первую очередь, в субхондральных отделах, что приводит к прогрессированию ОА [7]. Однако наше исследование не подтверждает эту гипотезу, так как, несмотря на достаточно высокий показатель ОШ = 3,42, статистически значимого уровня оно не достигло ($p = 0,112$). Вероятно, такой результат связан с недостаточной мощностью исследования. Также следует отметить, что в работах, где повреждение медиального мениска было ассоциировано с риском прогрессирования ОА, авторы рассматривали только рентгенопозитивные формы ОА [15, 20].

С позиции современной ревматологии, ОА и ревматоидный артрит имеют схожие патогенетические механизмы, являются проявлением системного процесса [16], драйвером которого служит хроническое воспаление. С конца прошлого года в России введен новый термин «остеоартрит» вместо употребляемого ранее термина «остеоартроз», что в очередной раз подтверждает положение о значимой роли воспаления в развитии дегенеративно-воспалительных заболеваний костно-суставной системы с позиций современных патогенетических механизмов [9].

Следует особо отметить, что присутствие избыточного количества жидкости в полости коленного сустава и наличие утолщения синовиальной оболочки по данным МРТ не являются обязательным условием наличия синовита, который требует морфологического подтверждения [23]. Тем не менее, ряд исследователей объединяют эти понятия как «синовит» [16, 19], поэтому мы сочли возможным использовать в статье данный термин. В настоящее время планируется исследование с артроскопическим и патогистологическим подтверждением данных МРТ.

До настоящего времени, несмотря на достаточно большое количество проведенных исследований по поиску факторов риска развития и прогрессирования ОА суставов, не удалось найти такой единственный критерий. Вероятно, это может быть связано с тем, что факторы риска прогрессирования определяли изолированно, с применением ограниченных клинических данных или инструментальных исследований без учета их комплексности. Работа по поиску таких факторов риска прогрессирования ОА нуждается в дальнейшем изучении.

Заключение

Наиболее значимым качественным предиктором прогрессирования ОА при рентгенологически нулевой степени на основании МРТ коленного сустава по методике WORMS стало наличие синовита, который в 5,5 раз увеличивает риск прогрессирования ОА и перехода его из рентгенонегативной стадии в рентгенологическую позитивную первую стадию в течение года.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Алексеева Л.И., Остеоартроз: диагностика и лечение (национальные рекомендации по диагностике и лечению остеоартроза). М.; 2015. 26 с.
2. Бадюкин В.В., Ревматология. Клинические лекции. М.; 2014. 592 с.
3. Беневоленская Л.И., Бржезовский М.М. Эпидемиология ревматических болезней. М.; 2012. 237 с.
4. Гржибовский А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения). *Экология человека*. 2008;(6):58-68.
5. Гржибовский А.М. Корреляционный анализ. *Экология человека*. 2008;(9):50-60.
6. Гржибовский А.М., Иванов С.В., Горбатова М.А., Дюсюпов А.А. Использование псевдорандомизации (propensity score matching) для устранения систематических различий сравниваемых групп в наблюдательных исследованиях с дихотомическим исходом. *Экология человека*. 2016;(5):50-64.

7. Кашеварова Н.Г., Алексеева Л.И. Факторы риска прогрессирования остеоартроза коленных суставов. *Научно-практическая ревматология*. 2014;52(5):553-561. DOI: 10.14412/1995-4484-2014-553-561.
8. Насонов Е.Л., Насонова В.А. Ревматология: национальное руководство. М.; 2014. 720 с.
9. Наумов А.В., Алексеева Л.И., Верткин А.Л. Ведение больных с остеоартритом и коморбидностью в общей врачебной практике. Клинические рекомендации консенсуса экспертов Российской Федерации. М.; 2015. 38 с.
10. Олюнин Ю.А. Хронический синовит в ревматологии. Оценка активности и тактика лечения. *Русский медицинский журнал*. 2013;(21):304-309.
11. Холматова К.К., Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Классификация научных исследований в здравоохранении. *Экология человека*. 2016;(1):57-64.
12. Холматова К.К., Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Особенности применения когортных исследований в медицине и общественном здравоохранении. *Экология человека*. 2016;(4):56-64.
13. Altman R., Alarcón G., Appelrouth D., Bloch D., Borenstein D., Brandt K., Brown C., Cooke T.D., Daniel W., Gray R. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip. *Arthritis Rheum*. 1991;(34):505-514.
14. Ayril X., Pickering E.H., Woodworth T.G., Mackillop N., Dougados M. Synovitis: a potential predictive factor of structural progression of medial tibiofemoral knee osteoarthritis – results of a 1 year longitudinal arthroscopic study in 422 patients. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005;(13):361-367.
15. Biswal S., Hastie T., Andriacchi T.P., Bergman G.A., Dillingham M.F., Lang P. Risk factors for progressive cartilage loss in the knee: a longitudinal magnetic resonance imaging study in forty-three patients. *Arthritis Rheum*. 2002;46(11):2884-2892.
16. Claire Y.J., Wenham and Philip G. Conaghan The role of synovitis in osteoarthritis. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*. 2010;2(6):349-359. DOI: 10.1177/1759720X10378373.
17. Ding M., Danielsen C.C., Hvid I. Bone density does not reflect mechanical properties in early-stage arthrosis. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(2):181-185.
18. Felson D.T., Lynch J., Guermazi A., Roemer F.W., Niu J., McAlindon T., Nevitt M.C. Comparison of BLOKS and WOMBS scoring systems part II. Longitudinal assessment of knee MRIs for osteoarthritis and suggested approach based on their performance: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010;18(11):1402-1407. DOI: 10.1016/j.joca.2010.06.016.
19. Hill C.L., Hunter D.J., Niu J., Clancy M., Guermazi A., Genant H., Gale D., Grainger A., Conaghan P., Felson D.T. Synovitis detected on magnetic resonance imaging and its relation to pain and cartilage loss in knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2007;66(12):1599-1603.
20. Hunter D.J., Zhang Y.Q., Niu J.B., Tu X., Amin S., Clancy M., Guermazi A., Grigorian M., Gale D., Felson D.T. The association of meniscal pathologic changes with cartilage loss in symptomatic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2006;(4):795-801.
21. Ledingham J., Regan M., Jones A., Doherty M. Factors affecting radiographic progression of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1995;54(1):53-58.
22. Pelletier J.P., Raynauld J.P., Berthiaume M.J., Abram F., Choquette D., Haraoui B., Beary J.F., Cline G.A., Meyer J.M., Martel-Pelletier J. Risk factors associated with the loss of cartilage volume on weight-bearing areas in knee osteoarthritis patients assessed by quantitative magnetic resonance imaging: a longitudinal study. *Arthritis Res Ther*. 2007;9(4):R74.
23. Pessis E., Drape J.L., Ravaud P., Chevrot A., Ayril M.D.X. Assessment of progression in knee osteoarthritis: results of a 1 year study comparing arthroscopy and MRI. *Osteoarthritis Cartilage*. 2003;11(5):361-369.
24. Peterfy C.G., Guermazi A., Zaim S., Tirman P.F.J., Miaux Y., White D., Kothari M., Lu Y., Fye K., Zhao S., Genant H.K. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2004; 12(3):177-190.

References

1. Alekseyeva L.I. [Osteoarthritis; diagnosis and treatment (national recommendations for diagnosis and treatment of osteoarthritis)]. Moscow; 2015. (in Russian).
2. Badokin V.V. [Rheumatology. Clinical lectures]. Moscow. 2014. 592 p. (in Russian).
3. Benevolenskaya L.I., Brzhezovskiy M.M. [Epidemiology of Rheumatological diseases]. Moscow; 2012. 237 p. (in Russian).
4. Grjibovski A.M. [Analysis of nominal data (independent observations)]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2008;(6):58-68. (in Russian).
5. Grjibovski A.M. [Correlation analysis]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2008;(9):50-60. (in Russian).
6. Grjibovski A.M., Ivanov S.V., Gorbatoва M.A., Dyussupov A.A. [Propensity Score Matching as a Modern Statistical Method for Bias Reduction in Observational Studies with Binary Outcome]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2016;(5):50-64. (in Russian).
7. Kashevarova N.G., Alekseeva L.I. [Risk factors of the knee osteoarthritis progression]. *Nauchno-prakticheskaja revmatologija [Rheumatology Science and Practice]*. 2014;5(52):553-561. (in Russian). DOI: 10.14412/1995-4484-2014-553-561.
8. Nasonov Ye.L., Nasonova V.A. [Rheumatology; the national recommendations] *Revmatologiya: natsional'noye rukovodstvo*. Moscow; 2014. 720 p. (in Russian).
9. Naumov A.V., Alekseeva L.I., Vertkin A.L. [The management of patients of osteoarthritis and comorbidity for general practitioners]. Moscow. 2015. 38 p. (in Russ.).
10. Olyunin Yu.A. [The chronic synovitis in Rheumatology]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal [Russian medical journal]*. 2013;(21):304-309. (in Russian).
11. Kholmatoва K.K., Kharkovskaya O.A., Grjibovski A.M. [Types of research in health science]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2016;(1):57-64. (in Russian).
12. Kholmatoва K.K., Kharkovskaya O.A., Grjibovski A.M. [Cohort studies in medicine and public health]. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2016;(4):56-64. (in Russian).
13. Altman R., Alarcón G., Appelrouth D., Bloch D., Borenstein D., Brandt K., Brown C., Cooke T.D., Daniel W., Gray R. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip. *Arthritis Rheum*. 1991;34:505-514.
14. Ayril X., Pickering E.H., Woodworth T.G., Mackillop N., Dougados M. Synovitis: a potential predictive factor of structural progression of medial tibiofemoral knee osteoarthritis – results of a 1 year longitudinal arthroscopic study in 422 patients. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005;(13):361-367.
15. Biswal S., Hastie T., Andriacchi T.P., Bergman G.A., Dillingham M.F., Lang P. Risk factors for progressive cartilage loss in the knee: a longitudinal magnetic resonance

- imaging study in forty-three patients. *Arthritis Rheum.* 2002;46(11):2884-2892.
16. Claire Y.J., Wenham, Philip G. Conaghan. The role of synovitis in osteoarthritis. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease.* 2010;2(6):349-359. DOI: 10.1177/1759720X10378373.
 17. Ding M, Danielsen CC, Hvid I. Bone density does not reflect mechanical properties in early-stage arthrosis. *Acta Orthop Scand.* 2001;72(2):181-185.
 18. Felson D.T, Lynch J., Guermazi A., Roemer F.W., Niu J., McAlindon T., Nevitt M.C. Comparison of BLOKS and WOMBS scoring systems part II. Longitudinal assessment of knee MRIs for osteoarthritis and suggested approach based on their performance: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(11):1402-1409. DOI: 10.1016/j.joca.2010.06.016.
 19. Hill C.L., Hunter D.J., Niu J., Clancy M., Guermazi A., Genant H., Gale D., Grainger A., Conaghan P., Felson D.T. Synovitis detected on magnetic resonance imaging and its relation to pain and cartilage loss in knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2007;66(12):1599-1603.
 20. Hunter D.J., Zhang Y.Q., Niu J.B., Tu X., Amin S., Clancy M., Guermazi A., Grigorian M., Gale D., Felson D.T. The association of meniscal pathologic changes with cartilage loss in symptomatic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2006;49(4):795-801.
 21. Ledingham J., Regan M., Jones A., Doherty M. Factors affecting radiographic progression of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1995;54(1):53-58.
 22. Pelletier J.P., Raynaud J.P., Martel-Pelletier J., Labonté F., Beaudoin G., Bloch D.A., Choquette D., Haraoui B., Altman R.D., Hochberg M., Meyer J.M., Cline G.A., Berthiaume M.J. Risk factors associated with the loss of cartilage volume on weight-bearing areas in knee osteoarthritis patients assessed by quantitative magnetic resonance. *Arthritis Res Ther.* 2007;9(4):R74.
 23. Pessis E., Drape J.L., Ravaut P., Chevrot A., Ayral M.D.X. Assessment of progression in knee osteoarthritis: results of a 1 year study comparing arthroscopy and MRI. *Osteoarthritis Cartilage.* 2003;11(5):361-369.
 24. Peterfy C.G., Guermazi A., Zaim S., Tirman P.F.J., Miaux Y., White D., Kothari M., Lu Y., Fye K., Zhao S., Genant H.K. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2004;12(3):177-190.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Макарова Мария Васильевна – канд. мед. наук, ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»; заведующая отделением лучевой диагностики № 1 ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич»

Вальков Михаил Юрьевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»

Валькова Людмила Евгеньевна – ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»

Ревчук Александр Степанович – ассистент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»; врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУ АО «Архангельский клинический онкологический диспансер»

Агапитов Андрей Васильевич – врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ, ГБУЗ АО «Архангельская областная клиническая больница»

Черных Игорь Анатольевич – заведующий отделением КТ и МРТ ГБУЗ АО «Городская клиническая больница № 1 им. Е.Е. Волосевич»

Парфенова Анастасия Рудольфовна – заведующая отделением радионуклидной диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУ АО «Архангельский клинический онкологический диспансер»

Гржибовский Андрей Мечиславович – д-р мед. наук, профессор, старший советник Норвежского института общественного здоровья; профессор Международного Казахско-Турецкого университета им. Х.А. Ясави; научный советник, руководитель научно-исследовательской практики ГОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Maria V. Makarova – Cand. Sci. (Med.), the Assistant of the Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Oncology, Northern State Medical University; Head of the Radiology Department N 1 the First City Clinical Hospital of E.E. Volosevich

Mikhail Yu. Valkov – Dr. Sci. (Med.), Professor, the Head of the Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Oncology, Northern State Medical University

Ludmila E. Valkova – the Assistant of the Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Oncology, Northern State Medical University

Alexander S. Revchuk – the Assistant of the Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Oncology, Northern State Medical University; Radiologist, Arkhangelsk Regional Oncological Center

Andrey V. Agapitov – Radiologist the Department of CT and MRI, Arkhangelsk Regional Hospital

Igor' A. Chernyh – Head of the Department of CT and MRI, the First City Clinical Hospital of E.E. Volosevich

Anastasia R. Parfenova – the Head of the Department of the Radio-Nuclear Diagnosis, Arkhangelsk Regional Oncological Center

Andrej M. Grzibowski – Dr. Sci. (Med.), Professor, Senior Advisor of Norwegian Institute of Public Health; Professor of Yasavi International Kazakh-Turkish University; Research Advisor and Head of Research Practice in Northern State Medical University

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ БОЛЕВОГО СИНДРОМА В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

А.В. Сараев¹, М.Ф. Линдберг^{3,4}, К. Гэй^{3,5}, Л.А. Росселэнд^{4,6}, А. Лердал^{3,4}, Н.Н. Корнилов^{1,2}, Т.А. Куляба¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

² ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

³ Госпиталь Лувизенберг Диаконале, 0440, Осло, Норвегия

⁴ Институт клинической медицины Университета Осло, 0316, Осло, Норвегия

⁵ Калифорнийский университет, Сан-Франциско, СА 94143-0606, США

⁶ Клиника Университета Осло, 0424, Осло, Норвегия

Реферат

Цель исследования – установить взаимосвязь комплекса социально-демографических, когнитивных, клинических и хирургических факторов с интенсивностью и динамикой болевого синдрома в течение первых трех суток после тотального эндопротезирования коленного сустава.

Материал и методы. В исследование было включено 100 больных гонартрозом, госпитализированных для первичного тотального эндопротезирования коленного сустава. Женщин было 93 (93%), мужчин – 7 (7%). Средний возраст пациентов составил $63,5 \pm 7,8$ лет. С использованием специализированных тестов перед проведением хирургического вмешательства проведена детализированная оценка различных показателей болевого синдрома, выраженности клинических проявлений гонартроза и функционального состояния коленного сустава, параметров повседневной двигательной активности и качества жизни пациентов, а также особенностей сопутствующих заболеваний. Отдельно были проанализированы переменные физические, биохимические и хирургические параметры периоперационного периода. Суточная динамика изменения характеристик послеоперационного болевого синдрома исследована с использованием индивидуальных дневников как при разных видах нагрузок, так и в покое.

Результаты. Все анализируемые показатели болевого синдрома прогрессивно уменьшались в течение трех дней после операции ($p < 0,001$), в том числе ежедневная продолжительность умеренной и сильной боли ($p < 0,001$). У женщин болевой синдром был более выражен, чем у мужчин ($p = 0,009$). Из проанализированных предоперационных факторов статистически значимая положительная взаимосвязь была продемонстрирована для уровня тревожности ($p = 0,029$), интенсивности болевого синдрома ($p = 0,029$) и высокого уровня двигательной активности пациента ($p = 0,012$). Среди периоперационных факторов только продолжительность вмешательства более 90 мин коррелировала с интенсивностью боли ($p = 0,008$). Характеристики послеоперационного болевого синдрома не зависели от уровня образования пациента, социального или семейного статуса, вида занятости, особенностей образа жизни, а также каких-либо других клинических или лабораторных переменных.

Заключение. Из многочисленных факторов, которые ассоциированы с уровнем послеоперационного болевого синдрома, только пол, тревожность и более высокий уровень предоперационной боли оказались статистически значимыми. Среди периоперационных факторов следует выделить продолжительность операции, которая зависела от вида имплантата и была статистически значимо ассоциирована с высоким уровнем послеоперационной боли.

Ключевые слова: болевой синдром, эндопротезирование коленного сустава.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.

Сараев А.В., Линдберг М.Ф., Гэй К., Росселэнд Л.А., Лердал А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Факторы, влияющие на интенсивность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде после тотальной артропластики коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):45-58. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.

Cite as: Saraev A.V., Lindberg M.F., Gay C., Rosseland L.A., Lerdal A., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. [What Influence on Early Postoperative Pain Intensity after Total Knee Arthroplasty?]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1): 45-58. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.

Сараев Александр Викторович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Alexander V. Saraev, 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: saraeff@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 28.02.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 04.03.2017.

What Influence on Early Postoperative Pain Intensity after Total Knee Arthroplasty?

A.V. Saraev¹, M.F. Lindberg^{3,4}, C. Gay^{3,5}, L.A. Rosseland^{4,6}, A. Lerdal^{3,4},
N.N. Kornilov^{1,2}, T.A. Kulyaba¹

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

² Mechnikov North-Western State Medical University, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia

³ Lovisenberg Diakonale Hospital, 0440 Oslo, Norway

⁴ Institute of Clinical Medicine, University of Oslo, 0316 Oslo, Norway

⁵ University of California, San Francisco, CA 94143-0606, USA

⁶ Oslo University Hospital, 0424 Oslo, Norway

Abstract

Purpose – to describe the relationship of selected socio-demographic, clinical, and surgical factors with the severity and patterns of postoperative pain during the first three days following total knee arthroplasty.

Material and methods. The sample included 100 patients (93 women and 7 men; mean age 63.5±7.8 years) with osteoarthritis admitted for primary total knee arthroplasty. Prior to surgery, standard measures were used to assess preoperative pain and other symptoms, clinical manifestations of osteoarthritis, functional status of the knee, comorbidities, functional abilities, quality of life, and other patient characteristics. Physical, biochemical and surgical parameters of the perioperative period were also recorded. Patterns of daily changes in postoperative pain characteristics were investigated with the use of individual diaries.

Results. All the analyzed indicators of postoperative pain progressively decreased during the three days after surgery ($p < 0,001$), including the number of daily hours of moderate to severe pain ($p < 0,001$). Pain levels were generally higher among women than among men ($p = 0,009$). Of the analyzed preoperative factors, higher levels postoperative pain were correlated with higher levels of anxiety ($p = 0,029$) and preoperative pain intensity ($p = 0,029$). Among the perioperative factors, surgery duration longer than 90 minutes was associated with higher levels of postoperative pain in activity ($p = 0,012$) and more hours of moderate/severe pain ($p = 0,008$). Characteristics of postoperative pain were unrelated to level of patient education, social or family status, employment, lifestyle, or any other clinical or laboratory variables.

Conclusion. Of the many factors previously associated with postoperative pain, only gender, anxiety and level of preoperative pain confirmed their importance in this study. Among the perioperative factors, surgery duration, which varied by the type of implant, was significantly associated with postoperative pain levels.

Keywords: knee arthroplasty, postoperative pain.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Эндопротезирование коленного сустава сопровождается выраженным болевым синдромом в послеоперационном периоде по сравнению с другими ортопедическими операциями, например, артропластикой тазобедренного сустава [7]. Несмотря на применение мульти-модальных схем обезболивания, локальной инфльтрационной анальгезии, продленной эпидуральной анестезии, непрерывных или однократных блокад периферических нервов и использование криотерапии, уровень болевого синдрома у пациентов в послеоперационном периоде варьируется [8]. Около половины пациентов испытывают умеренную или даже сильную боль в первые дни после операции, которая усиливается с началом реабилитационного лечения [32, 33]. Эффективный контроль болевого синдрома важен для оптимизации процесса восстановления пациента, повышения его удовлетворенности конечным результатом и сокращения продолжительности госпитализации, а значит и затрат на лечение [17].

В последнее десятилетие отмечается высокий интерес исследователей к когнитивным и эмоциональным характеристикам пациентов, которые вместе с такими факторами, как возраст, пол, этническая принадлежность, уровень предоперационной боли и продолжительность ожидания операции, могут быть ассоциированы с высоким уровнем острой и хронической боли после тотального эндопротезирования коленного сустава [25, 31, 35]. Кроме того, авторы показали, что такие отклонения психического состояния, как повышенная тревожность, депрессия, нарушение сна, катастрофизация боли, чрезмерная настороженность и субъективно воспринимаемая несправедливость, также оказывают влияние на формирование высокого уровня болевого синдрома после операции [1, 2, 13, 23, 36].

Противоречивость опубликованных в зарубежной литературе данных и отсутствие отечественных исследований, посвященных этому актуальному аспекту современной ортопедии, побудили нас к проведению комплексного анализа взаимосвязи различных социально-

демографических, когнитивных, клинических и хирургических факторов с интенсивностью и динамикой болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде после тотального эндопротезирования коленного сустава.

Материал и методы

В проспективное исследование было последовательно включено 100 пациентов европеоидной расы с гонартрозом, поступивших в клинику РНИИТО им Р.Р. Вредена для первичного неосложненного тотального эндопротезирования коленного сустава. Демографические, клинические и хирургические характеристики выборки приведены в таблице 1. Следует отметить, что в основном в исследовании приняли участие женщины (93%), а средний возраст пациентов составил $63,5 \pm 7,8$ лет.

Критериями включения в исследование послужили возраст старше 18 лет; способность к чтению, письму и пониманию русского языка; наличие клинико-рентгенологических показаний к первичному тотальному эндопротезированию коленного сустава. Критерии исключения: планирование одномышечного эндопротезирования; ранее проведенное замещение контралатерального коленного сустава; обширные костные дефекты, требующие возмещения модульными блоками или костными трансплантами; несостоятельность коллатеральных связок; декомпенсированная фронтальная деформация, превышающая 30° ; рекурвация в коленном суставе более 15° ; костный или фиброзный анкилоз; внесуставная деформация бедренной или большеберцовой кости в более, чем одной плоскости, и более 10° ; несостоятельность разгибательного аппарата; анкилоз тазобедренного сустава.

Пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Дооперационную боль оценивали за день до операции, а острую послеоперационную боль оценивали по дневникам боли, которые заполняли пациенты каждый вечер, начиная со дня операции (день 0) и до третьего послеоперационного дня.

С использованием специализированных тестов накануне операции изучали различные показатели болевого синдрома, выраженность других клинических симптомов гонартроза, функциональное состояние коленного сустава, параметры повседневной двигательной активности и качество жизни пациентов, особенности сопутствующих заболеваний, социально-демографические характеристики, а также особенности когнитивного и психологического статуса пациентов.

Анестезиологическое пособие и хирургическая техника, также как и послеоперационное обезболивание, были стандартизированы. Всем

пациентам были имплантированы цементные несвязанные протезы с сохранением или замещением задней крестообразной связки. Гемостатический жгут был использован во время операции в 21% случаев. Жгут не применялся, если у пациентов были выявлены варикозная болезнь вен, атеросклероз периферических артерий, сахарный диабет, факторы, повышающие риск развития венозной тромбоэмболии, и ожирение 3 степени. Во время операции у всех пациентов был использован медиальный парapatеллярный доступ без вывиха и замещения суставной поверхности надколенника [30]. Во всех наблюдениях использовалось активное дренирование послеоперационной раны с удалением дренажа на следующий день после операции.

Спинальная анестезия в сочетании с внутривенной седацией была применена во всех случаях, кроме одного, когда у пациента был отмечен неполный эффект после проведения спинномозговой анестезии, в связи с чем был использован эндотрахеальный наркоз.

Для купирования болевого синдрома в послеоперационном периоде все пациенты со дня операции до выписки получали кетопрофен по 100 мг 3 раза в день внутримышечно. Если в день операции это не обеспечивало адекватного анальгезирующего эффекта, препаратом выбора второй ступени был тримеперидин (Промедол) – 0,01 мг внутримышечно однократно. На второй и третий дни препаратом выбора второй ступени был трамадол – 100 мг внутримышечно дважды в день или комбинация парацетамола и трамадола (Залдиар) – 1 таблетка каждые 6 часов. Подобный подход к купированию болевого синдрома является стандартом общепринятой практики в нашей клинике на протяжении последних лет.

Мобилизация пациента и восстановительное лечение также были стандартизированы. После операции пациенты несколько часов проводили в палате интенсивной терапии, после чего их переводили в отделение с рекомендациями оставаться в постели до утра следующего дня. Начиная с первого дня после операции, врачом ЛФК выполнялись мобилизация, вертикализация и обучение ходьбе на костылях с частичной нагрузкой на оперированную нижнюю конечность. В последующие дни пациенты ежедневно несколько раз в сутки проходили курс восстановительного лечения, который включал ходьбу по прямой поверхности и лестнице, а также упражнения, направленные на увеличение амплитуды движения в коленном суставе. Большинство больных были выписаны на 7-й день после операции.

Таблица 1 / Table 1
Характеристика пациентов и их взаимосвязь с болевым синдромом со дня операции (день 0) по третий день послеоперационного периода / Sample Characteristics and their Relationship to Pain on Postoperative Days 0 to 3

Параметр	Среднее значение (SD)	% (n)	Взаимосвязь сильной боли с активностью (<0,10)	Взаимосвязь времени (в часах) с умеренной и сильной болью (<0,10)
Демографические характеристики				
Возраст (от 47 до 81 года)	63,5 (7,8)		Нет (считая пороговой точкой 65 лет)	Нет (считая пороговой точкой 65 лет)
Пол		7% (7)	Болевой синдром больше был выражен у женщин ($p = 0,052$)	Болевой синдром был продолжительнее у женщин ($p = 0,032$).
Мужской		93% (93)		
Женский		18% (18)	Нет	Нет
Проживание		58% (58)		
Живет один (одна)		24% (24)	Нет	Нет
Живет с супругой (супругом)		45% (45)		
Живет с другими		55% (55)	Нет	Нет
Образование		24% (24)		
Среднее образование		76% (76)	Нет	Нет
Высшее образование				
Занятость				
Оплачиваемая работа или свой бизнес				
Не работает или пенсионер				
Предоперационные клинические характеристики				
EQ VAS health-related quality of life (шкала 0 – 100)	55,6 (15,6)		Здоровые пациенты ощущали более выраженную боль ($p = 0,061$)	Нет
<80		88% (88)		
Fatigue Severity Scale (шкала 1–7)	3,17 (1,66)		Нет (используя пороговые точки 4 или 5)	Нет (используя пороговые точки 4 или 5)
≥5		14% (14)		
≥4		28% (28)		
Pittsburgh Sleep Quality Index	8,35 (3,50)		Нет (используя пороговую точку 5)	Нет (используя пороговую точку 5)
>5		73% (73)		
HADS Depression Subscale	6,12 (4,03)		Нет	Нет
0–8 (нет)		70% (70)		
9–10 (легкая)		17% (17)		
>10 (умеренная / сильная)		13% (13)		

HADS Anxiety Subscale 0–8 (нет) 9–10 (легкая) >10 (умеренная / тяжелая)	7,34 (4,18)	61% (61) 20% (20) 19% (19)	Взаимосвязь тревожности и времени, $p = 0,034$ (пациенты с высокой тревожностью сообщили о более выраженном болевом синдроме в день 0, но не в последующие)	Основное влияние тревожности, $p = 0,029$; взаимосвязь тревожности и времени, $p = 0,046$ (пациенты с высокой тревожностью сообщили о большей продолжительности боли, особенно в день 0 и в 1 день после операции)
BPI Average preoperative pain rating (шкала 0–10) ≥4 (умеренная или сильная боль) ≥7 (сильная боль)	4,76 (2,54)	67% (67) 24% (24)	Нет (используя пороговые точки 4 или 7)	Значимый эффект для предоперационной боли ≥ 4 , $p = 0,029$ (пациенты с большей предоперационной болью сообщили о большей продолжительности боли в послеоперационном периоде).
IADL (шкала 0–8) ($n = 95$)*	6,43 (1,10)		Нет	Нет
KSS Knee Score (шкала 0–100)	33,5 (20,3)		Нет	Нет
KSS Functionscore (шкала 0–100)	45,2 (17,1)		Нет	Нет
Операционные характеристики				
Анестезия				
Спинальная с седацией		99% (99)	Не анализировалось	Не анализировалось
Эндотрахеальный наркоз		1% (1)		
Время операции в минутах (50–210)	95,6 (23,6)		Болевой синдром был выше, если операция длилась >90 мин, $p = 0,012$	Продолжительность (в часах) болевого синдрома была дольше, если операция длилась >90 мин, $p = 0,008$
Тип импланта				
Sigma (De Puy Johnson & Johnson)		43% (43)	Нет	Продолжительность (в часах) болевого синдрома была меньше при использовании чаще имплантируемых систем (Sigma и AGC), $p = 0,060$
AGC (Zimmer Biomet)		34% (34)		
LCS (De Puy Johnson & Johnson)		14% (14)		
Scorpio NRG (Stryker)		5% (5)		
NexGen (Zimmer Biomet)		4% (4)		
Использование жгута		21% (21)	Нет	Нет
Кровопотеря, мл	341,7 (183,2)		Нет	Продолжительность болевого синдрома была немного дольше у пациентов с кровопотерей, превышающей 300 мл ($p = 0,085$)

Окончание таблицы 1 / Table 1

Параметр	Среднее значение	% (n)	Взаимосвязь сильной боли с активностью (<0,10)	Взаимосвязь времени (в часах) с умеренной и сильной болью (<0,10)
Гемоглобин, г/л				
Женщины (n = 93)				
до операции (% (n) <120)	128,6 (12,0)	26% (24)	Болевой синдром был более выражен у пациентов с гемоглобином выше 120 в предоперационном периоде (p = 0,086), когда в исследовании принимали участие только женщины (p = 0,039).	Продолжительность болевого синдрома была чуть дольше у пациентов с гемоглобином выше 120 в предоперационном периоде (p = 0,071), когда в исследовании принимали участие только женщины (p = 0,045).
день 0 в 20:00 (% (n) <120)	106,9 (11,7)	89% (83)	Не обнаружены различия в уровне послеоперационного гемоглобина, однако количество наблюдений с нормальным уровнем гемоглобина после операции было малым	Не обнаружены различия в уровне послеоперационного гемоглобина, однако количество наблюдений с нормальным уровнем гемоглобина после операции было малым
день 4 (% (n) <120)	99,0 (13,4)	92% (86)		
Мужчины (n = 7)				
до операции (% (n) <120)	139,1 (12,3)	0% (0)		
день 0 в 20:00 (% (n) <120)	110,1 (11,9)	71% (5)		
день 4 (% (n) <120)	106,4 (14,4)	86% (6)		
C-реактивный белок до операции, мг/л	4,07 (5,40)		Нет	Нет
≥5		24% (24)		
Креатинин до операции, мкМ/л				
Женщины (n = 93) (% (n) <44)	63,9 (16,5)	5% (5)	Нет	Нет
Мужчины (n = 7) (% (n) <44)	79,8 (15,7)	0% (5)		
Количество дней госпитализации				
До операции	7,2 (4,1)		Нет	Нет
После операции	9,2 (2,4)			
Всего дней	16,4 (4,3)			

Определена взаимосвязь боли с каждой переменной. При повторном анализе боли при активности и продолжительности (в часах) использовались только показатели умеренной и сильной боли. Переменные гендерных различий оценивались как с мужчинами, так и без них.

* У пяти пациентов отсутствовал общий балл по IADL, так как они ответили «не распространяется» более чем в 2 пунктах IADL.

Для клинической и периоперационной характеристики пациентов использовалась шкала Американского общества анестезиологов (American Society of Anesthesiologists – ASA) [20], а также выкопировка из истории болезни данных о длительности операции, продолжительности использования жгута, сопутствующих заболеваниях и степени их выраженности, предоперационном артериальном давлении, уровне гемоглобина, С-реактивного белка, креатинина и прочих лабораторных показателей.

Предоперационный уровень боли и его влияние на функцию коленного сустава оценивали с помощью краткого опросника боли (The Brief Pain Inventory – BPI) [5]. Русская версия BPI имеет устоявшуюся психометрическую достоверность и надежность [12]. Для анализа уровень болевого синдрома был классифицирован по Numeric Rating Scale (NRS): низкий уровень боли – 0–3 балла; средний – 4–6 баллов и сильный – ≥ 7 баллов. Острую послеоперационную боль оценивали с помощью специального дневника, отражающего шесть различных аспектов боли: наименьшую, среднюю, наивысшую силу болевых ощущений, уровень и продолжительность болевого синдрома как в состоянии покоя, так и при двигательной активности. Дневник заполнялся пациентом, начиная со дня операции (день 0) до третьего послеоперационного дня. Для градуации использовалась NRS в пределах от 0 (нет боли) до 10 (максимальный уровень боли). Длительность болевого синдрома определялась количеством часов в день.

Для оценки степени тревожности и депрессии использовали опросник The 14-item Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) [38], для оценки нарушений сна – Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). Опросник The 7-item Fatigue Severity Scale (FSS-7), обладающий хорошими психометрическими показателями среди взрослых пациентов с различными заболеваниями, применяли для оценки усталости [16]. The American Knee Society Score и Function Score (KSS) были использованы для оценки функции коленного сустава [10]. Оценка способности пациентов выполнять повседневные двигательные задачи проводилась при помощи опросника The Lawton Instrumental Activities of Daily Living (IADL) [15]. Качество жизни анализировалось на основании заполнения шкалы EQ-5D-3L [4].

Методы статистического анализа. Для анализа предоперационных демографических и клинических характеристик использовали методы описательной статистики и анализировали частотные распределения. Для сравнения групп с мерными и счетными признаками (непрерывными и категориальными перемен-

ными) использовали *t*-критерий и критерий χ^2 соответственно. При малых ожидаемых численностях (меньше 5) использовали точный критерий Фишера. Для оценки внутрисубъектного влияния времени в четырех точках (дни от 0 до 3) и различных межсубъектных эффектов (т.е. влияния социо-демографических, клинических и хирургических факторов) использовали дисперсионный анализ с повторными измерениями.

В таблице 1 представлен список вероятных прогностических переменных, который был составлен на основании анализа научных публикаций, посвященных изучению послеоперационного болевого синдрома у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование коленного сустава [14, 18, 24, 26, 29]. Для постоянных измерений без установленных границ изучаемых характеристик разделение по медиане использовалось для сравнения траекторий боли у пациентов с относительно высокими и низкими показателями. Статистический анализ был проведен с использованием программного обеспечения SPSS версия 22 (IBM, Armonk, NY). Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

Результаты

Динамика болевого синдрома. Все показатели болевого синдрома уменьшались на протяжении трех дней после тотального эндопротезирования коленного сустава ($p < 0,001$). Аналогичным образом количество часов в день умеренной/сильной боли ($NRS \geq 4$) снижалось с течением времени ($p < 0,001$). Принимая во внимание схожесть траекторий для различных характеристик болевого синдрома, последующий анализ фокусировался только на боли, возникающей при движениях с уровнем от умеренного до сильного (рис. 1, табл. 2).

Зависимость болевого синдрома от гендерных и социально-демографических характеристик. Женщины сообщали о большей выраженности боли, чем мужчины на протяжении 0–3 дней (средняя оценка боли 5,5 (SD 1,62) для женщин по сравнению с 3,8 (SD 1,34) для мужчин, $p = 0,009$). Однако из-за того, что в выборке было только 7 мужчин, обнаруженные различия нельзя трактовать как значимые. Возраст имел небольшие отрицательные корреляции (диапазон от -0,20 до -0,25) с оценкой боли на день 1 и день 2, но не был связан с показателями боли на день 0 или день 3. Показатели боли не зависели от уровня образования, занятости, семейного статуса и прочих социально-демографических параметров.

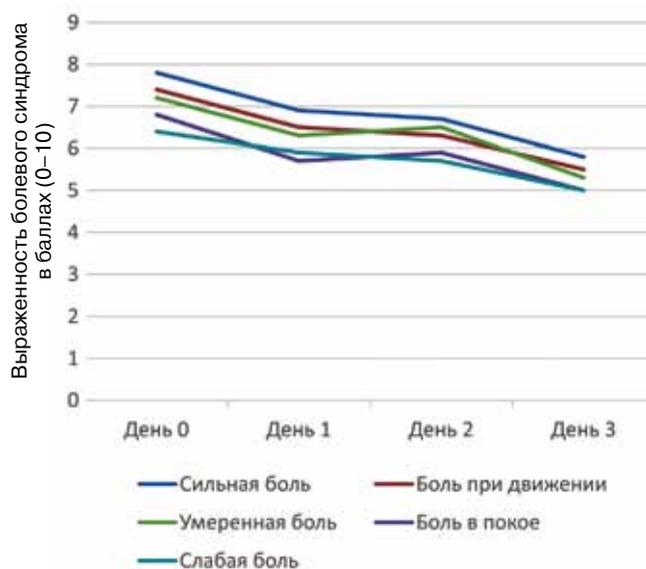


Рис. 1. Динамика болевого синдрома со дня операции (день 0) до третьего послеоперационного дня

Fig. 1. Pain severity ratings from day of knee replacement surgery (Day 0) through the third postoperative day

Таблица 2/ Table 2

Показатели боли в дни 0–3 после тотального эндопротезирования коленного сустава
Pain ratings on Days 0–3 after knee replacement surgery

Характер боли	Среднее значение боли			
	День 0	День 1	День 2	День 3
Умеренная	6,35 (2,35)	5,49 (2,11)	5,46 (2,20)	4,26 (1,86)
Слабая	5,37 (2,44)	4,93 (2,24)	4,71 (2,36)	4,01 (2,24)
Сильная	6,69 (2,46)	5,94 (2,40)	5,61 (2,29)	4,60 (1,98)
В покое	5,64 (2,20)	4,84 (2,20)	4,83 (2,09)	4,02 (2,14)
При движении	6,49 (2,41)	5,70 (2,41)	5,40 (2,35)	4,50 (2,16)
Продолжительность, часы >NRS4	8,99 (6,69)	7,46 (5,22)	7,02 (4,75)	6,31 (4,54)

Все показатели изменялись в течение времени, $p < 0,001$.

Зависимость болевого синдрома от клинических переменных. Динамика болевого синдрома со дня операции и на протяжении первых трех дней после нее не коррелировала с какими-либо клиническими характеристиками пациентов. Показатели выраженности боли не зависели от предоперационных значений KSS, от уровня ограничения подвижности и качества жизни, связанного с состоянием здоровья. Кроме того, боль не была связана с оценками предоперационного качества сна (PSQI), усталости (FSS-7) или депрессии (HADS). Тем не менее, выраженность болевого синдрома коррелировала с уровнем предоперационной тревожности. У пациентов с уровнем предоперационной тревожности >8 баллов отмечено больше часов в день умеренной и сильной боли по сравнению с пациентами, которые имели уровень тревожности ≤ 8 . У пациентов с высоким уровнем предоперационной тревожности во время активности болевой синдром был выше только в день операции, (взаимосвязь времени и тревожности $p = 0,034$). Как показано на рисунке 2, пациенты с повышенной тревожностью также сообщали о большей продолжительности умеренной/сильной боли, особенно в день операции и в первый послеоперационный день (для тревожности $p = 0,029$; взаимосвязь между тревожностью и временем – $p = 0,046$). Неудивительно, что пациенты, которые написали об умеренной и тяжелой боли до операции, также сообщили о большей продолжительности умеренной и сильной боли в дни 0–3 ($p = 0,029$). Однако

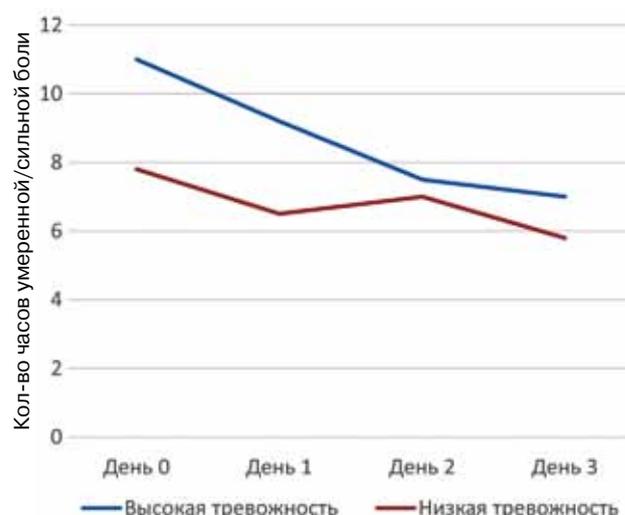


Рис. 2. Зависимость продолжительности умеренной и сильной боли от степени выраженности предоперационной тревожности

Fig. 2. Hours of moderate to severe pain over time by preoperative anxiety

предоперационная средняя оценка боли не была связана с показателями боли при активности в послеоперационные дни.

Влияние хирургических переменных на болевой синдром. Средняя продолжительность операции составила 95,6 (SD 23,6) мин, со средним значением 90 мин. Сопоставление вмешательств продолжительностью менее и более 90 мин показало, что последние были связаны с более высоким уровнем болевого синдрома. Как показано на рисунке 3, пациенты, у которых операция выполнялась более продолжительное время, сообщили о большей продолжительности в день умеренной/сильной боли (NRS ≥ 4) по сравнению с пациентами, у которых время операции было короче ($p = 0,008$). Аналогичные результаты наблюдались для оценки боли, связанной с активностью ($p = 0,012$).

В исследовании было использовано 5 различных типов первичных имплантатов. Следует отметить, что они применялись с разной частотой. Scorpio NRG (Stryker, США) и Nex Gen (ZimmerBiomet, США) использовались реже остальных и были сгруппированы с LCS (DePuy Johnson & Johnson, США) для дальнейшего анализа. Sigma (DePuy Johnson & Johnson, США) и AGC (ZimmerBiomet, США) использовались наиболее часто и были установлены в 77% наблюдений. Хотя разница не достигла статистической значимости ($p = 0,060$), у пациентов, которым были имплантированы редко используемые модели эндопротезов, уровень умерен-

ной / сильной боли на протяжении 3 дней был несколько выше, чем у пациентов, которым были имплантированы часто применяемые модели эндопротезов (рис. 4). Разницы с уровнем болевого синдрома при активности в зависимости от вида имплантата выявлено не было.

Как следует из таблиц 3 и 4, несколько анализируемых факторов были связаны с длительностью операции, типом имплантата, величиной кровопотери, значением предоперационного гемоглобина и продолжительностью пребывания в стационаре. При применении часто используемых имплантатов продолжительность операции была меньше по сравнению с редко используемыми. У одного из пациентов, которому был имплантирован NexGen, длительность операции составила 210 мин, но анализ чувствительности позволил его исключить из дальнейшего анализа ($p = 0,004$). Непараметрический тест Kruskal – Wallis ($p < 0,001$) подтвердил сильную взаимосвязь выбора имплантата и времени операции. Более длительные операции также были связаны с большей кровопотерей, но продолжительность операции не зависела от использования жгута. Большая длительность операции ассоциировалась с более низкими значениями уровня послеоперационного гемоглобина. Хотя операции, длившиеся дольше 90 мин, не были связаны с более длительным предоперационным или послеоперационным пребыванием в клинике, они коррелировали с большим количеством койко-днем.

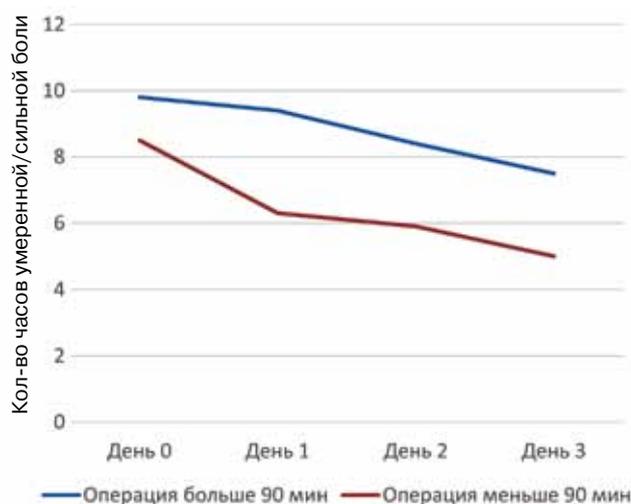


Рис. 3. Зависимость продолжительности умеренной и сильной боли от длительности оперативного вмешательства

Fig. 3. Hours in moderate/severe postoperative pain by duration of surgery

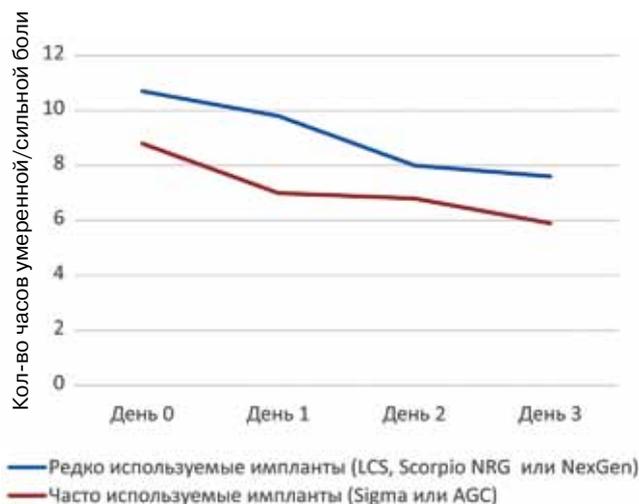


Рис. 4. Зависимость количества часов умеренной и сильной боли от типа имплантата.

Fig. 4. Hours of moderate to severe pain by implant type

Таблица 3/ Table 3

Влияние хирургических и клинических характеристик на продолжительность операции
Descriptive surgical and clinical characteristics by duration of surgery

Характеристики	Продолжительность операции		Статистика
	≤90 мин	>90 мин	
Тип имплантата, % (n)			Все 5, точный критерий Фишера $p < 0,001$
Sigma	47,4% (27)	37,2% (16)	Sigma в сравнении с AGC или с другими $\chi^2(2) = 16,0; p < 0,001$
AGC	43,9% (25)	20,9% (9)	
Другие импланты	21,7% (5)	78,3% (18)	Часто используемые в сравнении с редко используемыми. $\chi^2(1) = 15,2; p < 0,001$
LCS	35,7% (5)	64,3% (9)	
Scorpio NRG	0% (0)	100% (5)	
NexGen	0% (0)	100% (4)	
Использование жгута, % (n)	24,6% (14)	16,3% (7)	$\chi^2(1) = 1,01; p = 0,314$
Кровопотеря, мл (SD)	297 (142)	401 (215)	$t(98) = 2,93; p = 0,004$
Гемоглобин, мл			
Предоперационный (SD)	126,9 (11,4)	132,6 (12,9)	$t(98) = 2,34; p = 0,022$
День 0 в 20:00 (SD)	106,3 (11,9)	108,1 (11,4)	t
день 4 (SD)	100,6 (13,7)	98,2 (13,3)	$t(98) = 0,88; p = 0,379$
Креатинин, день 0	63,2 (13,3)	67,3 (20,5)	$t(98) = 1,20; p = 0,231$
С-реактивный белок, день 0	4,23 (4,68)	3,86 (6,29)	$t(98) = 0,33; p = 0,742$
Количество дней в клинике (SD)			
До операции	6,7 (4,4)	8,0 (3,6)	$t(98) = 1,53; p = 0,128$
После операции	8,9 (2,0)	9,5 (2,9)	$t(98) = 1,15; p = 0,255$
Всего	15,6 (4,1)	17,4 (4,4)	$t(98) = 2,14; p = 0,035$

Продолжительность операции не зависела от возраста пациента или пола.

Таблица 4/ Table 4

Показатели операции при использовании пяти различных видов имплантатов
коленного сустава
Descriptive characteristics of surgery duration (minutes), tourniquet use, and postsurgical hemoglobin for five different types of knee replacement implants

Показатель	Кол-во	Продолжительность операции, (SD)*	Использование жгута**, % (n)	Кровопотеря, мл, (SD)	Гемоглобин, г/л, (SD)***		Послеоперационный койко-день, (SD)
					День 0 в 20:00	День 4	
Sigma	43	93,6 (20,0)	11,6% (5)	381 (172)	107,9 (11,7)	101,4 (15,0)	9,60 (2,89)
AGC	34	87,8 (20,6)	26,5% (9)	291 (165)	108,4 (10,9)	101,0 (12,1)	8,74(1,68)
Другие имплантаты	23	110,7 (27,7)	30,4% (7)	343 (215)	103,7 (12,5)	93,8 (11,5)	8,91(2,21)

Окончание таблицы 4/Table 4

Показатель	Кол-во	Продолжительность операции, (SD)*	Использование жгута**, % (n)	Кровопотеря, мл, (SD)	Гемоглобин, г/л, (SD)***		Послеоперационный койко-день, (SD)
					День 0 в 20:00	День 4	
<i>LCS</i>	14	105,4 (21,1)	50,0% (7)	318 (192)	100,4 (9,2)	91,1 (11,5)	8,29 (2,16)
<i>Scorpio NRG</i>	5	104,0 (5,5)	0%	470 (311)	110,0 (4,9)	99,4 (8,5)	10,80 (1,64)
<i>NexGen</i>	4	137,5 (49,9)*	0%	275 (126)	107,0 (24,8)	96,5 (14,2)	8,75 (2,06)

Текст, выделенный курсивом – это три типа имплантатов, сгруппированные вместе как «другие имплантаты». Результаты использования этих типов имплантов не отличаются ни в отношении кровопотери, продолжительности послеоперационного пребывания в стационаре, значений креатинина (не показано) или СРБ (не показано).

* Продолжительность операции существенно отличается от типа импланта (<0,001). При использовании имплантов Sigma ($p = 0,014$) и AGC ($p = 0,001$) длительность операции была значительно меньше, чем при использовании других трех видов имплантов. У одного пациента при использовании импланта NexGen время операции составило 210 мин.

** Жгут применяли чаще при имплантации LCS, чем при других эндопротезах ($p = 0,009$).

*** В ночь после операции значения гемоглобина не отличались от типа имплантата. Однако на 4-й послеоперационный день у пациентов с часто используемыми имплантатами (Sigma and AGC) его значения были выше, чем у пациентов с редко применяемыми имплантатами ($p = 0,020$).

Обсуждение

Полученные данные свидетельствуют о том, что стандартный протокол обезболивания у ряда пациентов не позволил достигнуть необходимого уровня анальгезии после тотального эндопротезирования коленного сустава: в среднем уровень боли сохранялся от умеренного до сильного (NRS ≥ 4) как непосредственно в день операции, так и на протяжении следующих трех дней. Пациенты испытывали боль от умеренной до сильной в среднем 9 часов в день. Полученные в ходе исследования данные побудили нас пересмотреть стандартный подход к обезболиванию, добавив дополнительные методы анальгезии, в частности, локальную инфльтрационную анальгезию (ЛИА), внутривенное введение парацетамола на протяжении раннего послеоперационного периода, а также однократную блокаду бедренного нерва после завершения хирургического вмешательства у больных, которым не могла быть проведена ЛИА.

Нами были выявлены несколько прогностических факторов развития высокого уровня послеоперационной боли, в частности, женский пол и высокий уровень предоперационной тревожности. Тревожность является признанным фактором риска развития хронической послеоперационной боли [23]. M.L. Roth с соавторами обнаружили, что высокая катастрофизация боли является предиктором высокого уровня послеоперационной боли, в частности, возникающей на 2-й день и позже [29]. H.Y.V. Ip с со-

авторами установили, что предоперационная тревожность и психологический стресс являются неблагоприятными прогностическими факторами послеоперационной интенсивности боли [11]. P.R. Pinto с соавторами предположили, что катастрофизация боли может выступать медиатором между предоперационной тревогой и острой послеоперационной болью [22]. Кроме того, есть данные о том, что предоперационная тревожность является важным предиктором боли не только для первого дня после операции, но и через 6 нед. [34] и 6 мес. [27] и даже ассоциирована с хронической болью после эндопротезирования коленного сустава [3, 35].

Многочисленные публикации указывают на то, что пациенты, страдающие депрессией в предоперационном периоде, имеют худшие результаты после тотального эндопротезирования коленного сустава с точки зрения боли, функциональности и удовлетворенности [6, 9, 31]. В группе пациентов, находившихся под нашим наблюдением, мы не нашли какой-либо корреляции между депрессией и болевым синдромом. Этот факт согласуется с недавним исследованием D.L. Riddle с соавторами, в котором взаимосвязь между выраженностью предоперационной депрессии и послеоперационной болью также не была обнаружена [28]. Кроме того, оказалось, что предоперационные и послеоперационные симптомы депрессии у пациентов до и после тотального эндопротезирования существенно не меняются на протяжении 6-летнего периода. D. Perez-Prieto с соавторами также показали,

что пациенты с депрессией имеют хорошие результаты после операции [21]. В предоперационном периоде им свойственно наличие сильного болевого синдрома и медленного восстановления функциональных показателей, но итоговая степень их улучшения является такой же, как у пациентов без депрессии. Таким образом, пациентам с предоперационной депрессией показано выполнять тотальное эндопротезирование коленного сустава, так как достигаемое функциональное улучшение положительно влияет и на снижение уровня депрессии.

К предикторам увеличения послеоперационной боли также относят женский пол, молодой возраст, избыточную массу тела, высокую интенсивность болевых ощущений в зоне хирургического вмешательства, предоперационное применение опиоидов, противосудорожных препаратов и антидепрессантов, а также общую анестезию [18]. У наших больных мы наблюдали аналогичные взаимосвязи с полом и предоперационной болью, но не обнаружили никакой связи с другими перечисленными выше факторами. Женщины сообщили о более выраженном болевом синдроме, чем мужчины ($p = 0,009$), но мужская подгруппа состояла всего из 7 пациентов, что в последние годы является типичным гендерным распределением больных идиопатическим гонартрозом, госпитализирующихся для первичного эндопротезирования коленного сустава в наш институт.

Пациенты, которые отмечали уровень предоперационной боли в диапазоне от умеренной до тяжелой, также сообщили о большей продолжительности умеренной и сильной боли в течение первых 3-х дней после операции ($p = 0,029$). Однако уровень предоперационного болевого синдрома не был связан с уровнем послеоперационной боли во время двигательной активности.

Нейропатическая боль нами детально не рассматривалась в настоящем исследовании. P.M. Lavand'homme с соавторами обнаружили, что в течение первой недели после тотального эндопротезирования коленного сустава в подгруппе пациентов, у которых боль имела четкий нейропатический компонент, наблюдался ее максимальный уровень при движениях, в то время как различия в выраженности боли не обнаруживались в состоянии покоя [14].

Нами установлено, что продолжительность операции превышающая 90 мин, была связана с более сильной послеоперационной болью во время двигательной активности, а также с большей продолжительностью боли от умеренной до сильной. Y. Niki соавторами показали, что уменьшение продолжительности хирургиче-

ской процедуры, а также сведение к минимуму повреждения тканей и уменьшение времени наложения жгута также может играть определенную роль в восстановлении после операции [19]. Неожиданным оказалось то, что время операции коррелировало с частотой применяемого имплантата. Наиболее часто используемыми были имплантаты Sigma и AGC (77% случаев). В этих случаях продолжительность операции была меньше и, соответственно, меньший послеоперационный болевой синдром, чем при имплантации реже используемых систем. Выбор имплантата проводился эмпирически накануне операции, принимая во внимание, что отличий в показаниях к применению первичных эндопротезов коленного сустава разных производителей нет. Все хирурги, выполнявшие тотальное эндопротезирование коленного сустава пациентам, находившимся в группе исследования, имели большой опыт в этой области (более чем 800 операций в общей сложности в год). Все используемые имплантаты использовались хирургами в течение нескольких лет, поэтому вряд ли выявленная зависимость может быть объяснена кривой обучения. Более вероятно, что чем чаще используется хирургической бригадой один и тот же имплантат, тем быстрее выполняется операция.

Это исследование имеет как ряд сильных сторон, так и ограничений, которые необходимо принимать во внимание при трактовке полученных результатов. К первым можно отнести использование стандартных протоколов периоперационного ведения, что позволило ограничить число потенциальных переменных, которые могли иметь влияние на исход. Кроме того, в исследовании оценивался достаточно полный набор факторов, в том числе социально-демографических, психологических, когнитивных, клинично-лабораторных, периоперационных, функциональных и прочих, включая комплексную динамическую оценку болевого синдрома по шести различным характеристикам. Выборка пациентов была относительно однородной, особенно в отношении пола. Оценку результатов исследования следует проводить с осторожностью, учитывая небольшое число включенных мужчин. Операции эндопротезирования проводились несколькими хирургами, которые могли добавить некоторые индивидуальные особенности в ход операции и в тактику обработки тканей. Тем не менее, все они были обучены выполнять операцию методично и в соответствии принципами малоинвазивной хирургии, таким как минимальная диссекция мягких тканей, уменьшение длины доступа до минимально необходимого, предотвращение чрезмерного

натяжения мягких тканей путем использования принципа подвижного окна на всех этапах операции, избегание выворачивания надколенника или полного подвывиха плато большеберцовой кости кпереди и т.д.

Таким образом, дальнейшее изучение обсуждаемого немаловажного аспекта артропластики коленного сустава поможет выделить подгруппу пациентов с повышенным риском развития выраженного послеоперационного болевого синдрома и, соответственно, индивидуализировать как профилактические, так и лечебные анальгетические мероприятия на пред-, интра- и послеоперационном этапах лечения [14, 37].

Заключение

Уровень болевого синдрома в послеоперационном периоде у обследованных пациентов после тотального первичного эндопротезирования коленного сустава был довольно высоким. Из ранее выявленных многочисленных факторов, которые ассоциированы с уровнем послеоперационного болевого синдрома, только пол, тревожность и более высокий уровень предоперационной боли оказались статистически значимыми. Среди периоперационных факторов следует отметить продолжительность операции, которая зависела от вида имплантата и была статистически значимо ассоциирована с высоким уровнем послеоперационной боли.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература/References

- Ayers D.C., Franklin P.D., Ring D.C. The role of emotional health in functional outcomes after orthopaedic surgery: extending the biopsychosocial model to orthopaedics: AOA critical issues. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(21):e165. DOI: 10.2106/JBJS.L.00799.
- Blackburn J., Qureshi A., Amirfeyz R., Bannister G. Does preoperative anxiety and depression predict satisfaction after total knee replacement? *Knee.* 2012;19(5):522-524. DOI: 10.1016/j.knee.2011.07.008.
- Bonnin M.P., Basiglini L., Archbold H.A. P. What are the factors of residual pain after uncomplicated TKA? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(9):1411-1417. DOI: 10.1007/s00167-011-1549-2.
- Brooks R., De Charro F. EuroQol: the current state of play. *Health Policy.* 1996;37(1):53-72.
- Cleeland C.S. Measurement and prevalence of pain in cancer. *Semin Oncol Nurs.* 1985;1(2):87-92.
- Duivenvoorden T., Vissers M.M., Verhaar J.A.N., Busschbach J.J., Gossens T., Bloem R.M., Bierma-Zeinstra S.M., Reijman M. Anxiety and depressive symptoms before and after total hip and knee arthroplasty: a prospective multicentre study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21(12):1834-1840. DOI: 10.1016/j.joca.2013.08.022.
- Gerbershagen H.J., Aduckathil S., van Wijck A.J.M., Peelen L.M., Kalkman C.J., Meissner W. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology.* 2013;118(4):934-944. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31828866b3.
- Grosu I., Lavand'homme P., Thienpont E. Pain after knee arthroplasty: an unresolved issue. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(8):1744-1758. DOI: 10.1007/s00167-013-2750-2.
- Hirschmann M.T., Testa E., Amsler F., Friederich N.F. The unhappy total knee arthroplasty (TKA) patient: higher WOMAC and lower KSS in depressed patients prior and after TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(10):2405-2411. DOI: 10.1007/s00167-013-2409-z.
- Insall J.N. Total knee arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Ryumachi.* 1993;33(6):472.
- Ip H.Y.V., Abrishami A., Peng P. W.H., Wong J., Chung F. Predictors of postoperative pain and analgesic consumption: a qualitative systematic review. *Anesthesiology.* 2009;111(3):657-677. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181aae87a.
- Kalyadina S.A., Ionova T.I., Ivanova M.O., Uspenskaya O.S., Kishtovich A.V., Mendoza T.R., Guo H., Novik A., Cleeland C.S., Wang X.S. Russian Brief Pain Inventory: validation and application in cancer pain. *J Pain Symptom Manage.* 2008;35(1):95-102.
- Kehlet H., Jensen T.S., Woolf C.J. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention. *Lancet.* 2006;367(9522):1618-1625.
- Lavand'homme P.M., Grosu I., France M.N., Thienpont E. Pain trajectories identify patients at risk of persistent pain after knee arthroplasty: an observational study. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(5):1409-1415. DOI:10.1007/s11999-013-3389-5.
- Lawton M.P., Brody E.M. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist.* 1969;9(3):179-186.
- Lerdal A., Wahl A.K., Rustoen T., Hanestad B.R., Moum T. Fatigue in the general population: a translation and test of the psychometric properties of the Norwegian version of the fatigue severity scale. *Scand J Public Health.* 2005;33(2):123-130.
- Liu S.S., Wu C.L. The effect of analgesic technique on postoperative patient-reported outcomes including analgesia: a systematic review. *Anesth Analg.* 2007;105(3):789-808.
- Liu S.S., Buvanendran A., Rathmell J.P., Sawhney M., Bae J.J., Moric M., Perros S., Pope A.J., Poultsides L., Della Valle C.J., Shin N.S., McCartney C.J., Ma Y., Shah M., Wood M.J., Manion S.C., Sculco T.P. Predictors for moderate to severe acute postoperative pain after total hip and knee replacement. *Int Orthop.* 2012;36(11):2261-2267. DOI: 10.1007/s00264-012-1623-5.
- Niki Y., Mochizuki T., Momohara S., Saito S., Toyama Y., Matsumoto H. Is minimally invasive surgery in total knee arthroplasty really minimally invasive surgery? *J Arthroplasty.* 2009;24(4):499-504. DOI: 10.1016/j.arth.2008.04.002.
- Owens W.D., Felts J.A., Spitznagel E.L. Jr. ASA physical status classifications: a study of consistency of ratings. *Anesthesiology.* 1978;49(4):239-243.
- Perez-Prieto D., Gil-Gonzalez S., Pelfort X., Leal-Blanquet J., Puig-Verdie L., Hinarejos P. Influence of depression on total knee arthroplasty outcomes. *J Arthroplasty.* 2014;29(1):44-47. DOI: 10.1016/j.arth.2013.04.030.

22. Pinto P.R., McIntyre T., Almeida A., Araujo-Soares V. The mediating role of pain catastrophizing in the relationship between presurgical anxiety and acute postsurgical pain after hysterectomy. *Pain*. 2012;153(1):218-226. DOI: 10.1016/j.pain.2011.10.020.
23. Pinto P.R., McIntyre T., Ferrero R., Almeida A., Araujo-Soares V. Risk factors for moderate and severe persistent pain in patients undergoing total knee and hip arthroplasty: a prospective predictive study. *PLoS One*. 2013;8(9):e73917. DOI: 10.1371/journal.pone.0073917.
24. Pinto P.R., McIntyre T., Ferrero R., Almeida A., Araujo-Soares V. Predictors of acute postsurgical pain and anxiety following primary total hip and knee arthroplasty. *Pain*. 2013;14(5):502-515.
25. Puolakka P.A.E., Rorarius M.G.F., Roviola M., Puolakka T.J.S., Nordhausen K., Lindgren L. Persistent pain following knee arthroplasty. *Eur Journal Anaesth*. 2010;27(5):455-460.
26. Rakel B.A., Blodgett N.P., Zimmerman M.B., Logsden-Sackett N., Clark C., Noiseux N., Callaghan J., Herr K., Geasland K., Yang X., Sluka K.A. Predictors of postoperative movement and resting pain following total knee replacement. *Pain*. 2012;153(11):2192-2203. DOI: 10.1016/j.pain.2012.06.021.
27. Riddle D.L., Wade J.B., Jiranek W.A., Kong X. Preoperative pain catastrophizing predicts pain outcome after knee arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res*. 2010;468(3):798-806. DOI: 10.1007/s11999-009-0963-y.
28. Riddle D.L., Perera R.A., Nay W.T., Dumenci L. What is the relationship between depressive symptoms and pain during functional tasks in persons undergoing TKA? A 6-year perioperative cohort study. *Clin Orthop Rel Res*. 2015;473(11):3527-3534. DOI: 10.1007/s11999-015-4203-3.
29. Roth M.L., Tripp D.A., Harrison M.H., Sullivan M., Carson P. Demographic and psychosocial predictors of acute perioperative pain for total knee arthroplasty. *Pain Res Management*. 2007;12(3):185-194.
30. Scuderi G.R., Tria A.J. Minimally Invasive Surgery in Orthopedics: Knee Handbook. New York : Springer, 2012.
31. Singh J.A., Lewallen D.G. Medical and psychological comorbidity predicts poor pain outcomes after total knee arthroplasty. *Rheumatology*. 2013;52(5):916-923. DOI: 10.1093/rheumatology/kes402.
32. Sommer M., de Rijke J.M., van Kleef M., Kessels A.G., Peters M.L., Geurts J.W., Gramke H.F., Marcus M.A. The prevalence of postoperative pain in a sample of 1490 surgical inpatients. *Eur J Anaesthesiol*. 2008;25(4):267-274.
33. Srikandarajah S., Gilron I. Systematic review of movement-evoked pain versus pain at rest in postsurgical clinical trials and meta-analyses: a fundamental distinction requiring standardized measurement. *Pain*. 2011;152(8):1734-1739. DOI: 10.1016/j.pain.2011.02.008.
34. Sullivan M., Tanzer M., Stanish W., Fallaha M., Keefe F.J., Simmonds M., Dunbar M. Psychological determinants of problematic outcomes following total knee arthroplasty. *Pain*. 2009;143(1-2):123-129. DOI: 10.1016/j.pain.2009.02.011.
35. Vissers M.M., Bussmann J.B., Verhaar J.A.N., Busschbach J.J.V., Bierma-Zeinstra S.M.A., Reijman M. Psychological factors affecting the outcome of total hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Semin Arthritis Rheum*. 2012;41(4):576-588. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2011.07.003.
36. Yakobov E., Scott W., Stanish W., Dunbar M., Richardson G., Sullivan M. The role of perceived injustice in the prediction of pain and function after total knee arthroplasty. *Pain*. 2014;155(10):2040-2046. DOI: 10.1016/j.pain.2014.07.007.
37. Yarnitsky D. Conditioned pain modulation (the diffuse noxious inhibitory control-like effect): its relevance for acute and chronic pain states. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23(5):611-615. DOI: 10.1097/ACO.0b013e32833c348b.
38. Zigmond A.S., Snaith R.P. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1983;67(6):361-370.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сараев Александр Викторович – ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Марен Фальх Линдберг – Госпиталь Лувизенберг Диаконале; Университет Осло

Кэрил Гэй – Госпиталь Лувизенберг Диаконале; Калифорнийский университет

Росселэнд Лейв Арне – Институт клинической медицины Университета Осло; Клиника Университета Осло

Лердал Андерс – Госпиталь Лувизенберг Диаконале; Университетская клиника Университета Осло

Корнилов Николай Николаевич – ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Куляба Тарас Андреевич – ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Alexander V. Saraev – Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Maren Falch Lindberg – Lovisenberg Diakonale Hospital; Institute of Clinical Medicine, University of Oslo

Caryl Gay – Lovisenberg Diakonale Hospital; University of California

Leiv Arne Rosseland – Institute of Clinical Medicine, University of Oslo; Oslo University Hospital

Amners Lerdal – Lovisenberg Diakonale Hospital; Institute of Clinical Medicine; University of Oslo

Nicholai N. Kornilov – Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Mechnikov North-Western State Medical University

Taras A. Kulyaba – Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Combined Femoral Fixation Technique in Hamstring Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Assessment of Tunnel Widening

A.V. Korolev^{1,2}, N.E. Magnitskaya^{1,2}, M.S. Ryazantsev^{1,2}, D.O. Il'in¹, A.P. Afanasyev¹, A.V. Frolov^{1,2}

¹ECSTO, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)
7, Orlovsky per., Moscow, 129110, Russia

²Peoples Friendship University of Russia
6, Miklukho-Maklaya ul., Moscow, 117198, Russia

Abstract

Purpose – to assess the influence of combined femoral fixation technique during arthroscopic ACL reconstruction on the femoral tunnel widening at long term follow-up.

Material and methods. 99 patients with primary hamstring tendon (HT) ACL reconstruction performed in 2007-2008 were analyzed. In the study group (42 patients) on the femoral side a combined cortical suspension (Endobutton CL, Smith & Nephew) and transverse (Rigid Fix, Depuy Mitek) fixation of graft was used. In control group, isolated cortical suspension fixation (Endobutton CL, Smith & Nephew) was used. On the tibial side for graft fixation a biodegradable screw (Biointrafix, DePuy Mitek) was used in all cases. Tunnel widening was calculated in percentage against primary tunnel diameter created during the surgery. MRI data were exported to eFilm (Merge Healthcare software), measurement of femoral tunnel diameters was performed on T1 sequences in coronal and sagittal planes on three different levels.

Results. The mean age at the last follow up in the study group was 38.9 ± 1.4 , in control group – 38.6 ± 1.08 . The median time from surgery to follow up was 9 years and 4 months in the study group and 8 years 7 months in the controls. The incidence of graft failure in the study group was reported as 14.3%, while in the control group as 17.5%. The median femoral tunnel widening was larger in the control group at the joint aperture and midsection levels both in coronal and sagittal plane, although there was no statistically significant differences ($p > 0.05$).

Conclusion. The combination of cortical suspension and transverse HT femoral graft fixation technique is likely to reduce tunnel enlargement at the long term follow-up. However further research and larger sample groups are required.

Keywords: anterior cruciate ligament reconstruction, tunnel widening, tunnel enlargement, combined femoral fixation.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-59-69.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Артроскопическая пластика передней крестообразной связки (ПКС) является одной из самых распространенных ортопедических операций [2, 12, 19]. Количество артроскопических реконструкций ПКС, по данным международных регистров, ежегодно составляет 32 случая на 100 тыс. человек в Швеции, 52 случая на 100 тыс. человек в Австралии, 68 случаев на 100 тыс. человек в США [13, 15, 28]. Многие хирурги в качестве пластического материала для замещения ПКС используют ауто-трансплантат из сухожилий полусухожильной и нежной мышц бедра [3, 5, 11, 19, 21].

В настоящее время предложено большое количество различных методов фиксации ауто-трансплантата при артроскопической пластике ПКС. Все методы фиксации по механизму действия и точке приложения силы подразделяются на 3 основные группы:

1) компрессирующие фиксаторы: BIOSURE (Smith & Nephew), Bio-INTRAFIX (DePuy Mitek);

2) поперечные фиксаторы: Rigid Fix (DePuy Mitek), Bio-TransFix (Arthrex);

3) подвешивающие фиксаторы: Endobutton CL (Smith & Nephew), XO Button (ConMed Linvatec), RIGIDLOOP (DePuy Mitek), ACL Tight

Rope (Arthrex), RIGIDLOOP ADJUSTABLE (DePuy Mitek).

Тем не менее, вопрос об оптимальном методе фиксации трансплантата в костных каналах до сих пор не решен [29].

Избыточная подвижность трансплантата в костном канале может привести к расширению канала и тем самым замедлить интеграцию и лигаментизацию ауто-трансплантата [1, 4]. Расширение костных каналов после первичной пластики ПКС – известный феномен, активно обсуждаемый в литературе, однако его точная этиология до сих пор не ясна [14, 26, 32].

Одним из факторов, влияющих на расширение каналов, является метод фиксации ауто-трансплантата ПКС. В последнее время хирурги все чаще отдают предпочтение подвешивающим кортикальным фиксаторам [11, 19, 21]. Они имеют следующие преимущества: большая площадь контакта ауто-трансплантата с костью, обеспечивающая круговую интеграцию ауто-трансплантата; фиксация за кортикальный слой кости, который является в 30 раз более прочным, чем губчатое вещество [6, 21]. Однако есть и недостатки – точка фиксации располагается вдали от полости коленного сустава, что создает условия для микроподвижности ауто-трансплантата и расширения костного канала [9, 16].

Другим популярным методом фиксации трансплантата в области бедренного канала является поперечная фиксация при помощи биодеградируемых пинов. Преимуществами данного метода являются более близкая точка фиксации к полости сустава, что уменьшает раскачивание трансплантата в поперечном направлении, и отсутствие необходимости рассчитывать длину бедренного канала и длину петли фиксатора [17, 23]. К недостаткам относятся: фиксация в губчатом веществе кости по сравнению с подвешивающей кортикальной фиксацией является механически менее прочной и жесткой [6, 24]. В литературе описаны случаи миграции фиксатора, а также «проскальзывания трансплантата» [6, 20].

Расширение костных каналов приводит к избыточной подвижности трансплантата в костных каналах в продольном и поперечном направлениях, тем самым ухудшая клинические результаты [22, 30, 31]. Так, слишком широкие каналы способствуют снижению переднезадней и ротационной стабильности к коленному суставу и в последующем могут привести к разрыву трансплантата ПКС.

При этом частота разрывов ауто трансплантатов из сухожилий подколенных сгибателей в течение 5 лет после первичной операции составляет от 2 до 3,9%, а при оценке результатов до 20 лет – от 10 до 17% [10, 21, 25, 33].

Материал и методы

Мы проанализированы результаты хирургического лечения 99 пациентов, оперированных с 2007 по 2008 год. В основную группу исследования вошли 42 пациента – 34 мужчины (81%) и 8 женщин (19%) в возрасте от 16 до 50 лет (средний возраст составил $30 \pm 1,36$ лет). В контрольную группу вошли 57 пациентов – 40 мужчин (70,2%) и 17 женщин (29,8%) в возрасте от 16 до 55 лет (средний возраст составил $30 \pm 1,09$ лет).

В основной группе 33 пациента (79%) получили травму коленного сустава во время занятий спортом, 4 (9%) – в результате ДТП, 5 (12%) – в быту. В контрольной группе 48 пациентов (84%) получили травму во время занятий спортом, 9 (16%) – в быту.

Всем пациентам была выполнена первичная артроскопическая пластика ПКС ауто трансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода фиксации трансплантата в бедренном канале. В основной группе (42 пациента) для проксимальной фиксации использовали комбинацию подвешивающего кортикального фиксатора-пуговицы (Endobutton CL, Smith & Nephew) и поперечного фиксатора

(в 28 случаях использовали один биодеградируемый пин, в 14 случаях – два биодеградируемых пина RigidFix Depuy, Mitek). В контрольной группе (57 пациентов) для проксимальной фиксации использовали только подвешивающий кортикальный фиксатор-пуговицу (Endobutton CL, Smith & Nephew). Во всех случаях для дистальной фиксации использовали биодеградируемый винт с гильзой (Bio-INTRAFIX, DePuy Mitek). Все операции выполнялись одним и тем же хирургом по стандартной методике. Интраоперационные данные заносили в протокол операции и интраоперационную анкету.

Средний возраст пациентов на момент последнего контрольного осмотра в рамках исследования в основной группе составил $38,9 \pm 1,4$ лет (от 24 до 59 лет), в контрольной группе – $38,6 \pm 1,08$ лет (от 24 до 61 года). Медиана времени, прошедшего от момента пластики ПКС до последнего контрольного осмотра в рамках исследования, в основной группе составила 9 лет и 4 мес. (интерквартильный размах от 9 лет и 1 мес. до 9 лет и 7 мес.), в контрольной группе – 8 лет и 7 мес. (интерквартильный размах от 8 лет до 8 лет и 11 мес.).

Хирургическая техника. Выполняли артроскопическую ревизию коленного сустава из стандартных портов. При необходимости мениски сшивали или резецировали, выполняли резекцию нестабильных фрагментов хряща или микрофрактурирование. Культю ПКС полностью резецировали. Из сухожилий полусухожильной и нежной мышц формировали четырехпучковый ауто трансплантат, концы сухожилий прошивали нитями. Измеряли диаметр и длину ауто трансплантата. При помощи направителя в большеберцовой кости формировали канал соответствующего диаметра, ориентируясь на латеральный скат медиального бугорка. Транстибиально при помощи направителя формировали канал в бедренной кости, ориентируясь на условный циферблат часов (для правого коленного сустава – 10:30, для левого коленного сустава – 1:30) (рис. 1).

Далее в основной группе направитель для поперечных пинов устанавливали в бедренном канале (рис. 2). По направляющим втулкам рассверливали один или два канала для биодеградируемых пинов. Обязательно выполняли артроскопический контроль правильности расположения канала при помощи спиц (рис. 3). В контрольной группе этот этап не выполняли.

Затем ауто трансплантат с подвешивающим кортикальным фиксатором-пуговицей (Endobutton CL, Smith & Nephew) проводили в каналы до выхода фиксатора-пуговицы из проксимальной части бедренного канала и его разворота (рис. 4).



Рис. 1. Формирование большеберцового канала (а); формирование бедренного канала (б);
 рассверливание бедренного канала (с)

Fig. 1. Formation of tibial tunnel (a); formation of femoral tunnel (b); drilling of femoral tunnel (c)

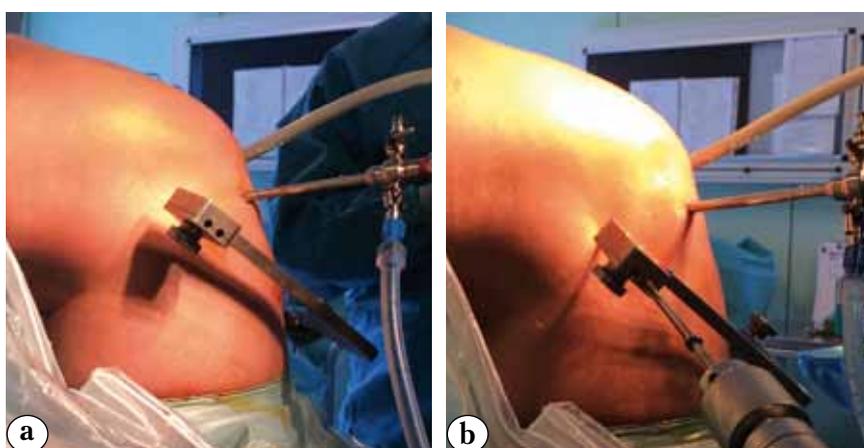


Рис. 2. Направитель для поперечной фиксации (Rigid Fix, DePuy Mitek) установлен в бедренном канале (а);
 рассверливание каналов для пинов по направляющим втулкам (б)

Fig. 2. Guide for transverse fixation (Rigid Fix, DePuy Mitek) is inserted into the femoral tunnel (a);
 guiding sleeves for drilling of pin tunnels (b)

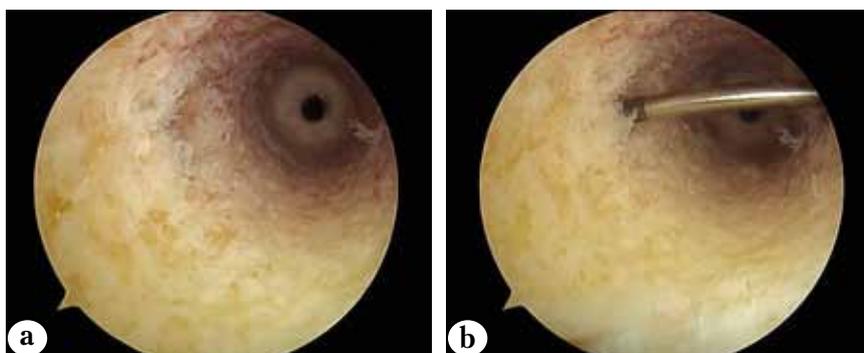


Рис. 3. Бедренный канал, вид через тибиаьный канал (а); бедренный канал, спица в горизонтальном канале для пина (б)

Fig. 3. Femoral tunnel view through tibial tunnel (a); femoral tunnel, pin is located in the horizontal tunnel (b)

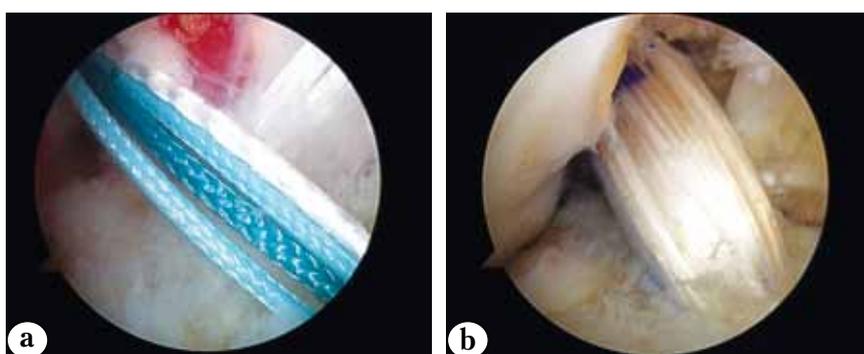


Рис. 4. Сформированы костные каналы, протянуты лигатуры (а); аутографт ПКС заведен в костные каналы (б)

Fig. 4. Bone tunnels, introduced ligatures (a); ACL autograft inserted into bone tunnels (b)

Далее в основной группе выполняли дополнительную поперечную фиксацию одним или двумя рассасывающимися пилами (Rigid Fix, DePuy Mitek) (рис. 5).



Рис. 5. Поперечная фиксация в бедренном канале при помощи биodeградируемого пина

Fig. 5. Transverse fixation in femoral tunnel using biodegradable pin

Дистальную фиксацию ауто трансплантата в большеберцовой кости выполняли при помощи биodeградируемого винта соответствующего диаметра с гильзой (Bio-INTRAFIX, DePuy Mitek). Проводили артроскопический контроль, при котором подтверждали натяжение трансплантата, изометричность положения, отсутствие признаков ущемления при всех углах сгибания конечности. Полость сустава обильно промывали физиологическим раствором, оставляли вакуум-дренаж в полости сустава. Послеоперационные раны послойно ушивали. Нижнюю конечность забинтовывали эластичным бинтом, выполняли иммобилизацию в прямом тугоре.

Пациенты проходили стандартный протокол реабилитации после операции. В течение первой недели – ходьба без нагрузки на оперированную конечность и иммобилизация в прямом ортезе (кроме пациентов после сшивания менисков). Со второй недели – начало пассивной разработки движений, продолжение иммобилизации при ходьбе и частичная осевая нагрузка на оперированную конечность (20 кг). С третьей недели – доведение осевой нагрузки до полной, с четвертой недели – постепенный отказ от дополнительной опоры и иммобилизации. Занятия спортом без ограничений разрешили через 6 мес. после операции.

Измерение диаметра костных каналов по данным МРТ. Данные МРТ, выполненной на аппарате Toshiba Excelart Vantage Atlas 1,5T, были импортированы в eFilm Workstation (Merge Healthcare) для анализа результатов. Диаметр костных каналов измеряли в последовательности T1 в коронарной и сагиттальной плоскостях. Во всех случаях диаметры каналов измеряли перпендикулярно основной оси канала. В коронарной плоскости диаметр бедренного канала измеряли на трех уровнях (рис. 6):

1) на уровне проксимального расширения – *femoral proximal escalation* – Fem-PE (cor);

2) в средней трети – *femoral midsection* – Fem-M (cor);

3) на 5 мм проксимальнее апертюры канала – *femoral joint aperture* – Fem-JA (cor).

По аналогичной методике измеряли диаметр канала в сагиттальной плоскости на трех уровнях (рис. 7):

1) на уровне проксимального расширения – *femoral proximal escalation* – Fem-PE (sag);

2) в средней трети – *femoral midsection* – Fem-M (sag);

3) на 5 мм проксимальнее апертюры канала – *femoral joint aperture* – Fem-JA (sag).

Расширение каналов измеряли в процентах относительно диаметра, формируемого интраоперационно.

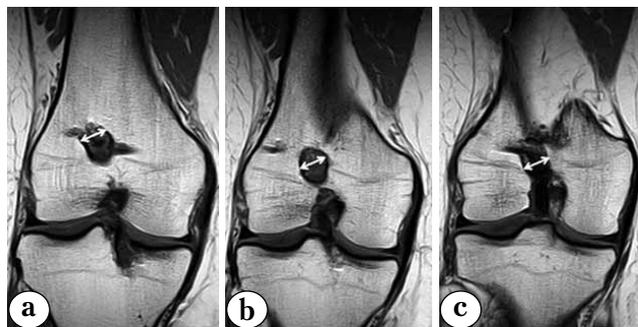


Рис. 6. Измерение диаметра бедренного канала в коронарной плоскости:

a – на уровне проксимального расширения;

b – в средней трети;

c – на 5 мм проксимальнее от апертюры канала

Fig. 6. Measurement of femoral tunnel in coronal plane:

a – at the level of femoral proximal escalation;

b – at the level of femoral midsection;

c – 5 mm proximal to femoral joint aperture

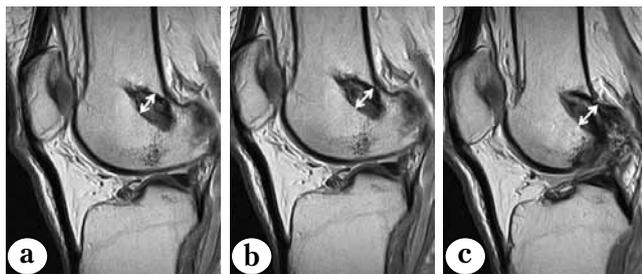


Рис. 7. Измерение бедренного канала в сагиттальной плоскости:
 а – на уровне проксимального расширения;
 б – в средней трети;
 с – на 5 мм проксимальнее от апертуры канала

Fig. 7. Measurement of femoral tunnel in sagittal plane:
 a – at the level of femoral proximal escalation;
 b – at the level of femoral midsection;
 c – 5 mm proximal to femoral joint aperture

Статистический анализ. Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы Statistica 12.0, Stat Soft, Inc. Критический уровень статистической значимости принимали 5% ($p \leq 0,05$). Для проверки нормальности распределения в совокупности по выборочным данным использовали тест Колмогорова – Смирнова. Сравнения двух групп из совокупностей с нормальным распределением проводили с помощью t -критерия Стьюдента для двух зависимых или двух независимых выборок. Количественные данные представлены в виде средних значений и ошибки среднего ($M \pm m$). Если данные имели распределение, отличное от нормального, для проверки статистических гипотез при сравнении числовых данных двух несвязанных групп, использовали U -критерий Манна – Уитни. Количественные данные представлены в виде медианы и процентилей (25-го; 75-го).

Результаты

За время наблюдения в основной группе разрыв трансплантата ПКС с развитием субъективной и клинической нестабильности в коленном суставе был диагностирован у 6 пациентов (4 мужчин и 2 женщин). Из них трем пациентам была выполнена ревизионная артроскопическая пластика ПКС. В контрольной группе у 10 пациентов (9 мужчин и 1 женщины) был диагностирован разрыв трансплантата ПКС. Из них 9 пациентам была выполнена ревизионная артроскопическая пластика ПКС. Данные пациенты были исключены из дальнейшего исследования. Таким образом, частота разрыва трансплантата ПКС в основной группе составила 14,3% (6 пациентов), в контрольной группе – 17,5% (10 пациентов).

Результаты МРТ, выполненной на финальном контрольном осмотре в рамках исследования (9 лет и 4 мес. в основной группе, 8 лет и 7 мес. в контрольной группе) представлены в таблицах 1 и 2.

Таким образом, наибольшее расширение бедренного канала в основной и контрольной группах было зафиксировано на уровне средней трети как в коронарной, так и в сагиттальной плоскостях. При этом расширение бедренного канала было больше в контрольной группе как в коронарной, так и в сагиттальной плоскостях. Тем не менее, мы не получили статистически значимой разницы в расширении бедренного канала между основной и контрольной группами пациентов ($p > 0,05$) (табл. 3).

Кроме того, в основной группе не было зафиксировано статистически значимой разницы в расширении каналов при использовании для поперечной фиксации одного или двух пинов (табл. 4).

Таблица 1/ Table 1

Расширение бедренного канала в основной группе Widening of the femoral tunnel in the study group

Уровень измерения Measurement level	Расширение бедренного канала/Widening of femoral tunnel			
	Коронарная плоскость/Coronal plane		Сагиттальная плоскость/Sagittal plane	
	Медиана/Median	25–75 процентили/percentile	Медиана/Median	25–75 процентили/percentile
Fem-PE	25	(12–35)	29	(21–38)
Fem-M	38	(29–53)	33	(25–50)
Fem-JA	29	(19–40)	25	(17–38)

Fem-PE – проксимальное расширение бедренного канала (femoral proximal escalation); Fem-M – средняя треть бедренного канала (femoral midsection); Fem-JA – апертура бедренного канала (femoral joint aperture).

Таблица 2/Table 2

**Расширение бедренного канала в контрольной группе
Widening of femoral tunnel in control group**

Уровень измерения Measurement level	Расширение бедренного канала/Widening of femoral tunnel			
	Коронарная плоскость/Coronal plane		Сагиттальная плоскость/Sagittal plane	
	Медиана/Median	25–75 процентиля/percentile	Медиана/Median	25–75 процентиля/percentile
Fem-PE	29	(23–41)	29	(29–38)
Fem-M	53	(38–54)	43	(38–53)
Fem-JA	38	(25–43)	29	(23–38)

См. таблицу 1/ Look upon table 1.

Таблица 3/Table 3

**Оценка влияния дополнительной поперечной фиксации трансплантата в области бедренного канала на его расширение
Assessment of influence of supplementary transverse graft fixation in femoral tunnel on tunnel widening**

Коронарная плоскость Coronal plane	p	Сагиттальная плоскость Sagittal plane	p
Fem-PE	0,128	Fem-PE	0,320
Fem-M	0,133	Fem-M	0,181
Fem-JA	0,446	Fem -JA	0,730

Таблица 4/Table 4

Assessment of influence of supplementary transverse one or two pin fixation on femoral tunnel widening

Коронарная плоскость Coronal plane	p	Сагиттальная плоскость Sagittal plane	p
Fem-PE	0,126	Fem-PE	0,067
Fem-M	0,098	Fem-M	0,425
Fem -JA	0,244	Fem-JA	0,125

Обсуждение

По данным T. Leys с соавторами и L. Pinzewski с соавторами, частота разрывов ауто-трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц при оценке отдаленных результатов (до 20 лет после операции) составляет от 10 до 18% [21, 25]. В нашей работе при использовании дополнительной поперечной фиксации трансплантата в области бедренного канала частота разрыва трансплантата при сроке послеоперационного наблюдения более 8 лет составила 14,3%, а при использовании только подвешивающей кортикальной фиксации – 17,5%.

Одним из методов оценки послеоперационных результатов после первичной пластики ПКС является определение диаметра костных каналов в бедренной и большеберцовой костях [22, 27].

Расширение костных каналов зависит от механических и биологических факторов [14, 26, 32]. Мы предположили, что использование дополнительной поперечной фиксации трансплантата в области бедренного канала поможет уменьшить расширение костных каналов.

J. Baumfeld с соавторами оценивали диаметры каналов по данным рентгенограмм и получили среднее расширение бедренного канала в группе с подвешивающим фиксатором Endobutton CL в прямой проекции – 50±22,7%, в боковой проекции – 55,8 ±23,9%, а в группе с поперечным фиксатором Rigidfix среднее расширение составило 44,5 ±19,5% в прямой и 48±19,9% в боковой проекциях. Авторы получили большее статистически значимое расширение канала в группе с подвешивающим кортикальным фиксатором [8]. В исследовании S. Kuskucu с соавторами среднее расширение

бедренного канала в группе с подвешивающим фиксатором Endobutton CL составило 43,7%, а в группе с поперечным фиксатором Transfix – 32,61% [18]. В работе В. Basson с соавторами среднее расширение бедренного канала при использовании подвешивающего фиксатора пуговицы Ziploop (Biomet) составило $49,32 \pm 0,52\%$. Однако авторы использовали оценку расширения каналов по данным компьютерной томографии (КТ) [7]. В исследовании А. Weber с соавторами измерение диаметра костных каналов выполняли по данным МРТ в коронарной и сагиттальной плоскостях на 3 уровнях. В работе не сравнивались различные техники фиксации трансплантата, однако были показаны статистически значимые различия в расширении канала на разных уровнях изменения костного туннеля [32]. Во всех приведенных исследованиях при артроскопической пластике ПКС использовалась транстибиальная техника формирования костных каналов.

В нашем исследовании наибольшее расширение бедренного канала было зафиксировано в средней трети, на этом уровне медиана расширения в основной группе в коронарной плоскости составила 38%, в сагиттальной плоскости – 33%, в контрольной группе – 53 и 43% соответственно. Таким образом, расширение бедренного канала при использовании комбинированной фиксации было меньше, чем при использовании изолированной подвешивающей фиксации как в коронарной, так и в сагиттальной плоскостях, однако статистически значимой разницы получить не удалось. Расширение бедренного канала в основной группе было сопоставимо с результатами, полученными при использовании поперечного фиксатора Transfix в работе S. Kuskucu с соавторами [18].

Для измерения диаметра каналов нами была выбрана МРТ, аналогично работе А. Weber с соавторами [32]. Этот метод исследования позволил нам оценить не только костные каналы, но и состояние ауто трансплантата ПКС, исключить наличие повреждений менисков и хрящевого покрова. В. Basson с соавторами проводили оценку расширения каналов по данным КТ, которая также является достоверным методом для оценки диаметра каналов. Тем не менее, дополнительное выполнение КТ не всегда клинически и экономически целесообразно.

Недостатком нашей работы является отсутствие наблюдения за расширением костных туннелей в динамике на разных сроках после операции.

Заключение

При использовании комбинированной фиксации (подвешивающей и поперечной) в области бедренного канала при первичной артроскопической пластике ПКС ауто трансплантатом из сухожилий подколенных сгибателей имеется тенденция к снижению расширения бедренного канала и уменьшению частоты разрыва трансплантата в отдаленном послеоперационном периоде. Однако требуется дальнейшее изучение этой методики и большие группы сравнения. Магнитно-резонансная томография является эффективным методом оценки состояния костных каналов в послеоперационном периоде после артроскопической пластики ПКС.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Ахпашев А.А., Загородний Н.В., Щеголева Н.Н., Гнелица Н.Н., Королев А.В. Морфологические аспекты несостоятельности ауто трансплантата передней крестообразной связки. *Вестник новых медицинских технологий.* 2007;(4):47-49.
2. Карасева Т.Ю., Карасев Е.А. Артроскопические технологии лечения больных с нестабильностью коленного сустава. *Гений ортопедии.* 2013;(4):38-43.
3. Королев А.В. Комплексное восстановительное лечение пациентов с повреждениями менисков и связок коленного сустава с использованием артроскопических методик [автореф. дис. ... д-ра мед. наук]. М., 2004. 24 с.
4. Лазишвили Г.Д., Шехтер А.Б., Лисицын М.П., Скорогляд П.А., Копылов А.А., Лисицина Е.М. Артроскопическая и гистологическая оценка характера ремоделирования трансплантата после ауто-пластического замещения передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2007;(1):28-33.
5. Серебряк Т. Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки с использованием различных сухожильных трансплантатов [автореф. дис. ... канд. мед. наук]. СПб., 2012. 24 с.
6. Ahmad C.S., Gardner T.R., Groh M., Arnouk J., Levine W.N. Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004;32(3):635-640. DOI: 10.1177/0363546503261714.
7. Basson B., Philippot R., Neri T., Meucci J.F., Boyer B., Farizon F. The effect of femoral tunnel widening on one-year clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction using ZipLoop technology for fixation in the cortical bone of the femur. *Knee.* 2016;23(2):233-236. DOI: 10.1016/j.knee.2015.06.002.
8. Baumfeld J.A., Diduch D.R., Rubino L.J., Hart J.A., Miller M.D., Barr M.S., Hart J.M. Tunnel widening following anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft: a comparison between double cross-pin and suspensory graft fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(12):1108-1813. DOI: 10.1007/s00167-008-0606-y.

9. Fauno P., Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy*. 2005;21(11):1337-1341.
10. Gabler C.M., Jacobs C.A., Howard J.S., Mattacola C.G., Johnson D.L. Comparison of graft failure rate between autografts placed via an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction technique a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Am J Sports Med*. 2016;44(4):1069-1079. DOI: 10.1177/0363546515584043.
11. Gabr A., O'Leary S., Spalding T., Bollen S., Haddad F. The UK National Ligament Registry Report 2015. *Knee*. 2015;22(4):351-353. DOI: 10.1016/j.knee.2015.05.002.
12. Gianotti S.M., Marshall S.W., Hume P.A., Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *J Sci Med Sport*. 2009;12(6):622-627. DOI: 10.1016/j.jsams.2008.07.005.
13. Granan L.P., Forssblad M., Lind M., Engebretsen L. The Scandinavian ACL registries 2004–2007: baseline epidemiology. *Acta Orthop*. 2009;80(5):563-567. DOI: 10.3109/17453670903350107.
14. Hantes M.E., Mastrokalos D.S., Yu J., Paessler H.H. The effect of early motion on tibial tunnel widening after anterior cruciate ligament replacement using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*. 2004;20(6):572-580.
15. Janssen K.W., Orchard J.W., Driscoll T.R., van Mechelen W. High incidence and costs for anterior cruciate ligament reconstructions performed in Australia from 2003–2004 to 2007–2008: time for an anterior cruciate ligament register by Scandinavian model? *Scand J Med Sci Sports*. 2012;22(4):495-501. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2010.01253.x.
16. Kobayashi M., Nakağawa Y., Suzuki T., Okudaira S., Nakamura T. A retrospective review of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons fixed with a metal round cannulated interference screw in the femur. *Arthroscopy*. 2006;22(10):1093-1099. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.05.017.
17. Kousa P., Järvinen T.L., Vihavainen M., Kannus P., Järvinen M. The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction part I: femoral site. *Am J Sports Med*. 2003;31(2):174-181. DOI: 10.1177/03635465030310020401.
18. Kuskucu S.M. Comparison of short-term results of bone tunnel enlargement between EndoButton CL and cross-pin fixation systems after chronic anterior cruciate ligament reconstruction with autologous quadrupled hamstring tendons. *J Int Med Res*. 2008;36(1):23-30.
19. Kvist J., Kartus J., Karlsson J., Forssblad M. Results from the Swedish national anterior cruciate ligament register. *Arthroscopy*. 2014;30(7):803-810. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.02.036.
20. Lee Y.S., Ahn J.H., Lim H.C., Kim J.G., Yoo J.H., Wang J.H., Park J.S. Structural change of soft tissue anterior cruciate ligament reconstructions with cross-pin fixation between immediate and postoperative 8 weeks: a study with use of magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med*. 2009;37(2):285-290. DOI: 10.1177/0363546508324691.
21. Leys T., Salmon L., Waller A., Linklater J., Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med*. 2012;40(3):595-605. DOI: 10.1177/0363546511430375.
22. Lopes O.V. Jr., de Freitas Spinelli L., Leite L.H., Buzzeto B.Q., Saggini P.R., Kuhn A. Femoral tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using RigidFix compared with extracortical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;27:1-7. DOI: 10.1007/s00167-015-3888-x.
23. Milano G., Mulas P.D., Ziranu F., Piras S., Manunta A., Fabbriani C. Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy*. 2006;22(6):660-668. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.04.082.
24. Monaco E., Labianca L., Speranza A., Agrò A.M., Camillieri G., D'Arrigo C., Ferretti A. Biomechanical evaluation of different anterior cruciate ligament fixation techniques for hamstring graft. *J Orthop Sci*. 2010;15(1):125-131. DOI: 10.1007/s00776-009-1417-9.
25. Pinczewski L., Salmon L., Thompson S., Waller A., Linklater J., Roe J. Radiographic Osteoarthritis, Clinical Outcomes and Re-Injury 20 Years after ACL Reconstruction. A Prospective Study Of Hamstring and Patellar Tendon Grafts. *Orthop J Sports Med*. 2016;4(2):2325967116S00004. Published online 2016 Feb 16. DOI: 10.1177/2325967116S00004.
26. Rodeo S.A., Kawamura S., Kim H.J., Dymybil C., Ying L. Tendon healing in a bone tunnel differs at the tunnel entrance versus the tunnel exit: an effect of graft-tunnel motion? *Am J Sports Med*. 2006;34(11):1790-800.
27. Sabat D., Kundu K., Arora S., Kumar V. Tunnel widening after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized computed tomography--based study comparing 2 different femoral fixation methods for hamstring graft. *Arthroscopy*. 2011;27(6):776-783. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.02.009.
28. Sanders T.L., Maradit Kremers H., Bryan A.J., Larson D.R., Dahm D.L., Levy B.A., Stuart M.J., Krych A.J. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):1502-1507. DOI: 10.1177/0363546516629944.
29. Saygi B., Karaman O., Sirin E., Arslan I., Demir A., Oztermeli A. Comparison of different femoral fixation implants and fit techniques for tunnel widening and clinical outcome in ACL reconstruction using hamstring autograft. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(2):241-247. DOI: 10.1007/s00402-015-2348-x.
30. Stoller D.W. Stoller's atlas of orthopaedics and sports medicine. Philadelphia : Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 1039 p.
31. Ugutmen E., Ozkan K., Güven M., Sener N., Altintas F. Early tunnel enlargement after arthroscopic ACL reconstructions. *Acta Orthop Belg*. 2007;73(5):625-629.
32. Weber A.E., Delos D., Oltean H.N., Vadasdi K., Cavanaugh J., Potter H.G., Rodeo S.A. Tibial and Femoral Tunnel Changes After ACL Reconstruction: A Prospective 2-Year Longitudinal MRI Study. *Am J Sports Med*. 2015;43(5):1147-1156. DOI: 10.1177/0363546515570461.
33. Webster K.E., Feller J.A., Leigh W.B., Richmond A.K. Younger patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2014;42(3):641-647. DOI: 10.1177/0363546513517540.

References

1. Akhpashev A., Zagorodny N., Schegoleva N., Gnelitsa N., Korolev A. [Morphological aspects of anterior cruciate ligament graft failure]. *Vestnik novykh meditsinskih tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2007;(4):47-49. (in Russian).

2. Karaseva T., Karasev E. [Arthroscopical technologies in treatment of knee instability]. *Geniy Ortopedii* [Genious of orthopaedics]. 2013;(4):38-43. (in Russian).
3. Korolev A.V. [Complex restorative treatment of patients with knee joint meniscus and ligament injuries using arthroscopic techniques. Dr. med. sci. diss. abstract]. Moscow, 2004. 24 p. (in Russian).
4. Lazishvili G., Shehter A., Lisitsyin M., Skoroglyadov P., Kopyilov A., Lisitsyina E. [Arthroscopic and histological assessment of the autograft remodeling following ACL reconstruction of the knee joint]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2007;(1):28-33. (in Russian).
5. Serebryak T. [Arthroscopic ACL reconstruction with using different ligament autografts. Cand. med. sci. diss. abstract]. Saint Petersburg, 2012. 24 p. (in Russian).
6. Ahmad C.S., Gardner T.R., Groh M., Arnouk J., Levine W.N. Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004;32(3):635-640. DOI: 10.1177/0363546503261714.
7. Basson B., Philippot R., Neri T., Meucci J.F., Boyer B., Farizon F. The effect of femoral tunnel widening on one-year clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction using ZipLoop technology for fixation in the cortical bone of the femur. *Knee.* 2016;23(2):233-236. DOI: 10.1016/j.knee.2015.06.002.
8. Baumfeld J.A., Diduch D.R., Rubino L.J., Hart J.A., Miller M.D., Barr M.S., Hart J.M. Tunnel widening following anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft: a comparison between double cross-pin and suspensory graft fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(12):1108-1813. DOI: 10.1007/s00167-008-0606-y.
9. Fauno P., Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy.* 2005;21(11):1337-1341.
10. Gabler C.M., Jacobs C.A., Howard J.S., Mattacola C.G., Johnson D.L. Comparison of graft failure rate between autografts placed via an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction technique a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Am J Sports Med.* 2016;44(4):1069-1079. DOI: 10.1177/0363546515584043.
11. Gabr A., O'Leary S., Spalding T., Bollen S., Haddad F. The UK National Ligament Registry Report 2015. *Knee.* 2015;22(4):351-353. DOI: 10.1016/j.knee.2015.05.002.
12. Gianotti S.M., Marshall S.W., Hume P.A., Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *J Sci Med Sport.* 2009;12(6):622-627. DOI: 10.1016/j.jsams.2008.07.005.
13. Granan L.P., Forssblad M., Lind M., Engebretsen L. The Scandinavian ACL registries 2004–2007: baseline epidemiology. *Acta Orthop.* 2009;80(5):563-567. DOI: 10.3109/17453670903350107.
14. Hantes M.E., Mastrokalos D.S., Yu J., Paessler H.H. The effect of early motion on tibial tunnel widening after anterior cruciate ligament replacement using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy.* 2004;20(6):572-580.
15. Janssen K.W., Orchard J.W., Driscoll T.R., van Mechelen W. High incidence and costs for anterior cruciate ligament reconstructions performed in Australia from 2003–2004 to 2007–2008: time for an anterior cruciate ligament register by Scandinavian model? *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(4):495-501. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2010.01253.x.
16. Kobayashi M., Nakagawa Y., Suzuki T., Okudaira S., Nakamura T. A retrospective review of bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons fixed with a metal round cannulated interference screw in the femur. *Arthroscopy.* 2006;22(10):1093-1099. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.05.017.
17. Kousa P., Järvinen T.L., Vihavainen M., Kannus P., Järvinen M. The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction part I: femoral site. *Am J Sports Med.* 2003;31(2):174-181. DOI: 10.1177/03635465030310020401.
18. Kuskucu S.M. Comparison of short-term results of bone tunnel enlargement between EndoButton CL and cross-pin fixation systems after chronic anterior cruciate ligament reconstruction with autologous quadrupled hamstring tendons. *J Int Med Res.* 2008;36(1):23-30.
19. Kvist J., Kartus J., Karlsson J., Forssblad M. Results from the Swedish national anterior cruciate ligament register. *Arthroscopy.* 2014;30(7):803-810. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.02.036.
20. Lee Y.S., Ahn J.H., Lim H.C., Kim J.G., Yoo J.H., Wang J.H., Park J.S. Structural change of soft tissue anterior cruciate ligament reconstructions with cross-pin fixation between immediate and postoperative 8 weeks: a study with use of magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med.* 2009;37(2):285-290. DOI: 10.1177/0363546508324691.
21. Leys T., Salmon L., Waller A., Linklater J., Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med.* 2012;40(3):595-605. DOI: 10.1177/0363546511430375.
22. Lopes O.V. Jr., de Freitas Spinelli L., Leite L.H., Buzzeto B.Q., Saggin P.R., Kuhn A. Femoral tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using RigidFix compared with extracortical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;27:1-7. DOI: 10.1007/s00167-015-3888-x.
23. Milano G., Mulas P.D., Ziranu F., Piras S., Manunta A., Fabbriani C. Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy.* 2006;22(6):660-668. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.04.082.
24. Monaco E., Labianca L., Speranza A., Agrò A.M., Camillieri G., D'Arrigo C., Ferretti A. Biomechanical evaluation of different anterior cruciate ligament fixation techniques for hamstring graft. *J Orthop Sci.* 2010;15(1):125-131. DOI: 10.1007/s00776-009-1417-9.
25. Pinczewski L., Salmon L., Thompson S., Waller A., Linklater J., Roe J. Radiographic Osteoarthritis, Clinical Outcomes and Re-Injury 20 Years after ACL Reconstruction. A Prospective Study Of Hamstring and Patellar Tendon Grafts. *Orthop J Sports Med.* 2016;4(2):2325967116S00004. Published online 2016 Feb 16. DOI: 10.1177/2325967116S00004.
26. Rodeo S.A., Kawamura S., Kim H.J., Dymobil C., Ying L. Tendon healing in a bone tunnel differs at the tunnel entrance versus the tunnel exit: an effect of graft-tunnel motion? *Am J Sports Med.* 2006;34(11):1790-800.
27. Sabat D., Kundu K., Arora S., Kumar V. Tunnel widening after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized computed tomography-based study comparing 2 different femoral fixation methods for hamstring graft. *Arthroscopy.* 2011;27(6):776-783. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.02.009.

28. Sanders T.L., Maradit Kremers H., Bryan A.J., Larson D.R., Dahm D.L., Levy B.A., Stuart M.J., Krych A.J. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502-1507. DOI: 10.1177/0363546516629944.
29. Saygi B., Karaman O., Sirin E., Arslan I., Demir A., Oztermeli A. Comparison of different femoral fixation implants and fit techniques for tunnel widening and clinical outcome in ACL reconstruction using hamstring autograft. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136(2):241-247. DOI: 10.1007/s00402-015-2348-x.
30. Stoller D.W. Stoller's atlas of orthopaedics and sports medicine. Philadelphia : Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 1039 p.
31. Ugutmen E., Ozkan K., Güven M., Sener N., Altintas F. Early tunnel enlargement after arthroscopic ACL reconstructions. *Acta Orthop Belg.* 2007;73(5):625-629.
32. Weber A.E., Delos D., Oltean H.N., Vadasdi K., Cavanaugh J., Potter H.G., Rodeo S.A. Tibial and Femoral Tunnel Changes After ACL Reconstruction: A Prospective 2-Year Longitudinal MRI Study. *Am J Sports Med.* 2015;43(5):1147-1156. DOI: 10.1177/0363546515570461.
33. Webster K.E., Feller J.A., Leigh W.B., Richmond A.K. Younger patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2014;42(3):641-647. DOI: 10.1177/0363546513517540.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Королев Андрей Вадимович – д-р мед. наук, главный врач Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»

Магнитская Нина Евгеньевна – ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»

Рязанцев Михаил Сергеевич – ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»

Ильин Дмитрий Олегович – канд. мед. наук, ортопед-травматолог Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Афанасьев Алексей Павлович – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

Фролов Александр Владимирович – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO)

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Andrey V. Korolev – Dr. Sci. (Med.), Chief Doctor and Medical Director of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Professor of Department of Traumatology and Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia

Nina E. Magnitskaya – Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Postgraduate Student, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia

Mikhail S. Ryazantsev – Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Postgraduate Student, Department of Traumatology, Orthopaedics and Arthrology, Peoples Friendship University of Russia

Dmitrii O. Il'in – Cand. Sci. (Med.), Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

Aleksei P. Afanas'yev – Cand. Sci. (Med.) Orthopedic Surgeon, Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

Aleksandr V. Frolov – Cand. Sci. (Med.) Orthopedic Surgeon, Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO)

ОСОБЕННОСТИ КОНСОЛИДАЦИИ ПЕРЕЛОМА ДИАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ У БОЛЬНЫХ ПРИ ЧРЕСКОСТНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ МЕТОДОМ ИЛИЗАРОВА

А.Н. Ерохин, В.Т. Тарчоков

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России
Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, 640014, Россия

Реферат

Актуальность. На основе анализа литературных данных была сформулирована гипотеза о том, что особенности консолидации диафизарных переломов плечевой кости при лечении методом Илизарова обусловлены их количественными характеристиками.

Цель исследования – разработать количественные характеристики диафизарных переломов плечевой кости и проанализировать их взаимосвязь со сроком сращения костных отломков.

Материал и методы. Проанализированы рентгенограммы 41 больного с диафизарными переломами плечевой кости в возрасте от 21 до 60 лет (медиана – 37 лет), из них 19 мужчин и 22 женщин. С применением программы Weasis были разработаны формулы для количественных характеристик диафизарного перелома плечевой кости: удаленности зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости, протяженности зоны перелома и величины смещения отломков. При статистическом анализе фактических данных вычисляли среднее, стандартное отклонение, медиану, минимум, максимум, 25-й процентиль, 75-й процентиль. Для проверки согласия полученных данных с нормальным распределением использовали критерий Шапиро – Уилка. Корреляционный анализ проводили посредством вычисления коэффициентов корреляции Кендалла и Пирсона. Статистическую обработку фактических данных проводили посредством двухвыборочных критериев: непараметрического знаково-рангового критерия Вилкоксона и параметрического *t*-критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали эффекты (корреляции и различия) со значениями $p \leq 0,05$. Использовали возможности программного обеспечения Microsoft Office Excell 2007 и программы AtteStat 13.1.

Результаты. Статистический анализ выборки, включающей оскольчатые и винтообразные переломы диафиза плечевой кости, показал, что уровень перелома находился в пределах $40,9 \pm 19,9\%$, распределяясь от 11,6% до 72,4% по длине диафиза. Корреляционный анализ выявил статистически значимую, умеренной силы отрицательную связь между уровнем расположения перелома и сроком консолидации (коэффициент Пирсона $r = -0,46$; $p = 0,0091$). Между протяженностью перелома и сроком консолидации отмечалась статистически значимая положительная умеренной силы связь (коэффициент Пирсона $r = 0,43$; $p = 0,015$). Статистически значимая положительная, слабая связь отмечалась между показателем «пострепозиционная величина смещения» отломков и сроком консолидации (коэффициент Кендалла $\tau = 0,25$; $p = 0,045$). Внутри группы оскольчатых и винтообразных диафизарных переломов плечевой кости отмечался более длительный срок консолидации в выборке с переломами диафиза в зоне до 48,4% удаленности от проксимального конца плечевой кости по сравнению с выборкой переломов, располагающихся ниже указанной границы.

Выводы. Срок сращения перелома диафиза плечевой кости коррелирует со следующими характеристиками: 1) локализацией перелома: чем ближе расположение перелома к дистальному концу плечевой кости, тем меньше срок сращения; 2) протяженностью зоны перелома: чем больше протяженность зоны перелома, тем длительнее срок сращения; 3) пострепозиционной величиной смещения отломков: чем больше величина пострепозиционного смещения отломков, тем длительнее срок сращения. Выявленные зависимости справедливы для диафизарных переломов плечевой кости в пределах от 11 до 72% удаленности перелома от проксимального конца плечевой кости.

Ключевые слова: диафизарные переломы плечевой кости, метод Илизарова, срок консолидации перелома.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-70-80.

Ерохин А.Н., Тарчоков В.Т. Особенности консолидации перелома диафиза плечевой кости у больных при чрескостном остеосинтезе методом Илизарова. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):70-80. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-70-80.

Cite as: Erokhin A.N., Tarchokov V.T. [Specifics of Diaphyseal Humerus Fractures Healing in Patients Treated by Ilizarov External Fixation]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):70-80. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-70-80.

✉ Ерохин Александр Николаевич. Ул. М. Ульяновой, д. 6, г. Курган, 640014, Россия / Alexander N. Erokhin. 6, ul. M. Ulyanova, Kurgan, 640014, Russia; e-mail: alexnico59@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 01.11.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 23.12.2016.

Specifics of Diaphyseal Humerus Fractures Healing in Patients Treated by Ilizarov External Fixation

A.N. Erokhin, V.T. Tarchokov

*Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»
6, ul. M. Ulyanova, Kurgan, 640014, Russia*

Abstract

Based on the literature data analysis a hypothesis was made that specific features of humeral diaphyseal fractures consolidation process in result of Ilizarov method treatment depend on their quantitative characteristics.

Purpose of the study – to develop quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures and to analyze their correlation to the terms of bone fragments healing.

Materials and methods. The authors studied X-rays of forty one patient with diaphyseal humerus fractures; age of patients ranged from 21 to 60 years (median – 37 years), there were 19 male and 22 female patients. The authors worked out the formulas using Weasis software for quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures: distance of the fracture site from proximal metaphysis of the humerus, extension of the fracture line and degree of bone fragments displacement. During statistical analysis of the recorded data the average standard deviation, median, minimum, maximum, 25th percentile and 75th percentile were calculated. The Shapiro-Wilk test was used to check consistency of recorded data with normal distribution of characteristics. Correlation analysis was performed by calculation of Kendall and Pearson coefficients. Statistical processing of reported data was done by means of unpaired criteria: non-parametric Wilcoxon test and parametric Student t-test. When comparing two samples a null hypothesis was rejected at the level of test significance $p \leq 0.05$. The authors utilized Microsoft Office Excel 2007 and AtteStat, version 13.1.

Results. Statistical analysis of the samples including comminuted and spiral fractures of humeral diaphysis demonstrated that the level of the fracture was within $40.9 \pm 19.9\%$ and distributed from 11.6% to 72.4% along the diaphysis. Correlation analysis demonstrated statistically valid moderate negative relation between the level of fracture site and consolidation period (Pearson correlation coefficient $r = -0.46$; $p = 0.0091$). There is a statistically valid positive moderate relation between extension of the fracture line and consolidation period (Pearson correlation coefficient $r = 0.43$; $p = 0.015$). Statistically valid positive and weak relation was observed between the value of “post-reduction displacement” of bone fragments and consolidation period (Kendall correlation coefficient $\tau = 0.25$; $p = 0.045$). Within the group of comminuted and spiral diaphyseal fractures of the humerus the authors observed a statistically valid longer consolidation period in the sample with diaphyseal fractures, located up to 48.4% away from the proximal end of the humerus as compared to the sample of fractures, located below the indicated border.

Conclusions. Consolidation period of the diaphyseal humerus fractures demonstrated statistically valid correlation with the following characteristics of the fracture: 1) fracture location: the closer to the distal end of the humerus the shorter is consolidation term; 2) extension of the fracture site: the longer is the fracture line the longer is consolidation period; 3) post-reduction degree of bone fragments displacement: the larger is the degree of displacement the longer is consolidation period. The correlations observed during the study are true for diaphyseal humerus fractures located within 11 to 72% away from the proximal end of the humerus.

Keywords: diaphyseal humerus fractures, Ilizarov method, consolidation period.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-70-80.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Анализ литературных данных показал, что лечение закрытых диафизарных переломов плечевой кости до настоящего времени остается актуальной проблемой неотложной травматологии. Предлагаются усовершенствованные технологии накостного остеосинтеза для лечения переломов нижней трети диафиза плечевой кости [7], малоинвазивного закрытого интрамедуллярного остеосинтеза, обеспечивающего устранение типичного варусного смещения отломков при переломах проксимального отдела плечевой кости и их последствий [15], лечения

переломов плечевой кости у детей с помощью титановых эластичных стержней [10], оперативного лечения диафизарных переломов плеча у детей с использованием гвоздей Эндера [5]. Следует отметить, что анализ результатов лечения диафизарных переломов плечевой кости построен на взаимосвязи с методами и подходами к реабилитации [8, 12]. Характерны тенденции к изучению возможностей способов лечения переломов плечевой кости в рамках общей проблемы реабилитации больных с политравмой [2, 13] или совокупности диафизарных переломов различных костей скелета человека [3, 11, 16].

Особенности лечения переломов плечевой кости и их последствий анализируются либо в связи с травмой головки [17, 18] и дистального отдела [6, 14], либо повреждения периферических нервов, чаще – лучевого [1, 4]. Вместе с тем, при лечении больных данной категории не учитываются факторы, связанные с характеристиками диафизарных переломов плечевой кости.

Цель исследования – разработать количественные характеристики диафизарных переломов плечевой кости (удаленность зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости, протяженность зоны перелома, величина первичного и пострепозиционного смещения отломков) и проанализировать взаимосвязь указанных характеристик со сроком сращения костных отломков. Исходной посылкой для определения данных характеристик диафизарного перелома плечевой кости было предположение о том, что они должны в силу своей функциональной значимости оказывать влияние на сроки консолидации перелома.

Материал и методы

Проанализированы рентгенограммы 41 пациента в возрасте от 21 до 60 лет (медиана – 37 лет) с диафизарными переломами плечевой кости, из них 19 мужчин и 22 женщины.

Критерии включения: диафизарный перелом плечевой кости, чрескостный остеосинтез аппаратом Илизарова, возраст от 18 до 65 лет.

Критерии исключения: повреждение дистального отдела плечевой кости и локтевого сустава, повреждение головки плечевой кости, наличие клинических и электромиографических признаков повреждения лучевого, локтевого и срединного нервов, возраст менее 18 и более 65 лет.

Измерения выполняли с использованием программы Weasis*. Рентгенологический контроль осуществляли в течение первых-вторых суток после операции, в случае дополнительных репозиционных действий в послеоперационном периоде – в день коррекции, затем через 3–4 нед. после фиксации в аппарате, далее непосредственно перед снятием аппарата Илизарова и через неделю после снятия аппарата.

Критерии консолидации переломов: рентгенологические признаки активно формирующейся костной мозоли в области перелома; отрицательный результат при выполнении так называемой клинической пробы, которая заключается в раскручивании стержней в аппарате Илизарова, соединяющих базы проксимального и дистального отломков, и определения патологической подвижности и болевых ощущений в зоне

Нами были введены следующие характеристики диафизарного перелома плечевой кости:

1. Относительная удаленность зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости. Для этого в программе использовали группу инструментов из раздела «Измерение». В качестве единицы измерения выбирали миллиметры (рис. 1).



Рис. 1. Рабочее окно программы Weasis при измерении длины проксимального и дистального отломков

Fig. 1. Active window of Weasis software when measuring length of proximal and distal fragments

* <https://dcm4che.atlassian.net/wiki/display/WEA/Home>.

Указанную характеристику перелома рассчитывали по формуле:

$$L_3 = \frac{L_1}{L_1 + L_2} \times 100\%, \quad (1)$$

где L_1 – длина проксимального отломка (мм); L_2 – длина дистального отломка (мм); L_3 – удаленность зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости от величины диафиза плечевой кости (%).

2. Относительную протяженность зоны перелома рассчитывали по формуле:

$$L_p = \frac{L_p^1}{L_1 + L_2} \times 100\%, \quad (2)$$

где L_1 – длина проксимального отломка (мм), L_2 – длина дистального отломка (мм); L_p^1 – протяженность зоны перелома в миллиметрах; L_p – протяженность зоны перелома от величины диафиза плечевой кости (%).

3. Величину первичного смещения отломков рассчитывали в два этапа:

1) определяли величину истинного смещения дистального отломка относительно проксимального в прямой и боковой проекциях по формуле:

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (3)$$

где C – истинная величина смещения отломков (мм); a – величина смещения отломков на боковой проекции рентгенограммы (мм); b – величина смещения в прямой проекции рентгенограммы (мм);

2) рассчитывали относительную величину первичного смещения отломков к диаметру диафиза по формуле:

$$C_{\%} = \frac{C}{D} \times 100\%, \quad (4)$$

где $C_{\%}$ – истинная величина смещения по отношению к диаметру диафиза в процентах, C – величина истинного смещения дистального отломка по отношению проксимальному (мм), D – диаметр диафиза (мм).

Пострепозиционную величину смещения отломков ($C_{\%}$ пострепозиционное) рассчитывали аналогично первичной с использованием возможностей Zoom (рис. 2).

При статистическом анализе полученных данных вычисляли среднее, стандартное отклонение, медиану, минимум, максимум, 25-й перцентиль, 75-й перцентиль. Для проверки согласия полученных данных с нормальным распределением использовали критерий Шапиро – Уилка. Корреляционный анализ проводили посредством вычисления коэффициентов корреляции Кендалла и Пирсона.

Статистическую обработку фактических данных проводили посредством двухвыборочных критериев: непараметрического критерия Вилкоксона и параметрического t -критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали эффекты (корреляции и различия) со значениями $p \leq 0,05$. Использовали возможности программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007 и программы анализа данных AtteStat 13.1.

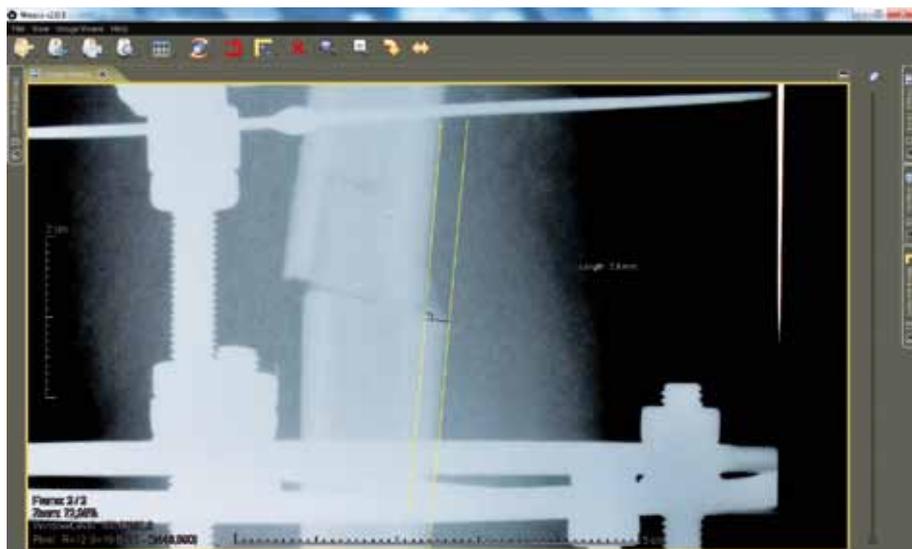


Рис. 2. Рабочее окно программного обеспечения Weasis при измерении остаточного поперечного смещения дистального отломка с использованием возможности Zoom

Fig. 2. Active window of Weasis software when measuring remaining transverse displacement of distal fragment using Zoom option

Результаты

При статистическом анализе данных выборки было определено, что среднее значение относительной удаленности зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости (L_3) находилось в пределах $43,3 \pm 18,0\%$ (ДИ: 37,7–48,8) причем распределение переломов относительно диафиза захватывало область 61,1% протяженностью от 11,3% до 72,4% длины диафиза. Половина всей выборки по уровню переломов располагалась в пределах от 24,8% до 57,1% длины диафиза (табл. 1). Корреляционный анализ показал, что между показателем L_3 и сроком консолидации имеется слабая отрицательная, но статистически значимая связь (коэффициент Кендалла $\tau = -0,23$; $p = 0,037$; Доверительный

95% интервал (ДИ), вычисленный методом Нёттер: $-0,41$; $-0,039$)*.

Статистически значимая положительная, умеренной силы связь отмечалась между показателем « $C_{\%}$ пострепозиционное» и сроком консолидации (коэффициент Кендалла $\tau = 0,32$; $p = 0,0034$; 95% ДИ – вычислено методом Нёттер: $0,12-0,51$). Выявленная слабо отрицательная статистически значимая связь между уровнем перелома послужила основанием для распределения выборки на основе ведущего признака – относительной удаленности зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости (L_3). Распределение выборки было проведено в соответствии с элементами общепринятой классификации переломов (табл. 2, 3).

Таблица 1/ Table 1

Количественные и статистические характеристики перелома диафиза плечевой кости (n = 41)
Quantitative and statistical characteristics of diaphyseal humerus fracture (n = 41)

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости, % Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Среднее Average	43,3 (46,7–54,2)	18,8 (15,1–22,6)	67,2 (55,2–79,2)	24,4 (17,4–31,5)	71, 8 (65,8–77,7)
Стандартное отклонение Standard deviation	18,0	11,9	38,0	22,9	18,9
Медиана Median	48,4 (45,5–54,4)	19,1 (14,6–22,6)	57,7 (46,3–73,7)	16,7 (14,3–26,9)	69 (62–77)
Минимум Minimum	11,3	1,7	13,4	0	42
Максимум Maximum	72,4	54,1	171,8	117,7	121
25-й процентиль 25th percentile	24,8	7,1	37,2	12,3	57
75-процентиль 75th percentile	57,1	24,9	87,2	34,7	82
Гипотеза о нормальности распределения Normal distribution hypothesis	Отклоняется Rejected	Не отклоняется Not rejected	Отклоняется Rejected	Отклоняется Rejected	Не отклоняется Not rejected

В скобках приведены значения 95% доверительного интервала (нижняя и верхняя границы).

Values of 95% of confidence interval (lower and upper borders) are given in brackets.

* Гайдышев И.П. Моделирование стохастических и детерминированных систем : руководство пользователя программы AtteStat. Курган, 2015. 484 с.

Таблица 2/Table 2

Количественные и статистические характеристики косых и поперечных переломов диафиза плечевой кости (n = 10)

Quantitative and statistical characteristics of oblique and transverse fractures of humerus diaphysis (n = 10)

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости, % Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Среднее Average	50,5 (46,1–54,8)	7,1 (2,9–11,3)	50,4 (30,7–70,1)	8,3 (2,5–14,1)	70,8 (56,2–85,4)
Стандартное отклонение Standard deviation	6,1	6,8	27,5	9,4	20,5
Медиана Median	49,1 (45,5–54,4)	4,7 (3,1–10,0)	47,3 (20,8–77,4)	5,9 (0–20,1)	67,5 (54–91)
Минимум Minimum	41,8	1,7	13,4	0	42
Максимум Maximum	64,5	24,9	102,3	23,7	114
25-й процентиль 25th percentile	47,9	3,3	33,8	0	60
75-процентиль 75th percentile	52,6	8,1	67,2	14,6	77,5
Гипотеза о нормальности распределения Normal distribution hypothesis	Не отклоняется Not rejected	Отклоняется Отклоняется	Не отклоняется Not rejected	Отклоняется Отклоняется	Не отклоняется Not rejected

В скобках приведены значения 95% доверительного интервала (нижняя и верхняя границы).
Values of 95% of confidence interval (lower and upper borders) are given in brackets.

Таблица 3/Table 3

Количественные и статистические характеристики оскольчатых и винтообразных переломов диафиза плечевой кости (n = 31)

Quantitative and statistical characteristics of comminuted and spiral fractures of humerus diaphysis (n = 31)

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости, % Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Среднее Average	40,9 (33,6–48,3)	22,6 (18,7–26,5)	72,6 (58,1–87,2)	29,6 (21,3–37,9)	72,1 (65,2–78,9)
Стандартное отклонение Standard deviation	19,9	10,7	39,7	23,7	18,7

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости, % Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Медиана Median	40,5 (24,8–56,4)	21,6 (19,0–24,4)	69,7 (47,7–84,3)	24,3 (14,9–34,7)	69 (62–78)
Минимум Minimum	11,6	5,7	19,7	0	47
Максимум Maximum	72,4	54,1	171,8	117,7	121
25- процентиль 25th percentile	22,0	17,6	43,3	14,4	57
75-процентиль 75th percentile	59,7	27,7	94,5	41,2	82,5
Гипотеза о нормальности распределения Normal distribution hypothesis	Не отклоняется Not rejected	Не отклоняется Not rejected	Не отклоняется Not rejected	Отклоняется Rejected	Не отклоняется Not rejected

В скобках приведены значения 95% доверительного интервала (нижняя и верхняя границы).

Values of 95% of confidence interval (lower and upper borders) are given in brackets.

Статистический анализ данных выборки, включающей косые и поперечные переломы диафиза плечевой кости, показал, что уровень перелома находился в пределах $50,5 \pm 6,1\%$ (95% ДИ: 46,1–54,8), распределяясь от 41,8% до 64,5% по длине диафиза. Пятьдесят процентов выборки находилось в пределах от 47,9% до 52,6% длины диафиза. Статистически значимая, положительная, очень высокой силы связь отмечалась между показателем «пострепозиционная величина смещения» отломков и сроком консолидации перелома (коэффициент Кендалла $\tau = 0,95$; $p = 0,00012$; 95% ДИ – вычислено методом Нётер: 0,56–1,34).

Статистический анализ данных выборки, включающей оскольчатые и винтообразные переломы диафиза плечевой кости показал, что показатель L_3 находился в пределах $40,9 \pm 19,9\%$ (95% ДИ: 33,6–48,3), варьируясь от 11,6% до 72,4% по длине диафиза. Пятьдесят процентов выборки находилось в пределах от 22,0% до 59,7% длины диафиза. Корреляционный анализ выявил статистически значимую умеренной силы отрицательную связь между показателем L_3 и сроком консолидации (коэффициент Пирсона $r = -0,46$; $p = 0,0091$; 95% ДИ: -0,70; -0,13). Между показателем L_p и сроком консолидации отмечалась статистически значимая положительная

умеренной силы связь (коэффициент Пирсона $r = 0,43$; $p = 0,015$; 95% ДИ: 0,092–0,68).

Статистически значимая положительная слабая связь отмечалась между показателем « $C_{\%}$ пострепозиционное» и сроком консолидации (коэффициент Кендалла $\tau = 0,25$; $p = 0,045$; 95% ДИ – вычислено методом Нётер: 0,020–0,49).

Сравнительный анализ двух выборок показал наличие статистически значимых различий между характеристиками перелома (L_3 – t - критерий Стьюдента, $p = 0,01$; L_p – критерий Вилкоксона, $p = 0,00023$; $C_{\%}$ первичное – t -критерий Стьюдента, $p = 0,03$; $C_{\%}$ пострепозиционное – критерий Вилкоксона, $p = 0,0026$) и отсутствие таковых между сроками консолидации перелома – критерий Стьюдента, $p = 0,43$.

Результаты анализа позволили предположить, что изначально ведущей характеристикой, определяющей срок консолидации перелома диафиза плечевой кости, является признак L_3 – относительная удаленность зоны перелома от проксимального метафиза плечевой кости. Это послужило основанием для распределения всей выборки больных по уровню расположения перелома. Пограничной линией для формирования двух выборок явилась медиана – 48,4% длины диафиза (табл. 4, 5).

Таблица 4/Table 4

Проксимальная локализация перелома (до значения медианы 48,4%, n = 20)
Proximal location of the fracture (up to median of 48,4%, n = 20)

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости,% Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Среднее Average	27,8 (22,1–33,5)	21,0 (14,4–27,7)	65,3 (44,8–85,7)	31,0 (18,9–43,1)	77,4 (66,5–88,2)
Стандартное отклонение Standard deviation	12,3	14,1	46,6	27,5	23,3
Медиана Median	24,1 (20,2–39,3)	21,6 (8,4–31,4)	47,0 (33,8–88,2)	27,4 (14,3–43,2)	76,5 (57–94)
Минимум Minimum	11,3	3,1	13,4	0	42
Максимум Maximum	48,2	54,1	171,8	117,7	121
25-процентиль 25th percentile	19,8	7,9	33,3	13,9	56,5
75-процентиль 75th percentile	39,6	31,6	92,7	43,6	95,25
Гипотеза о нормальности распределения Normal distribution hypothesis	Не отклоняется Not rejected	Не отклоняется Not rejected	Отклоняется Rejected	Отклоняется Rejected	Не отклоняется Not rejected

В скобках приведены значения 95% доверительного интервала (нижняя и верхняя границы).
 Values of 95% of confidence interval (lower and upper borders) are given in brackets.

Таблица 5/Table 5

Дистальная локализация перелома (после значения медианы 48,4%, n = 21)
Distal location of the fracture (beyond median of 48,4%, n = 21)

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости,% Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Среднее Average	57,9 (55,1–60,9)	16,7 (12,6–20,8)	69,1 (56,9–81,3)	18,2 (11,4–24,9)	66,5 (61,1–71,8)
Стандартное отклонение Standard deviation	6,3	9,1	28,5	15,8	11,8
Медиана Median	57,1 (54,2–60,6)	19,0 (14,6–21,6)	69,8 (55,5–83,7)	14,8 (12,3–20,1)	65 (60–73)

Статистический параметр Statistical criteria	Количественные характеристики перелома диафиза плечевой кости,% Quantitative characteristics of diaphyseal humerus fractures, %				Срок консолидации перелома, дни Consolidation term, days
	L_3	L_p	$C_{\%}$ первичное $C_{\%}$ initial	$C_{\%}$ пост-репозиционное $C_{\%}$ post-revision	
Минимум Minimum	48,3	1,1	20,8	0	47
Максимум Maximum	72,4	34,9	136,1	53,5	91
25-перцентиль 25th percentile	53,1	7,1	51,7	11,9	58
75-перцентиль 75th percentile	60,8	21,7	84,3	23,7	75
Гипотеза о нормальности распределения Normal distribution hypothesis	Не отклоняется Not rejected	Не отклоняется Not rejected	Отклоняется Rejected	Отклоняется Rejected	Не отклоняется Not rejected

В скобках приведены значения 95% доверительного интервала (нижняя и верхняя границы).
Values of 95% of confidence interval (lower and upper borders) are given in brackets.

Сравнение данных выборок по показателю «срок консолидации перелома» показал статистически значимое различие – *t*-критерий Стьюдента, $p = 0,036$.

Обсуждение

Влияние уровня расположения диафизарного перелома плечевой кости на срок его консолидации практически не обсуждалось в литературе. Вместе с тем, результаты нашего исследования показали, что локализация диафизарного перелома плечевой кости по отношению к проксимальному отделу оказывает влияние на срок его консолидации. Смещение уровня перелома к дистальному концу плечевой кости обуславливает ускорение процесса консолидации костных отломков. Причина выявленного нами феномена заключается, по-видимому, в особенностях кровоснабжения плечевой кости, которые заключаются в том, что интенсивность его усиливается в направлении от проксимального конца диафиза к дистальному. Это обусловлено спецификой системы кровоснабжения плечевой кости, которая характеризуется тем, что на диафизе плечевой кости в 86% случаев располагается одно питательное отверстие, находящееся на медиальной поверхности диафиза ниже его середины [9]. Эта закономерность выявляется для винтообразных и оскольчатых переломов, которые захватывают 60,8% длины диафиза

плечевой кости, но не проявляется при косых и поперечных переломах, охватывающих 22,7% длины диафиза. Особенно четко эта закономерность проявляется внутри группы оскольчатых и винтообразных диафизарных переломов плечевой кости, когда отмечался значимо более длительный срок консолидации в выборке с переломами диафиза в зоне до 48,4% удаленности от проксимального конца плечевой кости по сравнению с выборкой переломов, располагающихся ниже указанной границы.

Выводы

Срок сращения перелома диафиза плечевой кости статистически значимо коррелирует со следующими его характеристиками:

а) локализацией: чем ближе расположение перелома к дистальному концу плечевой кости, тем меньше срок сращения;

б) протяженностью зоны: чем больше протяженность зоны перелома, тем длительнее срок сращения;

в) пострепозиционной величиной смещения отломков: чем больше величина пострепозиционного смещения отломков, тем длительнее срок сращения.

Выявленные зависимости справедливы для диафизарных переломов плечевой кости в пределах от 11 до 72% удаленности перелома от проксимального конца плечевой кости.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Боголюбовский Ю.Ф., Клюквин И.Ю., Сластилин В.В. Современное состояние проблемы диагностики и лечения закрытых диафизарных переломов плечевой кости, осложненных нейропатией лучевого нерва (обзор литературы). *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2015;(4):30-38.
2. Брусенкаева Е.М., Аршидинов Р.А., Ермолин Е.П., Клановец Е.К. Результаты блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза диафизарных околосуставных переломов у больных с политравмой. *Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева*. 2010;(3):62-64.
3. Джоджуа А.В. Ретроградный остеосинтез бедренной и плечевой костей. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2008;3(2): 25-27.
4. Ерохин А.Н., Сысенко Ю.М. К вопросу о диагностике и лечении поврежденных лучевого нерва. *Гений ортопедии*. 2000;(2):34-37.
5. Кузьмин В.П., Тарасов С.О., Попов И.Н., Миронов С.В., Войтенков А.Ф., Кононир Н.Н., Крылова Н.Н. Монолатеральный малоинвазивный остеосинтез диафизарных переломов плеча у детей. *Травматология и ортопедия России*. 2012;1(63):94-97.
6. Литвинов И.И., Ключевский В.В., Рыжкин А.А. Накостный остеосинтез переломов нижней трети диафиза плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2011;1(59):117-120.
7. Мусоев Д.С. Остеосинтез при лечении диафизарных переломов длинных трубчатых костей у детей. *Вестник Авиценны*. 2015;3(64):37-41.
8. Николенко В.Н., Фомичева О.А. Морфология источников кровоснабжения диафиза плечевой кости. *Морфологические ведомости*. 2007;(1-2):95-98.
9. Новиков И.Ю., Попков Д.А. Опыт лечения переломов плечевой кости у детей с применением титановых эластичных стержней. *Гений ортопедии*. 2013;(1):28-31.
10. Побел Е.А. Результаты лечения пациентов с диафизарными переломами длинных костей конечностей (ретроспективный анализ). *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2012;(4):90-93.
11. Попсуишапка А.К., Ужигова О.Е., Литвишко В.А. Частота несращения отломков при изолированных диафизарных переломах длинных костей конечностей. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2013;(1): 39-43.
12. Сироджов К.Х., Исупов Ш.А., Рахимов А.Т. Оптимизация остеосинтеза осложненного перелома плечевой кости у больных с политравмой. *Практическая медицина*. 2014;5(81):119-121.
13. Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Цыкунов М.Б., Джанибеков М.Х. Оптимизация реабилитационного процесса при оперативном лечении переломов дистального конца плеча. *Вестник восстановительной медицины*. 2015;(3):29-32.
14. Челноков А.Н., Лаврукова Е.А. Способ закрытого интрамедуллярного остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости с варусной деформацией. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):52-59.
15. Lascombes Pierre, Попков Д.А., Коробейников А.А. Интрамедуллярный эластичный остеосинтез при диафизарных переломах у детей (часть 2). *Гений ортопедии*. 2014;(4):108-115.
16. Ruter A. [Indication and technique for shoulder endoprotheses in fractures]. *Chirurg*. 2001;72(11): 1246-1252. (in German).
17. Stangl R., Hennig F. [Fractures of the upper arm close to the shoulder, including joint replacement]. *Trauma Berufskrankheit*. 2000;2(Supple 2):S180-185. (in German).

References

1. Bogolyubskii Yu.F., Klyukvin I.Yu., Slastinin V.V. [The current state of diagnostic problems and treatment of closed diaphyseal fractures of the humerus, the radial nerve neuropathy complicated (review).] *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo «Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'»* [Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care]. 2015;(4):30-38. (in Russian).
2. Brusenkaya E.M., Arshidinov R.A., Ermolin E.P., Klanovets E.K. [Results locking intramedullary nailing of diaphyseal periarticular fractures in patients with polytrauma]. *Vestnik KGMA im. I.K. Akhumbaeva* [Journal of Kyrgyz State Medical Academy named after Ahunbaev]. 2010;(3):62-64. (in Russian).
3. Dzhodzhuia A.V. [Retrograde osteosintez femur and humerus bones]. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova* [Journal of the National Medical and Surgical Center named after Pirogov]. 2008;3(2):25-27. (in Russian).
4. Erokhin A.N., Sysenko Yu.M. [To a question about the diagnosis and treatment of damage to the radial nerve]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2000;(2):34-37. (in Russian).
5. Kuz'min V.P., Tarasov S.O., Popov I.N., Mironov S.V., Voitenkov A.F., Kononir N.N., Krylova N.N. [Is unilateral minimally invasive osteosynthesis of diaphyseal fractures of the shoulder in children]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;1(63):94-97. (in Russian).
6. Litvinov I.I., Klyuchevskii V.V., Ryzhkin A.A. [Osteosynthesis of fractures of the lower third of the diaphysis of the humerus]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2011; 1(59):117-120. (in Russian).
7. Musoev D.S. [Osteosynthesis in the treatment of diaphyseal fractures of long bones in children]. *Vestnik Avitsenny* [Avicenna Journal]. 2015;3(64):37-41. (in Russian).
8. Nikolenko V.N., Fomicheva O.A. [The morphology of the sources of blood supply to the diaphysis of the humerus]. *Morfologicheskie vedomosti* [Morphological Bulletin]. 2007;(1-2):95-98. (in Russian).
9. Novikov I.Yu., Popkov D.A. [Experience in the treatment of fractures of the humerus in children with elastic titanium rods]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2013;(1): 28-31. (in Russian).
10. Pobel E.A. [Results of treatment of patients with diaphyseal fractures of the long bones of the limbs (retrospective analysis)]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 2012;(4): 90-93. (in Russian).
11. Popsuishapka A.K., Uzhigova O.E., Litvishko V.A. [The frequency of nonunion of bone fragments for isolated diaphyseal fractures of long bones of limbs]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 2013;(1):39-43. (in Russian).

12. Sirodzhov K.Kh., Isupov Sh.A., Rakhimov A.T. [Optimization of osteosynthesis of complicated fracture of the humerus in patients with polytrauma]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical Medicine]. 2014;5(81):119-121. (in Russian).
13. Solod E.I., Lazarev A.F., Tsykunov M.B., Dzhaniybekov M.Kh. Optimization of the rehabilitation process in the surgical treatment of fractures of the distal end of the shoulder]. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny* [Bulletin of Restorative Medicine] 2015;(3):29-32. (in Russian).
14. Chelnokov A.N., Lavrukova E.A. [The method of closed intramedullary nailing for fractures of the proximal humerus with a varus deformity]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4):52-59. (in Russian).
15. Lascombes Pierre, Popkov D.A., Korobeinikov A.A. [Elastic Intramedullary osteosynthesis at diaphyseal fractures in children (part 2)]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopaedics]. 2014;(4):108-115. (in Russian).
16. Ruter A. [Indication and technique for shoulder endoprostheses in fractures]. *Chirurg.* 2001;72(11): 1246-1252. (in German).
17. Stangl R., Hennig F. [Fractures of the upper arm close to the shoulder, including joint replacement]. *Trauma Berufskrankheit.* 2000;2(Supple 2):S180-185. (in German).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ерохин Александр Николаевич – д-р мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Российский научный центр “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Тарчоков Вячеслав Тимофеевич – младший научный сотрудник ФГБУ «Российский научный центр “Восстановительная травматология и ортопедия” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Alexander N. Erokhin – Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor, Leading Researcher, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

Vyacheslav T. Tarchokov – Researcher, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics»

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДВУХМЫШЦЕЛКОВЫХ ПЕРЕЛОМОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

С.М. Кутепов, Е.А. Волокитина, М.В. Гилев, Ю.В. Антониади

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Ул. Репина, д. 3, г. Екатеринбург, 620028, Россия

Реферат

Цель исследования – усовершенствовать тактику хирургического лечения пациентов с двухмышцелковыми переломами большеберцовой кости.

Материал и методы. Проанализированы результаты лечения 69 пациентов с двухмышцелковыми переломами большеберцовой кости (ББК) в сроки до 36 мес. после операции. Пациенты были разделены на две группы для оценки эффективности применяемых методик: основная – 27 (39,1%) пациентов и контрольная – 42 (60,9%). В основной группе применялись усовершенствованные и разработанные авторами технологические приемы оказания специализированной травматологической помощи: двухэтапная хирургическая коррекция, накостный остеосинтез в условиях distraction сустава, комбинация новых L-образных наружного и внутреннего доступов, замещение дефектов кости β -трикальцийфосфатом и ксенопластическим материалом «Остеоматрикс».

В контрольной группе выполняли традиционный погружной остеосинтез. Для оценки сохранения репозиции определяли разницу бедренно-большеберцового (ДББУ) и плато-диафизарного (ДПДУ) углов на различных сроках наблюдения. Для оценки функционального статуса и качества жизни пациентов применялась балльная шкала Rasmussen. Статистические методы включали оценку достоверности различий по параметрическим и непараметрическим критериям.

Результаты. Через 36 мес. после операции ДББУ $>5^\circ$ в основной группе встречалась в 1,97 раза реже аналогичного показателя в группе контроля (23,1% и 45,5% соответственно); а ДПДУ $>5^\circ$ – реже в 1,66 раза (30,8% и 51,5% соответственно). Сумма отличных и хороших результатов в основной группе лечения по балльной шкале Rasmussen через 36 мес. после операции в 1,81 раз превышала аналогичный показатель в контрольной группе (50% и 27,6% соответственно).

Заключение. Предложенная авторами тактика хирургического лечения больных с двухмышцелковыми переломами большеберцовой кости, включающая первичную стабилизацию повреждения аппаратом внешней фиксации и применение модуля АВФ во время операции, обязательное выполнение компьютерной томографии, использование наружного и внутреннего L-образного доступов, замещение костных дефектов синтетическими материалами продемонстрировала более высокую эффективность по сравнению с традиционной технологией хирургического лечения.

Ключевые слова: двухмышцелковые переломы большеберцовой кости, накостный остеосинтез, аппарат внешней фиксации, замещение костных дефектов.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-81-88.

Surgical Management of Bicondylar Tibia Fractures

S.M. Kutepov, E.A. Volokitina, M.V. Gilev, Yu.V. Antoniad

Ural State Medical University
3, ul. Repina, Ekaterinburg, 620028, Russia

Abstract

Purpose – to improve the tactics for surgical management of bicondylar tibia fractures to gain better outcomes.

Materials and methods. The authors analyzed outcomes of surgical management of 69 patients within 36 months after the procedures. Two comparison groups were created to assess the effectiveness of the proposed techniques: the main group of 27 patients (39.1%) and control group of 42 patients (60.9%). In the main group the advanced and new techniques were applied (two-staged protocol of surgical correction, internal fixation with joint distraction, a combination of new L-shaped external and L-shaped internal approaches, bone grafting with b-TCP, carbon nanostructure implant and «Osteomatriks» xenograft). In the control group the conventional internal fixation was used. The difference

Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В. Хирургическое лечение двухмышцелковых переломов большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):81-88. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-81-88.

Cite as: Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V., Antoniad Yu.V. [Surgical Management of Bicondylar Tibia Fractures]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):81-88. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-81-88.

Гилев Михаил Васильевич. Ул. Репина, д. 3, г. Екатеринбург, 620028, Россия / Mikhail V. Gilev. 3, Repina, Ekaterinburg, 620028, Russia; e-mail: gilevmikhail@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 19.07.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 20.12.2016.

in tibiofemoral (Δ F_{TA}) and plateau-diaphyseal (Δ P_{DA}) angles at various follow up stages were checked to evaluate reduction stability. P.S. Rasmussen score was used to assess the functional status and life quality of patients. Statistical methods of evaluation included parametric and non-parametric test to check confidence value of variances.

Results. In 36 months postoperatively Δ F_{TA} $>5^\circ$ in the main group was observed 1.97 times less than in control group (23.1% and 45.5% respectively); Δ P_{DA} $>5^\circ$ in the main group was observed 1.66 times less than in control group (30.8% and 51.5% respectively). Total number of excellent and good results the main group 36 months postoperatively according to P.S. Rasmussen score was reported as 1.81 times higher than in the control group (50% and 27.6% respectively).

Conclusion. The paper proves the efficiency of the proposed surgical procedure for bicondylar tibia fractures management.

Keywords: bicondylar tibia fractures, plate osteosynthesis, external osteosynthesis, bone grafting.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-81-88.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Переломы мыщелков большеберцовой кости (ББК) достаточно часто встречаются в условиях крупного города, составляя 6–10% всех внутрисуставных переломов нижних конечностей [2, 7, 15, 17]. Двухмыщелковые переломы происходят в основном у молодых пациентов, являются следствием высокоэнергетической травмы и сопровождаются значительным повреждением мягких тканей в области коленного сустава, что обуславливает высокий процент послеоперационных осложнений [3, 10, 13]. На современном этапе развития травматологии превалирующим методом лечения переломов мыщелков ББК является хирургический, однако проблема стабильного функционального остеосинтеза двухмыщелковых переломов пока не решена [8, 24]. Продолжаются поиски оптимальных технологических приемов, снижающих травматичность вмешательства и повышающих надежность фиксации костных фрагментов. Остаются нерешенными вопросы выбора хирургического доступа и обеспечения условий для выполнения точной репозиции суставной поверхности плато ББК; не определены оптимальные материалы для адекватного восполнения субхондрального костного дефекта, остается проблематичным выбор способа остеосинтеза для достижения надежной стабильности костных фрагментов и восстановления полного объема движений в коленном суставе в раннем послеоперационном периоде.

Цель исследования – усовершенствовать тактику хирургического лечения двухмыщелковых переломов большеберцовой кости для повышения его эффективности.

Материал и методы

Проанализированы результаты хирургического лечения 69 пострадавших с двухмыщелковыми переломами ББК с 2007 по

2014 гг. Пострадавшие разделены на две группы. Основную группу составили 27 (39,1%) больных (средний возраст $39 \pm 3,7$ лет; мужчин – 15, женщин – 12), при лечении которых были применены усовершенствованные и новые технологические приемы. В контрольную группу были включены 42 (60,9%) пациента (средний возраст $43 \pm 2,4$ года; мужчин – 23, женщин – 19), лечение которых проводили по традиционно применяемым в клинике методикам в 2007–2011 гг. После статистического анализа указанные группы были признаны репрезентативными для последующего сравнения. Для систематизации повреждения использовали классификацию J. Schatzker [25]. Основная группа: V тип – 15 (55,6%), VI тип – 12 (44,4%) пациентов; контрольная группа: V тип – 31 (73,8%), VI тип – 11 (26,2%) пациентов. В алгоритм диагностического поиска для пациентов основной группы было включено КТ-исследования (компьютерная томография была выполнена у 20 (74,0%) пациентов по сравнению с 10 (23,8%) пациентами в контрольной группе), что позволило детализировать морфологию костно-травматической патологии и рационально провести предоперационное планирование.

Пациентам основной группы хирургическое лечение выполняли в два этапа. На первом этапе, при поступлении в стационар, монтировали упрощенный модуль аппарата внешней фиксации (АВФ) из двух опор (нижняя треть бедра и дистальный отдел голени), в котором за счет distractionных усилий устраняли грубые осевые смещения отломков. Кроме того, первичная фиксация перелома в аппарате позволяла активизировать пациента, что имело важное значение для профилактики гиподинамических расстройств.

После уменьшения отека в области сустава и купирования местных микроциркуляторных расстройств выполняли второй этап хирургического лечения: с использованием АВФ проводи-

ли открытую репозицию перелома с комплексной ревизией в условиях дистракции сустава и окончательную ригидную фиксацию перелома накостными металлофиксаторами.

При доступах к латеральному и медиальному мыщелкам использовали разработанные нами наружный L-образный ($n = 21$; 77,8%) и внутренний L-образный ($n = 14$; 50,0%) доступы (патент РФ № 2525211 от 10.08.2014) и их сочетание ($n = 14$; 50,0%). Преимуществами этих доступов являлись адекватная визуализация раны, полноценное укрытие металлофиксаторов мягкими тканями, возможность фиксации дорзальных отделов плато ББК и последующее формирование рубца, не препятствующего движениям в коленном суставе [5]. Схемы L-образных наружного и внутреннего доступов представлены на рисунке 1.

Костную пластику проводили искусственным материалом на основе β -трикальций фосфата ($n = 15$; 55,6%) и ксенотрансплантатом

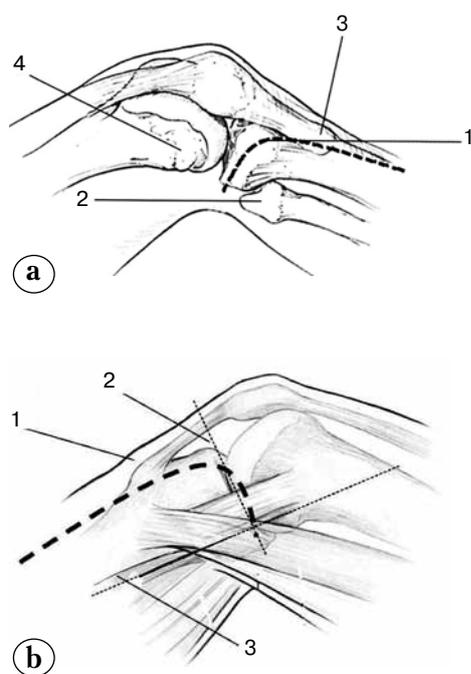


Рис. 1. Схемы L-образных доступов:
а – наружного: (1) линия разреза; (2) *caput fibulae*; (3) *tuberositas tibiae*; (4) *epicondylus femoris medialis*;
б – внутреннего: (1) *tuberositas tibiae*; (2) линия суставной щели; (3) заднемедиальный край большеберцовой кости

Fig.1. L-shape approaches:
а – external: (1) incision; (2) *caput fibulae*; (3) *tuberositas tibiae*; (4) *epicondylus femoris medialis*;
б – internal: (1) *tuberositas tibiae*; (2) articular gap; (3) postero-medial border of tibia

«Остеоматрикс» ($n = 13$; 44,4%), которые нивелировали осложнения «донорского ложа», хорошо моделировались и заполняли участки импрессионных дефектов [1, 4].

Для остеосинтеза как в основной, так и в контрольной группах, применяли следующие виды накостных фиксаторов: Т- и L-образные опорные пластины без угловой стабильности («Остеосинтез», г. Рыбинск, Россия); пластина L-образная латеральная с угловой стабильностью («Остеосинтез», Россия), пластина опорная для латерального мыщелка с угловой стабильностью («Остеосинтез», Россия), пластина опорная для латерального мыщелка с угловой стабильностью (СhМ, Польша). Фиксацию пластинами сочетали с субхондральной фиксацией спонгиозными винтами или спицами Киршнера.

При поступлении в приемное отделение пациентам контрольной группы первичную стабилизацию выполняли задними гипсовыми лонгетами ($n = 14$; 33,3%) от пальцев стопы до верхней трети бедра и скелетным вытяжением ($n = 28$; 76,6%). КТ-исследование не было включено в алгоритм предоперационного планирования и было выполнено лишь 10 (23,8%) пациентам. При оперативном пособии дистракционный модуль АВФ не использовался; костная пластика выполнялась аутооттрансплантатом из гребня крыла подвздошной кости.

Результаты хирургического лечения были изучены в сроки 3, 6, 12, 24 и 36 мес. у 26 (96,3%) пациентов основной и 33 (78,6%) больных контрольной групп. Для оценки результатов хирургического лечения контрольной и основной групп использовали бальную систему по P.S. Rasmussen [22].

Оценку сохранения точности репозиции производили путем сравнения послеоперационных рентгенограмм с контрольными в сроки 3, 12, 24 и 36 мес. после операции. При помощи геометрических построений определяли разницу бедренно-большеберцового (ДББУ) и плато-диафизарного (ДПДУ) углов. Измерения исходных референтных значений производили на стандартных рентгенограммах переднезадних? обоих коленных суставов. Допустимую потерю репозиции для каждого изучаемого параметра считали в пределах от 3 до 5°; значимой потерей репозиции считали показатели ДББУ и ДПДУ, превышающие 5°.

Полученные количественные данные были подвергнуты статистической обработке для определения средних значений измеряемых референтных рентгенометрических параметров и соответствующих квадратичных отклонений, средних балльных значений по шкале

Rasmussen и соответствующих ей квадратичных отклонений. Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft Excel 2010.

Результаты

Результаты хирургического лечения по шкале Rasmussen пациентов основной и контрольной групп через 3, 6, 12, 24 и 36 мес. после операции представлены в таблице 1.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что процент отличных и хороших результатов лечения через 3 мес. (61,5%) и 6 мес. (69,3%) после операции в основной группе значительно превышал аналогичные показатели в контрольной группе (45,4% и 36,4% соответственно). Необходимо отметить, что через 36 мес. неудовлетворительные результаты были отмечены только в контрольной группе – 12,1%. К сроку 12 мес. после операции в основной и в контрольной группах наблюдалась плавное снижение отличных и хороших результатов лечения, что можно объяснить началом полной осевой нагрузки на оперированную конечность. Однако в основной группе результативность оставалась выше, чем в контрольной.

Значения ЛББУ и ЛПДУ, позволяющие оценить сохранение репозиции представлены в таблице 2.

Из представленной таблицы следует, что через 3 мес. после операции у больных основной группы разница бедренно-большеберцового угла в значении «свыше 5°» встречалась в 2,34 раза реже, а разница плато-диафизарного угла – в 1,73 раза реже, чем в контрольной. Через 36 мес. после операции разница бедренно-большеберцового угла у больных основной группы в значении «больше 5°» наблюдалась в 1,97 раз реже, а разница плато-диафизарного угла – в 1,66 раз реже, чем в контрольной. Полученные данные свидетельствуют, что в основной группе репозиция сохранялась лучше, чем в контрольной, как в ближайший, так и в отдаленный периоды наблюдения.

У больных основной группы осложнения развились у 4 (14,8%) пациентов. У двух из них произошло вторичное смещение фрагментов плато большеберцовой кости на величину более 10 мм, что обусловило дисконгруэнтность суставной щели и появление боковой нестабильности сустава. На наш взгляд, вторичная импрессия была обусловлена неадекватным выбором на костного фиксатора, а именно пластины LCP на латеральном мышечке при выраженном импрессионном дефекте, где требовалось проведение остеопластики. У двух других больных отмечены признаки медиолатеральной нестабильности сустава, что потребовало применения функциональных брейсов.

Таблица 1/Table 1

Результаты хирургического лечения пациентов контрольной и основной групп Surgical treatment outcomes of patients in the control and main groups

Результат Outcome		Основная группа (n = 26) Main group					Контрольная группа (n = 33) Control group				
		Срок наблюдения, мес./Follow up period, months									
		3	6	12	24	36	3	6	12	24	36
Отличный Excellent	n	9	8	6	6	6	8	6	5	5	5
	%	34,6	30,8	23,1	23,1	23,1	24,2	18,2	15,2	15,2	15,2
Хороший Good	n	7	7	9	7	7	7	6	5	4	4
	%	26,9	26,9	34,6	26,9	26,9	21,2	18,2	15,2	12,1	12,1
Удовлетворительный Satisfactory	n	10	11	11	13	13	16	17	19	20	20
	%	38,5	42,3	42,3	50	50	48,5	51,5	57,6	60,6	60,6
Неудовлетворительный Unsatisfactory	n	0	0	0	0	0	2	4	4	4	4
	%	0	0	0	0	0	6,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Таблица 2/Table 2

Разница бедренно-большеберцового (Δ ББУ) и плато-диафизарного (Δ ПДУ) углов у пациентов контрольной и основной групп после операции
Variance in tibiofemoral (Δ FТА) and plateau-diaphyseal (Δ PDA) angles in patients of control and main groups postoperatively

Показатель Angle	Группа Group		3 мес. 3 months		12 мес. 12 months		24 мес. 24 months		36 мес. 36 months	
			3<x<5	x>5	3<x<5	x>5	3<x<5	x>5	3<x<5	x>5
Δ ББУ Δ FТА	Основная Main	n	23	3	21	5	20	6	20	6
		%	88,5	11,5	80,7	19,3	76,9	23,1	76,9	23,1
	Контрольная Control	n	24	9	19	14	19	14	19	14
		%	72,7	27,3	57,6	42,4	57,6	42,4	57,6	42,4
Δ ПДУ Δ PDA	Основная Main	n	21	5	19	7	18	8	18	8
		%	80,8	19,2	73,1	26,9	69,2	30,8	69,2	30,8
	Контрольная Control	n	22	11	17	16	17	16	16	17
		%	66,7	33,3	51,5	48,5	51,5	48,5	48,5	51,5

x – искомая разница в градусах.

В контрольной группе осложнения наблюдались у 10 (23,8%) пациентов. У 4 (9,5%) больных в раннем послеоперационном периоде развилось нагноение послеоперационной раны, в одном (2,4%) из этих случаев накостный фиксатор пришлось удалить и выполнить чрескостный остеосинтез аппаратом Илизарова. У 4 (9,5%) больных отмечено вторичное смещение фрагментов плато большеберцовой кости на величину более 10 мм. У трех (7,2%) из них, осложнение было обусловлено неадекватным выбором накостного фиксатора, а именно пластины LCP вместо опорной пластины LC-DCP. Блокируемая пластина, на наш взгляд, не может обеспечить достаточной межфрагментарной компрессии при значительном импрессионном дефекте мышцелка. У одного (2,4%) больного, с выраженным импрессионным дефектом, пластика была проведена местными тканями, что привело к вторичному смещению отломков в раннем периоде после операции. В двух (4,8%) случаях проседание мышцелка было обусловлено ранней осевой нагрузкой на оперированную конечность в сроки менее 3 мес.

Обсуждение

В научной литературе, особенно в последнее время, обсуждается проблема стабильного функционального остеосинтеза при переломах проксимального отдела ББК. Спорным остается использование аппаратов внешней фиксации в качестве окончательного варианта лечения внутрисуставных повреждений [8, 12, 16]. Преимуществами чрескостного остеосинтеза

являются простота хирургической методики, безопасность и минимальная травматизация мягких тканей, проведение элементов фиксатора вне области перелома. Однако у зарубежных коллег выполнение закрытой репозиции в АВФ вызывает много вопросов как технического, так и тактического характера. Применение аппаратов внешней фиксации в качестве окончательного варианта остеосинтеза при многооскольчатых переломах достаточно затруднительно. Во-первых, околоуставные сухожильно-мышечные и сосудисто-нервные образования практически исключают проведение спиц под углом 90° и, как минимум, создают значительный риск их повреждения. Кроме того, длительная фиксация в зоне губчатой кости, ослабленной посттравматическим остеопорозом, вызывает асептическое воспаление и некроз вокруг спиц, что может способствовать вторичному смещению отломков. Следует отметить, что некоторые хирурги применяют аппарат внешней фиксации отломков только как временный метод, заменяя его в дальнейшем на внутренний фиксатор [19, 20].

Большое значение для результативности открытого остеосинтеза переломов проксимального отдела ББК имеет выбор адекватного хирургического доступа [11, 18]. Однако большинство известных доступов, особенно к наружному мышцелку большеберцовой кости, не обеспечивают адекватной визуализации костно-травматического дефекта и не позволяют оценить всю суставную поверхность латерального плато или же являются высоко-травматичными [23, 26]. Остающиеся грубые

и болезненные рубцы в проекции суставной щели значительно усложняют реабилитацию, препятствуют восстановлению движений в коленном суставе в раннем послеоперационном периоде. Предложенные авторами L-образные доступы, при прочих равных условиях, способны обеспечить адекватную визуализацию внутрисуставного повреждения, особенно в сочетании с дистракционным аппаратом.

Для замещения импрессионных дефектов плато большеберцовой кости традиционно используются аутотрансплантаты из гребня подвздошной кости, однако в месте забора костной ткани может развиваться стойкий болевой синдром, инфекционно-воспалительный процесс, сформироваться эстетический дефект [14, 17]. Перечисленные выше недостатки значительно затрудняют ранний этап послеоперационной реабилитации. Современные биокомпозитные костнозамещающие материалы имеют ряд преимуществ перед другими вариантами остеопластики (полная совместимость с аутологичной костью, удобство моделирования, возможность использования в больших объемах), однако опыт использования таких материалов в отечественных клиниках еще невелик [9, 27]. Изучение результатов применения костнозамещающих материалов при выполнении импрессионных дефектов проксимального отдела ББК, на наш взгляд, имеет большое практическое значение.

Большое количество предложенных внутренних металлофиксаторов и методик открытого остеосинтеза свидетельствует об отсутствии единого взгляда на тактику лечения тяжелых внутрисуставных двухмышечковых переломов большеберцовой кости [21, 28]. Только выбор адекватного метода фиксации отломков может обеспечить механический покой в зоне костного повреждения и создать благоприятные условия для формирования костного регенерата.

Заключение

Предложенная авторами тактика хирургического лечения больных с двухмышечковыми переломами большеберцовой кости, включающая первичную стабилизацию повреждения аппаратом внешней фиксации и применение модуля АВФ во время операции, обязательное выполнение компьютерной томографии, использование наружного и внутреннего L-образного доступов, а также замещение костных дефектов синтетическими материалами, продемонстрировала более высокую эффективность по сравнению с традиционной технологией хирургического лечения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Гилев М.В. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Гений ортопедии*. 2014;(1):75-81.
2. Волокитина Е.А., Антониади Ю.В., Гилев М.В., Черницын Д.Н. Опыт хирургического лечения внутрисуставных переломов костей конечностей с применением биокомпозита на основе β -трикальций фосфата. *Уральский медицинский журнал*. 2014;(1):75-79.
3. Воронкевич И.А. Остеосинтез переломов мыщелков большеберцовой кости в экстренном порядке с использованием пластин отечественного производства. *Травматология и ортопедия России*. 2011;59(1):87-91.
4. Воронкевич И.А. Переломы проксимального эпифиза большеберцовой кости и технические возможности современного погружного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 2004;(1):68-74.
5. Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В. Первый клинический опыт применения углеродных наноструктурных имплантатов в лечении внутрисуставных импрессионных переломов. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2015;(4):46-50.
6. Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В. Хирургическое лечение монокондилярных переломов тибального плато с использованием L-образного наружного и L-образного внутреннего доступов. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2015;(1):66-71.
7. Шаповалов В.М., Хоминец В.В., Рикун О.В., Гладков Р.В. Хирургическое лечение переломов мыщелков большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(1):53-60.
8. Шевцов В.И., Карасев А.Г., Карасева Т.Ю., Карасев Е.А. Применение комбинированной методики при лечении больной с нестабильным внутрисуставным переломом плато большеберцовой кости. *Гений ортопедии*. 2009;(3):127-129.
9. Bajammal S.S., Zlowodski M., Lelwica A., Tornetta P. 3rd, Einhorn T.A., Buckley R., Leighton R., Russell T.A., Laesson S., Bhandari M. The use of calcium phosphate bone cement in fracture treatment. A meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(6):1186-1196. DOI: 10.2106/JBJS.G.00241.
10. Barei D.P., Nork S.E., Mills W.J., Coles C.P., Henley M.B., Benirschke S.K. Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88(8):1713-1721.
11. Cho K., Yoo H., Yoo J.H., Kim D.H., Cho Y.J., Kim K.I. Treatment of Schatzker Type V and VI tibial plateau fractures using a midline longitudinal incision and dual plating. *Knee Surg Relat Res*. 2013;25(2):77-83. DOI: 10.5792/ksrr.2013.25.2.77.
12. Cole P.A., Zlowodzki M., Kregor P.J. Treatment of proximal tibia fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 77 fractures. *J Orthop Trauma*. 2004;18(8):528-535.
13. Firoozabadi R., Schneidkraut J., Beingessner D., Dunbar R., Barei D. Hyperextension varus bicondylar tibial plateau fracture pattern: diagnosis and treatment strategies. *J Orthop Trauma*. 2016;30(5):152-157. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000510.
14. Karunakar M.A., Egol K.A., Kellam J.F. Split depression tibial plateau fractures: A biomechanical study. *J Orthop Trauma*. 2007;16(3):172-177.

15. Mankar S.H., Golhar A.V., Shukla M., Badwaik P.S., Faizan M., Kalkotwar S. Outcome of complex tibial plateau fractures treated with external fixator. *Indian J Orthop.* 2012;46(5):570-574. DOI: 10.4103/0019-5413.101041.
16. Metcalfe D., Hickson C.J., McKee L., Griffin X.L. External versus internal fixation for bicondylar tibial plateau fractures: systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol.* 2015;16(4):275-285. DOI: 10.1007/s10195-015-0372-9.
17. Musahl V., Tarkin P., Kobbe I., Tzioupis C., Siska P.A., Pape H.-C. New trends and techniques in open reduction and internal fixation of fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg [Br].* 2009;91:426-433. DOI: 10.1302/0301-620X.91B4.20966.
18. Niemeyer P., Sudkamp N.P. Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2006;73(4):221-228.
19. Papagelopoulos P.J., Partsinevelos A.A., Themistocleous G.S., Mavrogenis A.F., Korres D.S., Soucacos P.N. Complications after tibia plateau fracture surgery. *Injury.* 2006;37(6):475-484.
20. Rademakers M.V., Kerkhoffs M.M., Sierevelt I.N. Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five- to 27-year follow-up results. *J Orthop Trauma.* 2007;21(1):5-10.
21. Raina S.K., Awasthi B. Comparative study of single lateral locked plating versus double plating in type C bicondylar tibial plateau fractures. *Indian J Orthop.* 2016;50(3):335. DOI: 10.4103/0019-5413.181781.
22. Rasmussen P.S. Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55(7):1331-1350.
23. Ratcliff J.R., Werner F.W., Green J.K., B.J. Harley. Medial buttress versus lateral locked plating in a cadaver medial tibial plateau fracture model. *J Orthop Trauma.* 2007;21(7):444-448.
24. Russel N., Tamblyn P., Jaarsma R. Tibial plateau fractures treated with plate fixation: To lock or not to lock. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2009;19:75-82. DOI: 10.1007/s00590-008-0372-z.
25. Schatzker J., McBroom R., Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(138):94-99.
26. Stroet M.A., Holla M.D., Biert A.D., van Kampen A. The value of a CT scan compared to plain radiographs for the classification and treatment plan in tibial plateau fractures. *Emerg Radiol.* 2011;18(4):279-283. DOI: 10.1007/s10140-010-0932-5.
27. Veitch S.W., Stroud R.M., Toms A.D. Compaction bone grafting in tibial plateau fracture fixation. *J Trauma.* 2010;68(4):980-983. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181b16e3d.
28. Yao Y., Lv H., Zan J., Zhang J., Zhu N., Ning R., Jing J. A comparison of lateral fixation versus dual plating for simple bicondylar fractures. *Knee.* 2015;22(3):225-229. DOI: 10.1016/j.knee.2015.02.002.
- Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(1):87-91.
4. Voronkevich I.A. [Fractures of the proximal epiphysis of tibia and technical capabilities of modern submersible osteosynthesis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2004;(1):68-74.
5. Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V., Antoniadi Yu.V. [Surgical treatment of intraarticular impression fractures of bones with application of the carbon nanostructural implant]. *Vestnik Ural'skoi medicinskoj akademicheskoi nauki* [Ural Medical Academic Science Journal]. 2015;(4):46-50.
6. Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V., Antoniadi Yu.V. [Surgical treatment of monocondylar tibial plateau's fractures with using of external and internal L-shaped approaches]. *Vestnik Ural'skoi medicinskoj akademicheskoi nauki* [Ural Medical Academic Science Journal]. 2015;(1):66-71.
7. Shapovalov V.M., Khominets V.V., Gladkov R.V., Rikun O.V. [Surgical treatment of the tibial plateau fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(1):53-60.
8. Shevtsov V.I., Karasev A.G., Karaseva T.Yu., Karasev E.A. [Combined technique used for treatment of a female patient with unstable intraarticular fracture of tibial plateau]. *Genij Ortopedii* [Genius of orthopedics]. 2009;(3):127-129.
9. Bajammal S.S., Zlowodski M., Lelwica A., Tornetta P. 3rd, Einhorn T.A., Buckley R., Leighton R., Russell T.A., Laesson S., Bhandari M. The use of calcium phosphate bone cement in fracture treatment. A meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(6):1186-1196. DOI: 10.2106/JBJS.G.00241.
10. Barei D.P., Nork S.E., Mills W.J., Coles C.P., Henley M.B., Benirschke S.K. Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(8):1713-1721.
11. Cho K., Yoo H., Yoo J.H., Kim D.H., Cho Y.J., Kim K.I. Treatment of Schatzker Type V and VI tibial plateau fractures using a midline longitudinal incision and dual plating. *Knee Surg Relat Res.* 2013;25(2):77-83. DOI: 10.5792/ksrr.2013.25.2.77.
12. Cole P.A., Zlowodzki M., Kregor P.J. Treatment of proximal tibia fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 77 fractures. *J Orthop Trauma.* 2004;18(8):528-535.
13. Firoozabadi R., Schneidkraut J., Beingessner D., Dunbar R., Barei D. Hyperextension varus bicondylar tibial plateau fracture pattern: diagnosis and treatment strategies. *J Orthop Trauma.* 2016;30(5):152-157. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000510.
14. Karunakar M.A., Egol K.A., Kellam J.F. Split depression tibial plateau fractures: A biomechanical study. *J Orthop Trauma.* 2007;16(3):172-177.
15. Mankar S.H., Golhar A.V., Shukla M., Badwaik P.S., Faizan M., Kalkotwar S. Outcome of complex tibial plateau fractures treated with external fixator. *Indian J Orthop.* 2012;46(5):570-574. DOI: 10.4103/0019-5413.101041.
16. Metcalfe D., Hickson C.J., McKee L., Griffin X.L. External versus internal fixation for bicondylar tibial plateau fractures: systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol.* 2015;16(4):275-285. DOI: 10.1007/s10195-015-0372-9.
17. Musahl V., Tarkin P., Kobbe I., Tzioupis C., Siska P.A., Pape H.-C. New trends and techniques in open reduction and internal fixation of fractures of the tibial plateau.

References

1. Gilev M.V. [Surgical treatment of intraarticular tibial plateau fractures]. *Genij ortopedii* [Genius of Orthopedics]. 2014;(1):75-81.
2. Volokitina E.A., Antoniadi Yu.V., Gilev M.V., Chernitsyn D.N. [Surgical treatment of intraarticular fractures using biocomposite application on the basis of b-threecalciumphosphate]. *Ural'skij medicinskij zhurnal* [Ural Medical Journal]. 2014;(1):75-79.
3. Voronkevich I.A. [Urgent osteosynthesis of tibial condylar fractures using plates of domestic production].

- J Bone Joint Surg [Br]*. 2009;91:426-433. DOI: 10.1302/0301-620X.91B4.20966.
18. Niemeyer P., Sudkamp N.P. Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2006;73(4):221-228.
 19. Papagelopoulos P.J., Partsinevelos A.A., Themistocleous G.S., Mavrogenis A.F., Korres D.S., Soucacos P.N. Complications after tibia plateau fracture surgery. *Injury*. 2006;37(6):475-484.
 20. Rademakers M.V., Kerkhoffs M.M., Sierevelt I.N. Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five- to 27-year follow-up results. *J Orthop Trauma*. 2007;21(1):5-10.
 21. Raina S.K., Awasthi B. Comparative study of single lateral locked plating versus double plating in type C bicondylar tibial plateau fractures. *Indian J Orthop*. 2016;50(3):335. DOI: 10.4103/0019-5413.181781.
 22. Rasmussen P.S. Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 1973;55(7):1331-1350.
 23. Ratcliff J.R., Werner F.W., Green J.K., B.J. Harley. Medial buttress versus lateral locked plating in a cadaver medial tibial plateau fracture model. *J Orthop Trauma*. 2007;21(7):444-448.
 24. Russel N., Tambllyn P., Jaarsma R. Tibial plateau fractures treated with plate fixation: To lock or not to lock. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2009;19:75-82. DOI: 10.1007/s00590-008-0372-z.
 25. Schatzker J., McBroom R., Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res*. 1979;(138):94-99.
 26. Stroet M.A., Holla M.D., Biert A.D., van Kampen A. The value of a CT scan compared to plain radiographs for the classification and treatment plan in tibial plateau fractures. *Emerg Radiol*. 2011;18(4):279-283. DOI: 10.1007/s10140-010-0932-5.
 27. Veitch S.W., Stroud R.M., Toms A.D. Compaction bone grafting in tibial plateau fracture fixation. *J Trauma*. 2010;68(4):980-983. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181b16e3d.
 28. Yao Y., Lv H., Zan J., Zhang J., Zhu N., Ning R., Jing J. A comparison of lateral fixation versus dual plating for simple bicondylar fractures. *Knee*. 2015;22(3):225-229. DOI: 10.1016/j.knee.2015.02.002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кутенов Сергей Михайлович – д-р мед. наук, профессор, ректор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

Волокитина Елена Александровна – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

Гилев Михаил Васильевич – канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

Антониади Юрий Валерьевич – канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergei M. Kutepov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of Ural State Medical University

Elena A. Volokitina – Dr. Sci. (Med.), Professor of Traumatology and Orthopedics Department of Ural State Medical University

Mikhail V. Gilev – Cand. Sci. (Med.), Assistant of Traumatology and Orthopedics Department of Ural State Medical University

Yury V. Antoniadi – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Traumatology and orthopedics Department of Ural State Medical University

ПЯТИЛЕТНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ И КЕРАМО-ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПАР ТРЕНИЯ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

В.Ю. Мурылев^{1,2}, Г.М. Кавалерский¹, Д.И. Терентьев², Я.А. Рукин¹, П.М. Елизаров¹, А.В. Музыченков¹

¹ ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России
Ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, 119991, Россия

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы» 2-й Боткинский пр-д, д. 5, Москва, 125284, Россия

Реферат

Цель исследования – сравнить результаты использования керамо-керамической (Ке/Ке) и керамо-полиэтиленовой (Ке/Пе) пар трения при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава.

Материал и методы. С 2010 по 2014 г. было выполнено 624 операции эндопротезирования тазобедренного сустава 550 пациентам, 74 из них выполнено двухстороннее эндопротезирование. Сроки наблюдения составили от 12 до 60 мес. (в среднем 37 мес.). Ке/Ке пара трения имплантирована в 324 случаях, Ке/Пе – в 300 наблюдениях. Были сформированы группы пациентов по полу и трем возрастным классификациям: 20–40, 41–60 и 61–80 лет, а также в зависимости от пола, возраста и диаметра пары трения. Оценка функциональных результатов проводилась по шкале Харриса.

Результаты. Пары трения диаметром 28 мм использовались чаще у женщин (13,5%), чем у мужчин (6%), что объясняется небольшим размером вертлужной впадины у женщин. Наиболее часто применялась пара трения диаметром 36 мм. Пара трения Ке/Ке этого диаметра установлена мужчинам в 34% случаев, а женщинам – в 18,1%. Пары трения диаметром 40 мм женщинам имплантировали почти в 2 раза реже, чем мужчинам. Мужчинам пары Ке/Ке устанавливались чаще, что объясняется более высокими социальными требованиями, а также более высокой антилюксационной стабильностью узлов трения большого диаметра. Вывихи эндопротеза произошли у 5 (0,91%) пациентов в сроки от 4 сут. до 2 мес. с момента операции: у 4 больных после эндопротезирования с использованием пары трения Ке/Пе, причем полиэтиленовые вкладыши использовались с 10-градусной элевацией, и у одного пациента после эндопротезирования с использованием пары трения Ке/Ке. По поводу глубокой перипротезной инфекции было выполнено 4 (0,64%) ревизионных вмешательства, по два в каждой из групп. По шкале Харриса в группе с применением пар трения Ке/Ке получены отличные и хорошие результаты в 99,2% случаев, а в группе Ке/Пе – в 97,5%.

Выводы. В сроки наблюдения до 60 мес. не отмечено расколов керамики и акустических эффектов. Для достижения лучшего антилюксационного эффекта целесообразно увеличивать диаметр пары трения Ке/Ке. Выбор пары трения Ке/Ке должен зависеть от активности пациента и его социальных потребностей, а не только от возраста. Мы прогнозируем более высокую выживаемость пары трения Ке/Ке в сроки 15–20 лет и надеемся показать это в наших дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, керамо-керамическая пара трения, керамо-полиэтиленовая пара трения.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-89-97.

Five Year Outcomes of Ceramic-on-Ceramic and Ceramic-on-Polyethylene Bearings in Hip Joint Replacement

V.Yu. Murylev^{1,2}, G.M. Kavalersky¹, D.I. Terentiev², Y.A. Rukin¹, P.M. Elizarov¹, A.V. Muzychenkov¹

¹ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University
8-2, ul. Trubetskaya, Moscow, 119991, Russia

² S.P. Botkin Moscow City Clinical Hospital
5, 2-nd Botkinskiy proezd, Moscow, 125284, Russia

 Мурылев В.Ю., Кавалерский Г.М., Терентьев Д.И., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В. Пятилетние результаты применения керамических и керамо-полиэтиленовых пар трения при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):89-97. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-89-97.

Cite as: Murylev V.Yu., Kavalersky G.M., Terentiev D.I., Rukin Y.A., Elizarov P.M., Muzychenkov A.V. [Five Year Outcomes of Ceramic-on-Ceramic and Ceramic-on-Polyethylene Bearings in Hip Joint Replacement]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1): 89-97. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-89-97.

 Мурылев Валерий Юрьевич. Ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, 119991, Россия / Valery Yu. Murylev. 5, 2-nd Botkinskiy proezd, Moscow, 125284, Russia; e-mail: nmuril@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 20.11.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 23.12.2016.

Abstract

In view of the increasing number of hip joint replacement volume there remains the key issue of improving prosthesis survivorship which directly depends on the friction couple.

Material and Methods. The authors have analyzed five year outcomes of two bearing types (head and insert) used in hip replacement: ceramic-on-ceramic (CoC) in 324 patients and ceramic-on-polyethylene (CoP) in 300 patients. Totally 550 patients were operated in the period starting 2010 till 2014, including 74 patients underwent bilateral hip replacement. The authors divided patients based on gender and also into three age groups: 20-40, 41-60 and 61-80 years old. The largest group comprised 156 women aged 41-60 years (28.4%). Additional grouping of patients was made based on gender, age and bearing diameter. 36 mm diameter bearing was characterized of the most frequent use. Functional outcomes were assessed by Harris Hip Score. Statistical analysis was made with Statistica 10 software. Statistical significant was observed at $p < 0.05$.

Results. 28 mm diameter bearing were rarely (19.5%) applied and mainly in women which is related to need for use of smaller acetabulum components and inability to implant a larger insert. 36 mm diameter bearing were used most frequently, CoC articulation of 36 mm was used in men in 34% of cases and in women – in 18.12% of cases. 40 mm articulations were implanted in women two times less than in men which is related to a smaller diameter of acetabulum in women. Generally, CoC bearings were implanted more often in men which can be explained by a bigger social demand as well as a higher anti-luxation stability of large diameter bearings. Dislocations of implants occurred in 5 (0.91%) patients: in 4 patients with CoP bearing and in one patient with CoC articulation. Four revision procedures (0.64%) were made due to deep periprosthetic infection: two surgeries in each group. Harris Hip Score evaluation in CoC group demonstrated excellent and good outcomes in 99.2% of cases, and in CoP group – in 97.5% of cases.

Conclusion. The authors observed no ceramic fractures or acoustic effects during 60 months follow up. It's reasonable to increase CoC bearing diameter to achieve a better anti-luxation effect. CoC bearing selection should depend on patient's activity and social demands but not only on the age. Based on study observations the authors forecast a higher survivorship of CoC couple within 15-20 years and expect to prove this conclusion in further studies.

Keywords: total hip replacement, ceramic-on-ceramic bearing, ceramic-on-polyethylene bearing.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-89-97.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Тотальное эндопротезирование в последние два десятилетия зарекомендовало себя как самый успешный метод лечения дегенеративных заболеваний тазобедренного сустава. Высокая эффективность этого вида лечения приводит к ежегодному росту количества выполненных операций первичного эндопротезирования.

По данным литературы, а также датского и новозеландского регистров [9, 11, 20], наблюдается тенденция к увеличению диаметра устанавливаемых головок эндопротезов. Все чаще используются керамо-керамические (Ke/Ke) и керамо-полиэтиленовые (Ke/Пе) пары трения (головка + вкладыш). В частности, доля поперечно-связанного полиэтилена, по данным новозеландского регистра артропластики, составляет 85% [20]. По данным D. Nu с соавторами, выживаемость керамики третьего поколения в течение 14–16 лет составляет 98,9% [13].

На сегодняшний день оптимальным вариантом при выборе пары трения эндопротеза тазобедренного сустава являются пара трения Ke/Ke четвертого поколения и пара трения Ke/Пе, поскольку они обладают наилучшими трибологическими свойствами по сравнению с парами металл + металл (Me/Me) и металл + полиэтилен (Me/Пе) [11, 12].

Цель исследования – сравнить результаты использования Ke/Ke и Ke/Пе пар трения при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава.

Материал и методы

За период 2010 по 2014 г. нами было выполнено 624 операции эндопротезирования тазобедренного сустава 247 мужчинам и 303 женщинам с применением пар трения Ke/Ke и Ke/Пе. Всего было прооперировано 550 пациентов, из них 74 пациентам было выполнено по два оперативных пособия по причине двухстороннего поражения тазобедренных суставов. Наибольшее количество обращений пациентов с патологией тазобедренного сустава, требующих эндопротезирования, приходится на женщин в возрасте от 41 до 60 лет – 28,4% (табл. 1).

Большинство больных поступили в ортопедическое отделение для оперативного лечения с диагнозом «коксартроз», второе место по частоте занимал асептический некроз головки бедренной кости. Самую малочисленную группу составили больные с переломами и последствиями переломов проксимального отдела бедренной кости (ПОБК). Ревизионные операции были выполнены 27 больным, у 4 пациентов имел место анкилоз тазобедренного сустава (табл. 2).

Таблица 1/Table 1

Распределение пациентов по полу и возрасту/Gender and age patients distribution

Возраст, лет Age, y.o.	Пол/Gender		Всего/Total
	муж/male	жен/female	
20–40	36	41	77
41–60	96	156	252
61–80	115	106	221
Всего/Total	247	303	550

Таблица 2/Table 2

Распределение больных по нозологиям/Pathology-related patients distribution

Нозология/Pathology	Количество пациентов Patients number	
	Абс./Abs	%
Коксартроз/Coxarthrosis	319	58
АНГБК/Aseptic head necrosis	170	30,9
Переломы ПОБК и их последствия/Proximal femur fractures and consequences	30	5,45
Анкилоз ТБС/Hip joint ankylosis	4	0,72
Ревизионные операции/Revision procedures	27	4,9

О сложности контингента больных можно судить не только по тяжести основного заболевания, но и по наличию сопутствующих заболеваний, среди которых наиболее часто встречались гипертоническая болезнь и хронический гастрит. На второе место можно поставить сахарный диабет II типа, многие пациенты страдали избыточным весом.

Выбор пары трения проводился нами в зависимости от степени физической активности и образа жизни пациентов.

Многие исследователи отмечают низкую частоту вывихов эндопротеза при использовании пар трения большего диаметра, что обусловлено более широким объемом движений и увеличенным так называемым «jumping distance» (расстоянием прыжка), то есть, тем расстоянием, которое должна пройти головка прежде, чем произойдет вывих (рис.) [3, 17, 24].

Данные исследователей говорят об эффективности крупных пар трения для профилактики послеоперационной нестабильности тазобе-

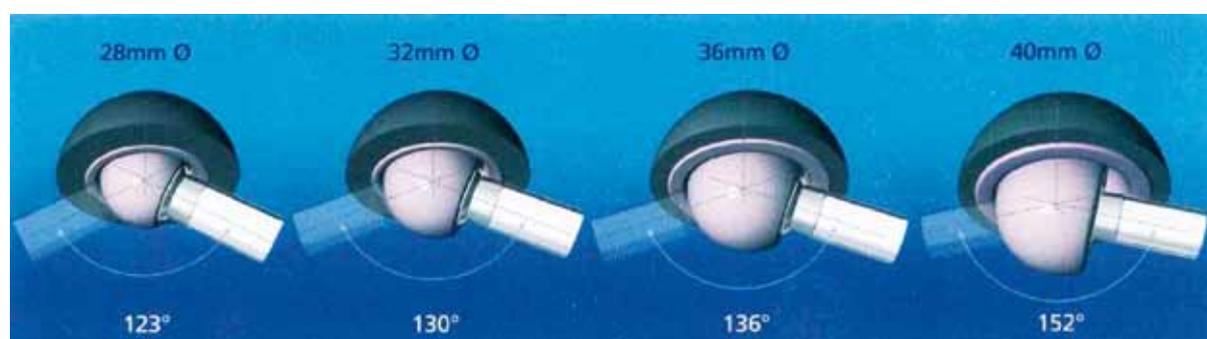


Рис. Увеличение объема движений и «jumping distance» эндопротеза при использовании пар трения большого диаметра [Perka C., Haschke F., Tohtz S. Z Orthop Unfall. e89-e105]

Fig. RoM and “jumping distance” increase in hip prosthesis after using friction couples of large diameter (CeramTec GmbH) [Perka C., Haschke F., Tohtz S. Z Orthop Unfall. e89-e105]

ренного сустава в ближайшем послеоперационном периоде, которая может послужить причиной ревизионных операций [3].

Проведенные исследования показали значительный антилюксационный эффект при увеличении диаметра пары трения. Частота вывихов при диаметре головки 28 мм колеблется от 3,9 до 10,6%, а при диаметре 36 мм – от 0,5 до 1,1% [5, 14, 24]. На основании этих данных при выборе пар трения для молодых и активных пациентов мы отдавали предпочтение парам трения большого диаметра (табл. 3).

Как показано в таблице, преобладали пары трения Ке/Ке диаметром 36 мм.

Для сравнения результатов применения различных пар трения пациенты были разделены на две группы. В первой группе было выполнено 324 (51,9%) эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием пары трения Ке/Ке, во второй группе – 300 (48,1%) операций с парой трения Ке/Пе (табл. 4). Результат у пациентов с билатеральным эндопротезированием оценивался только после второй операции.

Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 10. Нормальное

распределение для количественных величин было определено с использованием теста Колмогорова – Смирнова. Для сравнения результатов по группам использовали парный t-тест. Статистическая значимость была определена при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что пары трения диаметром 28 мм использовались чаще у женщин (13,5%), чем у мужчин (6%), что объясняется небольшим размером вертлужной впадины у женщин. В основном они применялись при эндопротезировании на фоне диспластического коксартроза, когда из-за деформации вертлужной впадины можно установить вертлужный компонент только малого диаметра. Диаметр 32 мм использовали почти в 2 раза чаще в парах трения Ке/Ке и Ке/Пе по сравнению с диаметром 28 мм. Но у женщин пара трения Ке/Ке диаметром 32 мм применялась в 2,5 раза чаще, чем у мужчин – 14,5% и 5,7% соответственно. Пара Ке/Пе 32 мм имплантирована женщинам в 3,8 раза чаще, чем мужчинам – 17,2% и 4,5% соответственно.

Таблица 3/Table 3

Распределение операций эндопротезирований пациентов по типу пары трения и ее диаметру
Prostheses distribution according to type of articulation couple and its diameter

Пол пациентов и количество операций Patient gender and number of procedures	Пары трения и их диаметр/Articulation couple and it's diameter							
	28		32		36		40	
	Ке/Ке CoC	Ке/Пе CoP	Ке/Ке CoC	Ке/Пе CoP	Ке/Ке CoC	Ке/Пе CoP	Ке/Ке CoC	Ке/Пе CoP
Мужчины/Male N = 292	8 2,4%	11 3,6%	17 5,7%	13 4,5%	99 34%	85 29,2%	51 17,4%	8 2,8%
Женщины/Female N = 332	22 5,6%	25 7,9%	47 14,5%	57 17,2%	60 18,1%	90 27,1%	20 6,3%	11 3,6%
Всего/Total	30 4,2%	36 6%	64 10,5%	70 11,5%	159 24,4%	175 28%	71 11,3%	19 3,3%

Таблица 4/Table 4

Распределение больных первой и второй групп по полу и возрасту
Gender and age distribution of patients in first and second group

Возраст/Age	I группа/I group			II группа/II group		
	Муж/Male	Жен/Female	Всего/Total	Муж/Male	Жен/Female	Всего/Total
20–40	22	19	41	14	22	36
41–60	93	82	175	28	123	151
61–80	58	50	108	57	56	113
Итого/Total	173	151	324	99	201	300

Чаще других устанавливали пару трения диаметром 36 мм, причем пара трения Ке/Ке установлена мужчинам в 34% случаев, а женщинам – в 18,1%. Мужчинам пару диаметром 36 мм устанавливали чаще, т.к. размер вертлужной впадины у мужчин больше, чем у женщин. Выбор пары трения Ке/Ке в группе мужчин происходил чаще в связи с большей активностью и нагрузками.

Диаметр пары трения 40 мм у женщин имплантировали почти в 2 раза реже, что связано с меньшим размером вертлужной впадины у женщин. Мужчинам пары Ке/Ке 40 мм устанавливались в 6,2 раза чаще, чем Ке/Пе. Этот выбор был обусловлен более высокой антилюксационной стабильностью данного диаметра и более частым использованием при ревизионном эндопротезировании.

В таблице 4 заметно преобладание пары трения Ке/Ке в возрастной группе 41–60 лет, а пара Ке/Пе преобладала в группе 61–80 лет. При выборе пары трения для молодых активных пациентов и пациентов с высокими социальными потребностями мы отдавали предпочтение парам трения Ке/Ке. Малоактивным людям устанавливались керамические головки с вкладышем из высокомолекулярного полиэтилена с поперечными связями (crosslink). В последнее время при ис-

пользовании керамики мы отдаем предпочтение парам трения с большим (36–40 мм) диаметром независимо от возраста пациентов. Выбор пары трения меньшего диаметра (28–32 мм) был обусловлен малым размером вертлужной впадины и невозможностью установки большего вкладыша в вертлужный компонент или отсутствием подобного на российском рынке.

Если руководствоваться только экономическими критериями и оценивать стоимость лечения возможной ревизионной операции, то выбор для пациентов пожилого возраста должен склоняться в сторону Ме/Пе [1, 2, 7, 15].

Оценка функции у пациентов производилась по шкале Харриса. Большинство больных при поступлении в клинику жаловались на сильную и умеренную боль в тазобедренном суставе, что являлось основным показанием для оперативного вмешательства (табл. 5). В зависимости от стадии поражения тазобедренного сустава у всех больных имелась хромота различной степени выраженности, у 97,6% наблюдалась умеренная и сильная хромота.

Оценка результатов эндопротезирования проводилась в сроки от 12 до 60 месяцев (в среднем 37 мес.). У всех больных в обеих группах получены отличные и хорошие результаты (табл. 6).

Таблица 5/Table 5

**Оценка по шкале Харриса до операции
General Harris Hip Score evaluation before surgery**

Оценка (баллы)/HHS (scores)	I группа/I group		II группа/II group	
	Абс./Abc	%	Абс./Abc	%
Отличный/Excellent (90–100)	–	–	0	–
Хороший/Good (80–89)	–	–	0	–
Удовлетворительный/Satisfactory (70–79)	2	0,7	9	3,5
Неудовлетворительный/Unsatisfactory (<70)	297	99,3	242	96,5
Итого/Total	299	100	251	100

Таблица 6/Table 6

**Оценка результатов по шкале Харриса в сроки после операции
General Harris Hip Score evaluation after surgery**

Результат (баллы)/Outcome (scores)	I группа/I group		II группа/II group	
	Абс./Abc	%	Абс./Abc	%
Отличный/Excellent (90–100)	290	96,9	241	95,8
Хороший/Good (80–89)	7	2,3	4	1,7
Удовлетворительный/Satisfactory (70–79)	1	0,4	4	1,7
Неудовлетворительный/Unsatisfactory (<70)	1	0,4	2	0,8
Итого/Total	299	100	251	100

По шкале Харриса в группе с применением пары трения Ке/Ке получены отличные и хорошие результаты в 99,2% случаев, а в группе Ке/Пе – в 97,5%. Эти результаты совпадают с данными ранее проведенных исследований [14, 15].

В обеих группах неудовлетворительные результаты были обусловлены не выбором пары трения эндопротеза, а использованием компонентов диаметром 28 мм, что наряду с незначительной мальпозицией определяло возникновение вывиха.

Вывихи эндопротеза произошли у 5 (0,91%) пациентов в сроки от 4 суток до 2 месяцев с момента операции: у 4 больных после эндопротезирования с использованием пары трения Ке/Пе, причем полиэтиленовые вкладыши использовались с 10-градусной элевацией, и у одного пациента после эндопротезирования с использованием пары трения Ке/Ке. Данное осложнение было связано в двух случаях с несоблюдением пациентами предписанного режима активности и в трех случаях – с погрешностями в оперативной технике в сочетании с диаметром головки 28 мм. Эти три случая произошли у больных второй группы и потребовали выполнения ревизионных операций, при которых была проведена переориентация «прилива» полиэтиленового вкладыша, а в одном случае увеличен офсет за счет замены головки на более длинную. Повторных вывихов у этих больных не возникало.

Неврологическая симптоматика возникла у одного больного из первой группы, поступившего в клинику с ложным суставом шейки бедренной кости и имеющим анатомическое укорочение нижней конечности более 6 см. Возникшее неврологическое расстройство мы связываем с одномоментным натяжением мягких тканей при низведении бедра. После трех курсов реабилитации наступил регресс клиники пареза.

По поводу глубокой перипротезной инфекции было выполнено 4 (0,73%) ревизионных вмешательства: у двух пациентов первой группы на фоне предыдущих ревизионных вмешательств и у двух пациентов второй группы после первичного эндопротезирования. Безусловно, риск возникновения перипротезной инфекции выше при ревизионных вмешательствах. По данным некоторых авторов, при асептических ревизиях процент септических осложнений может достигать 7–10% [6, 19].

Случаев повреждения керамических компонентов не выявлено. Боязнь расколов керамики среди ортопедов присутствует. Она сохранилась со времен применения предыдущих поколений

эндопротезов. В настоящее время ревизии по поводу расколов керамики выполняются редко [22]. Частота расколов керамических головок колеблется от 0,004% [25] до 0,05% [8], а вкладышей – от 0,013% [8] до 1,1% [12]. Как правило, причиной раскола керамических компонентов является неправильное обращение с ними: установка на поврежденный конус, неправильная позиция вкладыша, а также миграция вкладыша и его нестабильность [4, 10, 21, 23]. При соблюдении правил имплантации керамических компонентов риск их повреждения можно свести к минимуму.

Таким образом, полученные нами среднесрочные результаты свидетельствуют об эффективности тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием пары трения Ке/Пе и Ке/Ке и позволяют сделать следующие выводы.

В сроки до 60 месяцев в обеих группах не выявлено расколов керамики и акустических феноменов.

Вывихи происходили у пациентов с парой трений Ке/Пе и диаметром 28 мм, что свидетельствует о целесообразности увеличения диаметра пары трения.

Для увеличения диаметра головки и достижения лучшего антилюксационного эффекта желательнее использовать пару трения Ке/Ке. Даже в малых размерах диаметр вкладыша может быть больше, т.к. толщина стенки керамического вкладыша тоньше на фоне более высокой прочности.

При ревизионной операции по поводу вывиха желательна замена на больший диаметр керамической пары трения с использованием керамической головки с адаптером.

В случае ревизии из-за износа полиэтиленовой пары трения рекомендуем использовать пару трения Ке/Ке, чтобы остановить токсическое действие продуктов износа полиэтилена.

Выбор пары трения Ке/Ке должен быть обусловлен активностью пациента и его социальными потребностями, а не только возрастом.

Полученные нами среднесрочные результаты и анализ данных литературы позволяют ожидать более высокую выживаемость пары трения Ке/Ке в сроки 15–20 лет, и мы надеемся показать это в наших дальнейших исследованиях.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

- Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Чёрный А.Ж. Обеспечивают ли новые и более дорогие имплантаты лучший результат эндопротезирования тазобедренного сустава? *Травматология и ортопедия России*. 2015;(1):5-20. DOI:10.21823/2311-2905-2015-0-1-5-20.
- Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Гончаров М.Ю., Карпухин А.С., Мазуренко А.В., Плиев Д.Г., Близнюков В.В. Достоинства и недостатки современных пар трения эндопротезов тазобедренного сустава (обзор иностранной литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2010;(3):147-156.
- Amstutz H.C., Le Duff M.J., Beaulé P.E. Prevention and treatment of dislocation after total hip replacement using large diameter balls. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(429):108-116.
- Bal B.S., Garino J., Ries M., Rahaman M.N. A review of ceramic bearing materials in total joint arthroplasty. *Hip Int*. 2007;17:21-30.
- Bistolfi A., Crova M., Rosso F., Titolo P., Ventura S., Massazza G. Dislocation rate after hip arthroplasty within the first postoperative year: 36 mm versus 28 mm femoral heads. *Hip Int*. 2011;21(5):559-64. DOI: 10.5301/HIP.2011.8647.
- Buttaro M.A., Zanotti G., Comba F.M., Piccaluga F. Primary Total hip arthroplasty with fourth-generation ceramic-on-ceramic: analysis of complications in 939 consecutive cases followed for 2-10 years. *J Arthroplasty*. 2017;32(2):480-486. DOI: 10.1016/j.arth.2016.07.032.
- Carnes K.J., Odum S.M., Troyer J.L., Fehring T.K. Cost Analysis of Ceramic Heads in Primary Total Hip Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(21):1794-1800. DOI: 10.2106/JBJS.15.00831
- D'Antonio J.A., Capello W.N., Manley M.T., Naughton M., Sutton K. Alumina ceramic bearings for total hip arthroplasty: Five-year results of a prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(436):164-171.
- Dansk Høftealloplastik Register Årsrapport 2011. Режим доступа: http://danskhoftalloplastikregister.dk/wp-content/uploads/2015/12/DHR-Aarsrapport_2011-t_web.pdf. (дата обращения: 24.11.2016).
- Ha Y.C., Kim S.Y., Kim H.J., Yoo J.J., Koo K.H. Ceramic liner fracture after cementless alumina-on-alumina total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;458:106-110. DOI:10.1097/BLO.0b013e3180303e87
- Hamadouche M., Boutin P., Daussange J., Bolander M.E., Sedel L. Alumina-on-alumina total hip arthroplasty: A minimum 18.5 year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A:69-77.
- Hamilton W.G., McAuley J.P., Dennis D.A., Murphy J.A., Blumenfeld T.J., Politi J. THA with Delta ceramic on ceramic: results of a multicenter investigational device exemption trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:358-366. DOI: 10.1007/s11999-009-1091-4.
- Hu D., Tie K., Yang X., Tan Y., Alaidaros M., Chen L. Comparison of ceramic-on-ceramic and metal-on-polyethylene bearing surfaces in total hip arthroplasty: meta-analyses of randomized controlled studies. *J Orthop Surg Res*. 2015;10:22. DOI: 10.1186/s13018-015-0163-2.
- Hummel M.T., Malkani A.L., Yakkanti M.R., Baker D.L. Decreased dislocation after revision total hip arthroplasty using larger femoral head size and posterior capsular repair. *J Arthroplasty*. 2009;24(6 Suppl):73-76. DOI:10.1016/j.arth.2009.04.026.
- Kim Y.S., Kim Y.H., Hwang K.T., Choi I.Y. Isolated acetabular revision hip arthroplasty with the use of uncemented cup. *J Arthroplasty*. 2009;24:1236-1240. DOI: 10.1016/j.arth.2009.05.032.
- Lachiewicz P.F., Heckman D.S., Soileau E.S., Mangla J., Martell J.M. Femoral head size and wear of highly cross-linked polyethylene at 5 to 8 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:3290-3296. DOI: 10.1007/s11999-009-1038-9.
- Lombardi A.V.Jr, Skeels M.D., Berend K.R., Adams J.B., Franchi O.J. Do large heads enhance stability and restore native anatomy in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:1547-1553. DOI: 10.1007/s11999-010-1605-0.
- Perka C., Haschke F., Tohtz S. Luxationen nach Hüftendoprothetik. *Z Orthop Unfall*. 2012;150(2):e89-e105. DOI: 10.1055/s-0031-1298419.
- Sadoghi P., Liebensteiner M., Agreiter M., Leithner A., Böhler N., Labek G. Revision surgery after total joint arthroplasty: A complication-based analysis using worldwide arthroplasty registers. *J Arthroplasty*. 2013;28(8):1329-1332. DOI: 10.1016/j.arth.2013.01.012.
- The New Zealand joint registry sixteen year report January 1999 to December 2014. Режим доступа: <http://nzoa.org.nz/system/files/NJR%2013%20Year%20Report.pdf>. Pdf. (дата обращения: 24.11.2016).
- Toni A., Traina F., Stea S., Sudanese A., Visentin M., Bordini B., Squarzone S. Early diagnosis of ceramic liner fracture. Guidelines based on a twelve-year clinical experience. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88-A (Suppl. 4):55-63. DOI: 10.2106/JBJS.F.00587.
- Traina F., Tassinari E., De Fine M., Bordini B., Toni A. Revision of ceramic hip replacements for fracture of a ceramic component: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(24):e147. DOI: 10.2106/JBJS.K.00589.
- Traina F., De Fine M., Bordini B., Toni A. Risk factors for ceramic liner fracture after total hip arthroplasty. *Hip Int*. 2012;22(6):607-614. DOI: 10.5301/HIP.2012.10339.
- von Knoch M., Berry D.J., Harmsen W.S., Morrey B.F. Late dislocation after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(11):1949-1953.
- Willmann G. Ceramic femoral head retrieval data. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;379:22-28.

References

- Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Chernyy A.Zh. [Do New and More Expensive Implants Provide Better Outcomes in Total Hip Arthroplasty?] *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(1):5-20 (in Russian).
- Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Goncharov M.Yu., Karpukhin A.S., Mazurenko A.V., Pliev D.G., Bliznyukov V.V. [Advantages and Disadvantages of Modern Bearing Surface in Total Hip Arthroplasty. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;(3):147-156 (in Russian).
- Amstutz H.C., Le Duff M.J., Beaulé P.E. Prevention and treatment of dislocation after total hip replacement using large diameter balls. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(429):108-116.
- Bal B.S., Garino J., Ries M., Rahaman M.N. A review of ceramic bearing materials in total joint arthroplasty. *Hip Int*. 2007;17:21-30.
- Bistolfi A., Crova M., Rosso F., Titolo P., Ventura S., Massazza G. Dislocation rate after hip arthroplasty within the first postoperative year: 36 mm versus 28 mm femoral heads. *Hip Int*. 2011;21(5):559-64. DOI: 10.5301/HIP.2011.8647.

6. Buttaro M.A., Zanotti G., Comba F.M., Piccaluga F. Primary Total hip arthroplasty with fourth-generation ceramic-on-ceramic: analysis of complications in 939 consecutive cases followed for 2-10 years. *J Arthroplasty*. 2017;32(2):480-486. DOI: 10.1016/j.arth.2016.07.032.
7. Carnes K.J., Odum S.M., Troyer J.L., Fehring T.K. Cost Analysis of Ceramic Heads in Primary Total Hip Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(21):1794-1800. DOI: 10.2106/JBJS.15.00831
8. D'Antonio J.A., Capello W.N., Manley M.T., Naughton M., Sutton K. Alumina ceramic bearings for total hip arthroplasty: Five-year results of a prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;(436):164-171.
9. Dansk Hoftealloplastik Register Årsrapport 2011. Available at: http://danskhoftealloplastikregister.dk/wp-content/uploads/2015/12/DHR-Aarsrapport_2011-t_web.pdf. (accessed 24.11.2016).
10. Ha Y.C., Kim S.Y., Kim H.J., Yoo J.J., Koo K.H. Ceramic liner fracture after cementless alumina-on-alumina total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;458:106-110. DOI:10.1097/BLO.0b013e3180303e87
11. Hamadouche M., Boutin P., Daussange J., Bolander M.E., Sedel L. Alumina-on-alumina total hip arthroplasty: A minimum 18.5 year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A:69-77.
12. Hamilton W.G., McAuley J.P., Dennis D.A., Murphy J.A., Blumenfeld T.J., Politi J. THA with Delta ceramic on ceramic: results of a multicenter investigational device exemption trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:358-366. DOI: 10.1007/s11999-009-1091-4.
13. Hu D., Tie K., Yang X., Tan Y., Alaidaros M., Chen L. Comparison of ceramic-on-ceramic and metal-on-polyethylene bearing surfaces in total hip arthroplasty: meta-analyses of randomized controlled studies. *J Orthop Surg Res*. 2015;10:22. DOI: 10.1186/s13018-015-0163-2.
14. Hummel M.T., Malkani A.L., Yakkanti M.R., Baker D.L. Decreased dislocation after revision total hip arthroplasty using larger femoral head size and posterior capsular repair. *J Arthroplasty*. 2009;24(6 Suppl):73-76. DOI:10.1016/j.arth.2009.04.026.
15. Kim Y.S., Kim Y.H., Hwang K.T., Choi I.Y. Isolated acetabular revision hip arthroplasty with the use of uncemented cup. *J Arthroplasty*. 2009;24:1236-1240. DOI: 10.1016/j.arth.2009.05.032.
16. Lachiewicz P.F., Heckman D.S., Soileau E.S., Mangla J., Martell J.M. Femoral head size and wear of highly cross-linked polyethylene at 5 to 8 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:3290-3296. DOI: 10.1007/s11999-009-1038-9.
17. Lombardi A.V.Jr, Skeels M.D., Berend K.R., Adams J.B., Franchi O.J. Do large heads enhance stability and restore native anatomy in primary total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:1547-1553. DOI: 10.1007/s11999-010-1605-0.
18. Perka C., Haschke F., Tohtz S. Luxationen nach Hüftendoprothetik. *Z Orthop Unfall*. 2012;150(2):e89-e105. DOI: 10.1055/s-0031-1298419.
19. Sadoghi P., Liebensteiner M., Agreiter M., Leithner A., Böhler N., Labek G. Revision surgery after total joint arthroplasty: A complication-based analysis using worldwide arthroplasty registers. *J Arthroplasty*. 2013;28(8):1329-1332. DOI: 10.1016/j.arth.2013.01.012.
20. The New Zealand joint registry sixteen year report January 1999 to December 2014. Available at: <http://nzoa.org.nz/system/files/NJR%2013%20Year%20Report.Pdf>. (accessed: 24.11.2016).
21. Toni A., Traina F., Stea S., Sudanese A., Visentin M., Bordini B., Squarzoni S. Early diagnosis of ceramic liner fracture. Guidelines based on a twelve-year clinical experience. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88-A (Suppl. 4):55-63. DOI: 10.2106/JBJS.E00587.
22. Traina F., Tassinari E., De Fine M., Bordini B., Toni A. Revision of ceramic hip replacements for fracture of a ceramic component: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(24):e147. DOI: 10.2106/JBJS.K.00589.
23. Traina F., De Fine M., Bordini B., Toni A. Risk factors for ceramic liner fracture after total hip arthroplasty. *Hip Int*. 2012;22(6):607-614. DOI: 10.5301/HIP.2012.10339.
24. von Knoch M., Berry D.J., Harmsen W.S., Morrey B.F. Late dislocation after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(11):1949-1953.
25. Willmann G. Ceramic femoral head retrieval data. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;379:22-28.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.

Мурьев Валерий Юрьевич – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; заведующий московским городским центром эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы

Кавалерский Геннадий Михайлович – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Терентьев Дмитрий Игоревич – канд. мед. наук, врач ортопедического отделения ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Valery Yu. Murylev – Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; Head of the Moscow City Center of Bone and Joint Replacement at Botkin City Clinical Hospital

Gennady M. Kavalersky – Dr. Sci. (Med.), Professor, Cheaf of Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University

Dmitry I. Terentiev – Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Botkin City Clinical Hospital

Рукин Ярослав Алексеевич – канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Елизаров Павел Михайлович – канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Музыченко Алексей Владимирович – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГБУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Yaroslav A. Rukin – Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University

Pavel M. Elizarov – Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University

Aleksey V. Muzychenkov – Assistant of Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University

2017.RHEUMOSURGERY.COM
FACEBOOK.COM/RHEUMOSURGERY



Ассоциация ревмоортопедов
 Министерство здравоохранения Российской Федерации
 Министерство образования и науки Российской Федерации
 Российская академия наук
 Федеральное агентство научных организаций (ФАНО)
 Ассоциация травматологов-ортопедов России
 Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой
 Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова
 Российский университет дружбы народов



**I МЕЖДУНАРОДНЫЙ
 КОНГРЕСС
 АССОЦИАЦИИ
 школа ревмоортопедии
 и «SHOULDER AND ELBOW COURSE»**



**28-29 сентября
 2017 года
 Москва**

 **Holiday Inn** | ЛЕСНАЯ, 15

- возможности консервативного и хирургического лечения (артроскопия, эндопротезирование) плечевого и локтевого суставов;
- особенности поражения суставов при ревматических заболеваниях;
- современное представление о периоперационном ведении больных ревматическими заболеваниями;
- особенности эндопротезирования при ревматических заболеваниях;
- современный подход к хирургии стопы и голеностопного сустава при ревматических заболеваниях;
- современный подход к хирургии кисти при ревматических заболеваниях;
- особенности лечения переломов при ревматических заболеваниях;
- проблема остеопороза в травматологии-ортопедии;
- вопросы патологии хряща

Eventarium
 +7 (926) 965-25-05
 mail@eventarium.pro

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭТАПНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

П.М. Преображенский, С.А. Божкова, А.В. Каземирский, М.Ю. Гончаров

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

Реферат

Лечение пациентов с перипротезной инфекцией (ППИ) связано с повышенным риском рецидивов, а также со значительными финансовыми затратами. Этапное реэндопротезирование пациентов с использованием артикулирующих и блоковидных спейсеров является эффективным методом лечения подобных осложнений.

Цель исследования – оценить влияние типа цементного антимикробного спейсера, используемого в ходе санитизирующего этапа, на эффективность эрадикации инфекции и интраоперационные показатели при лечении ППИ коленного сустава.

Материал и методы. За период с 2007 по 2015 г. этапное хирургическое лечение было выполнено 161 пациенту с ППИ коленного сустава. На этапе санации 80 пациентам был имплантирован артикулирующий спейсер, 81 – блоковидный. Средний период наблюдения составил 65 месяцев (95% ДИ: 12–91). Были проанализированы эффективность эрадикации инфекции и интраоперационные показатели (время операции, кровопотеря, используемые хирургические доступы, степень связанности имплантированных эндопротезов). С целью объективизации сравнительного анализа из исследования были исключены 57 пациентов с массивными костными дефектами типов 2B и 3 по AORI, а также рецидивами ППИ. В конечном итоге были подвергнуты анализу результаты лечения 104 пациентов, удовлетворяющих следующим критериям включения: развитие ППИ после первичного эндопротезирования коленного сустава, наличие незначительных костных дефектов метаэпифизов (типы 1 и 2A по AORI) после удаления компонентов эндопротеза, отсутствия рецидивов ППИ после санитизирующей операции.

Результаты. Эффективность санитизирующего этапа составила 70,1%, этапа реэндопротезирования – 90,1%. У пациентов с артикулирующими спейсерами эффективность составила 88,1% по сравнению с 59,1% у пациентов с блоковидными спейсерами. Средний интервал между этапами лечения – 196 дней. Этап санации у пациентов с артикулирующими спейсерами сопровождался статистически значимо ($p < 0,02$) меньшей кровопотерей (522,6 мл, 95% ДИ: 150–1300) по сравнению с блоковидными спейсерами (727,8 мл, 95% ДИ: 300–1600). При этом время операции было сопоставимым ($p = 0,8$): 140,2 (95% ДИ: 75–240) и 142,9 мин (95% ДИ: 85–210) соответственно. Реэндопротезирование после применения блоковидных спейсеров потребовало более частого применения расширенных доступов ($p < 0,05$), связанных конструкций ($p < 0,05$) и сопровождалось большей продолжительностью операции ($p < 0,02$).

Выводы. Таким образом, основным преимуществом применения артикулирующих спейсеров на этапе санации является эффективная эрадикация инфекции, а поддержание подвижности и опороспособности конечности между этапами лечения значительно облегчает последующее реэндопротезирование и снижает его травматичность по сравнению с блоковидными спейсерами.

Ключевые слова: перипротезная инфекция коленного сустава, спейсер, двухэтапное ревизионное лечение, эрадикация инфекции.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

Results of Two-Stage Reimplantation in Patients with Periprosthetic Joint Infection after Total Knee Arthroplasty

P.M. Preobrazhensky, S.A. Bozhkova, A.V. Kazemirsky, M.Yu. Goncharov

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю. Результаты этапного лечения пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава. Травматология и ортопедия России. 2017;23(1):98-107. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

Cite as: Preobrazhensky P.M., Bozhkova S.A., Kazemirsky A.V., Goncharov M.Yu. [Results of Two-Stage Reimplantation in Patients with Periprosthetic Joint Infection after Total Knee Arthroplast]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):98-107. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

Преображенский Петр Михайлович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Petr M. Preobrazhensky, 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: p.preobrazhensky@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 01.03.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 10.03.2017.

Abstract

Treatment of chronic periprosthetic joint infection (PJI) is connected with high reinfection rate and financial costs. Two stage reimplantation with the use of dynamic and static spacers on the first stage is an effective treatment algorithm of such complication.

Purpose of the study – to evaluate the influence of a spacer type on infection eradication and intraoperative features of two-stage surgical treatment in patients with PJI after ТКА.

Material and methods. From year 2007 to 2015 161 patients with PJI were treated: 80 patients with dynamic spacers and 81 – with static spacers. The mean follow up period was 65 months (95% CI: 12–91). The mean age was 62 years (95% CI: 30–84). The outcomes included analysis of infection eradication effectiveness and intraoperative features (operation time, blood loss, type of implant). We excluded 57 patients with severe bone defects (AORI 2B, 3), reinfection after the first stage and, finally, analyzed 104 patients with appropriate including criteria.

Results. Effectiveness of the first stage was 70,1%. The second stage demonstrated 90,1% effectiveness. There was statistically lower reinfection rate after the first stage in patients treated with dynamic spacer 88,1%, compared with 59,1% in patients with static spacers. The mean period between stages was 196 days. Sanation surgery with further implantation of dynamic spacer was followed by statistically ($p<0,02$) lower blood loss – 522.6 ml (95% CI: 150–1300), compared with static spacers – 727.8 ml (698,1 ml (95% CI; 300–1600), but the operation time was comparable ($p = 0,8$): 140.2 (95% CI; 75–240) и 142.9 min (95% CI: 85–210) respectively. Revision knee arthroplasty after static spacer was followed by frequent ($p<0,05$) use of extended surgical approach, constrained implants ($p<0,05$) and long operation time ($p<0,02$) compared with dynamic constructions.

Conclusion. Two stage reimplantation with the use of dynamic spacers provides better infection control, knee function between stages, less traumatic sanation and revision knee arthroplasty. Inability to comply recommended interval between stages, due to specifics of financing, makes the implantation of dynamic spacers in patients with PJI on the first stage more preferable.

Keywords: periprosthetic knee infection, two stage reimplantation, antibiotic spacer, infection eradication.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Среди причин ревизионного эндопротезирования коленного сустава лидирующую роль занимает перипротезная инфекция (ППИ). На ее долю, по данным регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена, приходится 58% всех ревизионных вмешательств [4]. Современные зарубежные исследования также подтверждают эту тенденцию: если раньше первое место в ряде стран занимал износ полиэтиленового вкладыша [21], то по данным I.J. Koh с соавторами, в последние 5 лет в структуре причин ревизионного эндопротезирования ППИ заняла лидирующую позицию (38%), опережая асептическое расшатывание компонентов эндопротеза (33%), износ полиэтиленового вкладыша (13%) и нестабильность капсульно-связочных структур (7%) [14]. Аналогичные результаты приводят и D.H. Le с соавторами, которые при анализе причин поздних ревизионных вмешательств в среднем через 52 мес. после первичного эндопротезирования сообщают о 25% ППИ [15].

Диагностические критерии ППИ хорошо известны [20]. Соблюдение современных алгоритмов диагностики ППИ позволяет своевременно установить окончательный диагноз и верифицировать возбудителя [1], что позволяет подобрать наиболее эффективную антибак-

териальную терапию, увеличивая вероятность успешной санации очага инфекции [2].

Консервативное лечение ППИ с назначением системной антибактериальной терапией малоэффективно и в настоящее время применяется только у пациентов, которым противопоказано выполнение хирургического вмешательства, что, как правило, обусловлено старческим возрастом и тяжестью течения сопутствующей патологии. Открытый дебридмент с сохранением компонентов эндопротеза также показывает невысокую эффективность – 36% успешных санаций – и к сегодняшнему дню имеет очень узкие показания к применению [6].

Метод одноэтапной реимплантации демонстрирует высокую эффективность (до 90%), однако требует строгих критериев отбора пациентов для его выполнения: длительность симптомов инфекции не более месяца, отсутствие свищевого хода, состоятельность разгибательного аппарата и мягких тканей, отсутствие массивных костных дефектов в зоне операции, использование костного цемента с антибиотиком. Несоблюдение указанных требований значительно снижает вероятность успешной санации очага инфекции [7].

В 1977 г. предложил J. Insall двухэтапную методику лечения ППИ, которая до настоящего времени является «золотым стандартом» лечения и широко применяется в современной ор-

топедии [12]. По данным литературы, использование данного метода позволяет купировать инфекционный процесс в 92–94% случаев [8, 17].

Традиционно в ходе первого этапа лечения в качестве saniрующих конструкций используют артикулирующие и блоковидные антимикробные спейсеры, которые, по данным J. Parvizi с соавторами, демонстрируют сопоставимую эффективность в купировании инфекции: 91,5 и 87,0% соответственно [20]. Однако артикулирующие конструкции, обеспечивая подвижность в суставе, позволяют сохранить эластичность мягких тканей и тонус разгибательного аппарата, что уменьшает частоту использования расширенных доступов при выполнении второго этапа, а также повышают качество жизни у пациентов в период между этапами хирургического лечения [5, 13].

Цель исследования – оценить влияние типа цементного антимикробного спейсера, используемого в ходе saniрующего этапа, на эффективность эрадикации инфекции и интраоперационные показатели при лечении ППИ коленного сустава.

Материал и методы

Ретроспективное исследование основано на результатах лечения 161 пациента с ППИ коленного сустава, которым за период с 2007 по 2015 г. было выполнено этапное ревизионное эндопротезирование с установкой на этапе санации

артикулирующего ($n = 80$) или блоковидного ($n = 81$) спейсера (рис. 1). Инфекцию считали купированной при отсутствии признаков рецидива в течение двух лет и более после выполнения реимплантации эндопротеза. Срок наблюдения составил в среднем 65 мес. (95%ДИ: 12–91).

С целью объективизации сравнительного анализа из исследования были исключены 57 пациентов с массивными костными дефектами типов 2В и 3 по AORI и рецидивами ППИ. В конечном итоге были подвергнуты анализу результаты лечения 104 пациентов (73 женщины и 31 мужчина), удовлетворяющих следующим критериям включения: развитие ППИ после первичного эндопротезирования коленного сустава, наличие незначительных костных дефектов метаэпифизов (типы 1 и 2А по AORI) после удаления компонентов эндопротеза, отсутствие рецидивов ППИ после saniрующей операции.

В зависимости от типа спейсера, имплантированного на первом этапе лечения, пациенты были разделены на две группы сравнения: 72 пациента с артикулирующими спейсерами и 32 – с блоковидными. Средний возраст пациентов на втором этапе лечения составил 62 года (95% ДИ: 30–84), группы были сопоставимы по полу и возрасту. В группе пациентов с артикулирующими спейсерами в 43,1% случаев объем костных дефектов соответствовал типу 1 и в 56,9% – типу 2А, в группе сравнения данные показатели составили 34,4 и 65,6%, соответственно.

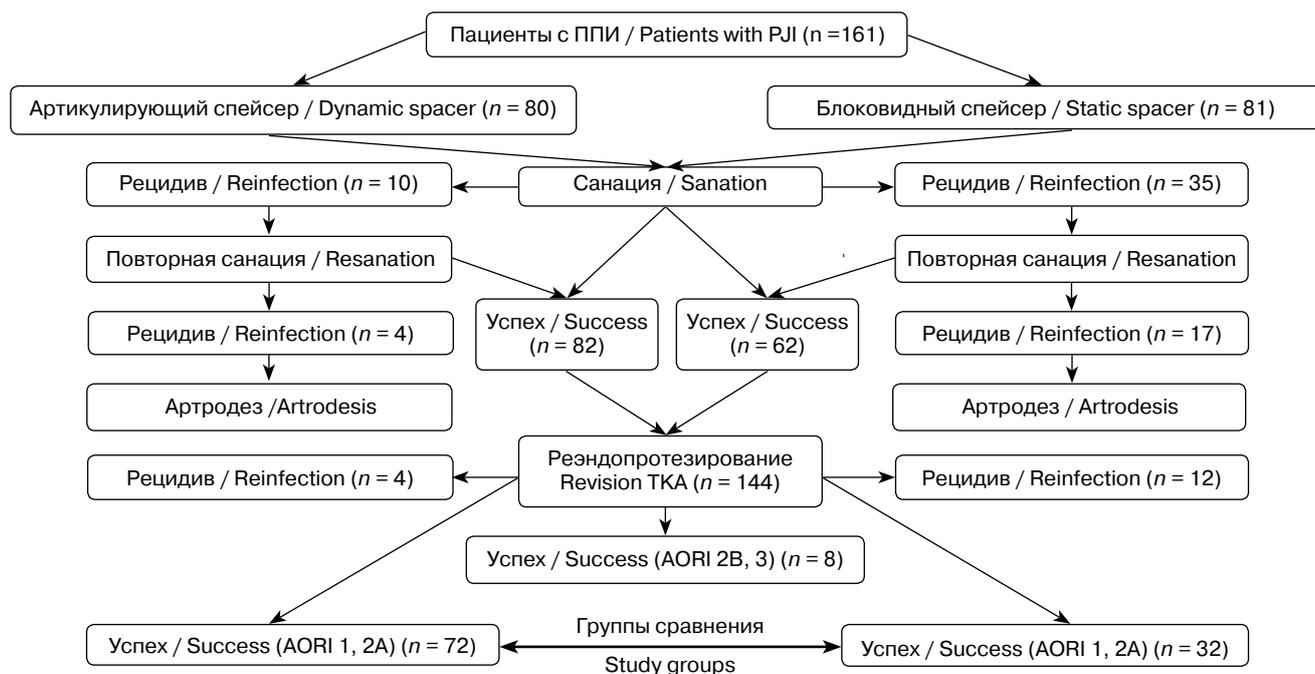


Рис. 1. Дизайн исследования / Fig. 1. Study design

У всех пациентов при включении в исследование оценивали причину эндопротезирования и тип перипротезной инфекции по классификации Coventry – Fitzgerald – Tsukayama. Также учитывали факторы, определенные на международной согласительной конференции по ППИ как факторы риска: индекс массы тела, наличие у пациента варикозной болезни вен нижних конечностей (ВБВНК), тромбоза, сахарного диабета, рожистого воспаления в анамнезе и системных заболеваний, требующих постоянного приема гормональных и/или цитостатических препаратов [20]. Кроме того, учитывали продолжительность пребывания в стационаре (койко-день), длительность хирургических вмешательств на обоих этапах лечения, интраоперационную кровопотерю, тип установленного эндопротеза (связанный или полусвязанный).

Наиболее распространенной причиной эндопротезирования в обеих группах сравнения был идиопатический гонартроз: 69,4% ($n = 50$) случаев в группе с артикулирующими и 75% ($n = 24$) – с блоковидными спейсерами. Доля пациентов с посттравматическими дегенеративными изменениями, в том числе после проведенных оперативных вмешательств и их последствий, была практически одинаковой в группах сравнения и составила в среднем 15,5%. В группе с артикулирующими спейсерами несколько чаще ($p < 0,05$) встречались паци-

енты с системными заболеваниями, постоянно принимающие стероидные гормоны и/или цитостатики (рис. 2).

Сравнительный анализ частоты встречаемости сопутствующей патологии не выявил различий между группами сравнения по большинству показателей, за исключением инсулинозависимого сахарного диабета и ВБВНК, которые значимо чаще встречались у пациентов с блоковидными санирующими конструкциями. Обращает на себя внимание высокое среднее значение показателя ИМТ, который в обеих группах соответствует II степени ожирения (табл. 1).

Распределение пациентов по типам ППИ в группах сравнения значимо не различалось (табл. 2).

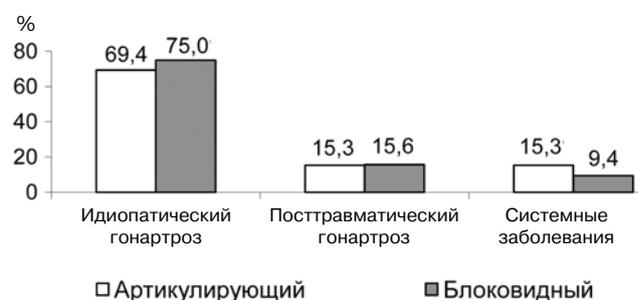


Рис. 2. Причины первичного эндопротезирования
Fig. 2. Causes of primary total knee arthroplasty

Таблица 1/Table 1

Факторы риска перипротезной инфекции/Risk factors of periprosthetic joint infection

Фактор риска, % Risk factors, %	Пациенты с артикулирующими спейсерами Patients with mobile spacers ($n = 72$)	Пациенты с неартикулирующими спейсерами Patients with static spacers ($n = 32$)
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	31,2 (95% ДИ: 20,24–46,10)	31,7 (95% ДИ: 20,58–41,01)
ВБВНК/Varicose veins	19,4*	31,2
Тромбофлебит/Trombophlebitis	5,7	6,2
Прием гормональных, цитостатических препаратов Cytostatics or hormonal therapy	20,8**	9,4
Гепатит С/Virus Hepatitis	2,8	0,0
Рожистое воспаление Erysipelatous inflammation	5,6	9,4
Инфекция мочевыводящих путей Urinary tract infection	13,9	15,6
Сахарный диабет/Diabetes mellitus	8,3**	21,9

ДИ – доверительный интервал; ИМТ – индекс массы тела; ВБВНК – варикозная болезнь вен нижних конечностей; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ по сравнению с пациентами с неартикулирующими спейсерами.

CI – confidence interval; BMI – body mass index; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ compared with mobile spacer patients.

Таблица 2

Тип выявленной перипротезной инфекции в группах сравнения, %
Type of periprosthetic joint infection in study groups, %

Группа пациентов Study groups	Тип ППИ/ Type of periprosthetic joint infection		
	I	II	III
С артикулирующим спейсером Mobile spacer	29,2	34,7	36,1
С блоковидным спейсером Static spacer	37,5	28,1	34,4

Для выявления возбудителя на дооперационном этапе пациентам выполняли диагностическую пункцию оперированного коленного сустава с последующим бактериологическим исследованием полученного аспирата. В ходе санитизирующей операции забирали 5 тканевых биоптатов и удаленные компоненты эндопротеза, которые отправляли в микробиологическую лабораторию для окончательной идентификации возбудителя.

На первом этапе лечения всем пациентам выполняли санитизирующую операцию с удалением компонентов эндопротеза, радикальным дебридментом мягких тканей и костных структур и последующей имплантацией компонентов антимикробного спейсера из гентамицин-содержащего костного цемента с добавлением 2–4 г ванкомицина на каждые 40 г костного цемента и активным дренированием полости сустава. Для изготовления артикулирующего спейсера использовали повторно стерилизованный бедренный компонент удаленного эндопротеза и костный цемент, из которого моделировали большеберцовый компонент спейсера. Блоковидный спейсер представлял собой интрамедуллярный стержень, имплантируемый в костномозговые каналы бедренной и большеберцовой костей в сочетании с костным цементом, импрегнированным антибиотиком. В течение 6–8 нед. со дня операции пациенты получали курс этиотропной антибактериальной терапии с учетом результатов бактериологических исследований.

Между этапами хирургического лечения пациентам с блоковидными спейсерами было рекомендовано ношение тьютора, допускалась ходьба с дополнительной опорой на костыли с частичной осевой нагрузкой на оперированную конечность.

Пациентам с артикулирующими спейсерами ношение ортеза рекомендовали только при наличии признаков нестабильности в оперированном суставе, в течение первого месяца пациенты использовали костыли, в дальнейшем – трость. Пациенты перемещались без дополнительной

опоры при отсутствии признаков несостоятельности коллатеральных связочных структур.

После выполнения реэндопротезирования пациентам рекомендовали ходьбу с дополнительной опорой на костыли до 4 нед., с тростью – до 6–8 нед.

Статистические методы. Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты обрабатывали с использованием программной системы STATISTICA 10. Сопоставление частотных характеристик (пол, данные клинического осмотра, факторы риска, осложнения) качественных показателей проводили с помощью непараметрических методов χ^2 , χ^2 Пирсона, критерия Фишера. Сравнение количественных параметров (возраст, длительность заболевания, длительность операции, объем кровопотери, показатели качества жизни) в исследуемых группах осуществляли с использованием критериев Манна – Уитни, Вальда, медианного χ^2 и модуля ANOVA.

Результаты исследования

Из 161 пациента 118 однократно перенесли санитизирующую операцию с дальнейшим успешным ревизионным эндопротезированием. В 45 случаях диагностированы рецидивы инфекции: у 35 пациентов с блоковидным спейсером, у 10 – с артикулирующим. Из 45 случаев рецидива в 24 (53,3%) в итоге достигнута эрадикация инфекции и выполнено реэндопротезирование, 21 пациенту (46,7%) после неоднократных рецидивов ППИ выполнен артродез коленного сустава, целью которого было сохранение оперированной конечности. Таким образом, эффективность первого этапа лечения составила 74,3%, при этом для артикулирующих спейсеров этот показатель составил 88,8%, а для блоковидных – 59,1% ($p < 0,01$). Подобное различие объясняется тем, что блоковидные спейсеры с большей частотой имплантировались в осложненных случаях (возбудитель – полирезистентные микроорганизмы микробные ассоциации, предшествующие переломы, остео-

синтезы, многократные безуспешные попытки санлирующих операций с сохранением компонентов эндопротеза).

Из 144 пациентов, которым был выполнен этап реэндопротезирования, у 128 на момент контрольного осмотра признаков рецидива инфекционного процесса выявлено не было. Таким образом, эффективность 2-го этапа лечения составила в среднем 88,9%: 80,4% для блоковидных спейсеров и 93,1% для артикулирующих. Из 16 пациентов с рецидивами после реэндопротезирования в 3 случаях (у одного пациента с блоковидным и двух – с артикулирующим спейсерами) удалось достичь купирования инфекции при повторной санации и выполнить в последующем реимплантацию эндопротеза. Оставшимся 13 пациентам (10 с блоковидным и 3 с артикулирующим спейсерами) после очередного рецидива ППИ выполнено артродезирование коленного сустава.

Ведущими возбудителями ППИ в обеих группах были грамположительные микроорганизмы (рис. 3), однако в группе с артикулирующими спейсерами они встречались чаще, чем в группе сравнения: 68,1% и 40,7%, соответственно ($p < 0,05$). При этом доля метициллинорезистентных штаммов *Staphylococcus epidermidis* (MRSE) была сопоставима между исследуемыми группами и составила в среднем 15,1%, в то время как MRSA встречались в единичных случаях. Грамотрицательные бактерии и микробные ассоциации значительно чаще выделялись у пациентов с неартикулирующими спейсерами ($p < 0,01$).

Отмечено, что санация очага инфекции с установкой неартикулирующего спейсера требует значимо большей ($p < 0,0001$) продолжительности пребывания в стационаре по сравнению с имплантацией артикулирующего спейсера: 24,1 (95% ДИ: 9–40) и 30,5 (95% ДИ: 18–73) койко-дней, соответственно. При этом длительность санлирующей операции была сопоставима в обеих группах и составила при установке мобильного и статичного спейсера –

140,2 (95% ДИ: 75–240) и 142,9 мин (95% ДИ: 85–210) соответственно. Однако величина кровопотери отличалась ($p < 0,02$) в пользу пациентов, которым был имплантирован артикулирующий спейсер – 522,6 мл (95% ДИ: 150–1300) по сравнению с неартикулирующим – 698,1 мл (95% ДИ: 300–1600).

Период ожидания пациентами второго этапа хирургического лечения в исследуемых группах был сопоставим ($p = 0,173$). Зачастую его продолжительность была обусловлена особенностями финансирования регионов и составила для пациентов с артикулирующими спейсерами в среднем 186,8 дней (95% ДИ: 59–499), с неартикулирующими – 216,4 дней (95% ДИ: 105–793).

На втором этапе хирургического лечения выявлена значительная разница ($p < 0,003$) в продолжительности ревизионного эндопротезирования: 146,9 мин (95% ДИ: 70–250) после артикулирующего и 167,5 мин (95% ДИ: 120–240) после блоковидного спейсеров (рис. 4).



Рис. 4. Продолжительность хирургического вмешательства на втором этапе у пациентов исследуемых групп

Fig. 4. Timing of revision total knee arthroplasty in patients of compared groups

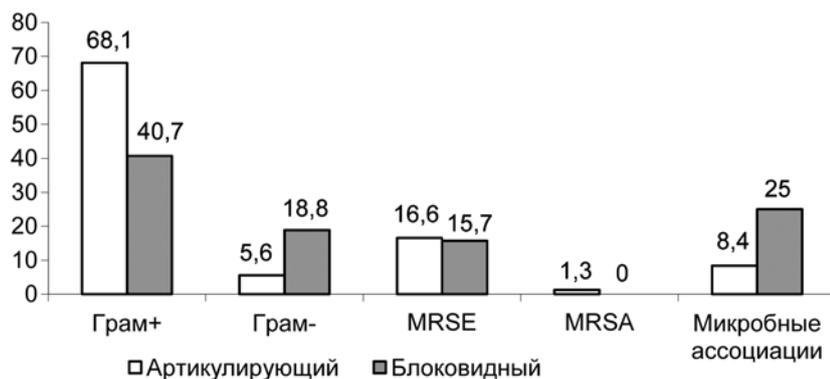


Рис. 3. Частота выделения возбудителей ППИ в сопоставляемых группах.

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ по сравнению с неартикулирующими спейсерами

Fig. 3. Pathogen in compared groups * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ compared with static spacers

Большая длительность операции у пациентов с блоковидными спейсерами привела к увеличению объема интраоперационной кровопотери, который в среднем составил 727,8 мл (95% ДИ: 200–1900), что значимо больше по сравнению с группой пациентов, которым ревизионный эндопротез имплантировался после удаления артикулирующего спейсера – 558,5 мл (95% ДИ: 200–1500).

Наряду со стандартным медиальным парапательным доступом, выполняемым абсолютно большинству пациентов обеих групп в ходе реэндопротезирования, в ряде случаев использовали расширенные хирургические доступы. Остеотомию бугристости большеберцовой кости и пересечение сухожилия прямой мышцы (*rectus snip*) значимо чаще ($p < 0,05$) применяли для удаления компонентов блоковидного спейсера по сравнению с пациентами, которым в ходе санации был установлен артикулирующий спейсер – 2,8% и 15,6% соответственно (рис. 5).

Длительность госпитализации на этапе реэндопротезирования в группах сравнения была сопоставимой: для пациентов с артикулирующими спейсерами она составила 24,5 дня (95% ДИ: 14–56), блоковидными – 25,2 дня (95% ДИ: 18–36).

Обсуждение

Двухэтапное реэндопротезирование коленного сустава у пациентов с ППИ в последние десятилетия демонстрирует убедительные результаты как в отношении эффективности санации очага инфекции, так и в плане функциональных результатов, давно став предпочтительным алгоритмом лечения [23]. Этот метод особенно эффективен у пациентов с поздней инфекцией, при наличии свищевого хода и в случаях, когда возбудителем ППИ являются полирезистентные штаммы микроорганизмов или микробные ассоциации [19]. Сравнение санирующей способности двух типов спейсеров на первом этапе лечения за весь период наблюдений выявило преимущество артикулирующих санирующих конструкций над блоковидными. Модификация алгоритма этапного лечения подобных паци-

ентов позволила улучшить санирующую способность обоих типов спейсеров, однако преимущество в эффективности артикулирующих конструкций (92,2%) над неартикулирующими (89,4%) сохранилось.

Наряду с эффективной санацией очага инфекции, каждый хирург ставит перед собой задачу выполнить хирургические вмешательства наименее травматично. Полученные нами данные подтверждают результаты публикаций многих исследователей из различных медицинских центров, которые считают, что достигнутое преимущество в интраоперационных показателях у пациентов с артикулирующими спейсерами над блоковидными определяется сохранением способности к артикуляции между этапами лечения. Это упрощает выполнение ревизионного вмешательства и впоследствии приводит к достижению лучшей амплитуды движений в оперированном суставе, что повышает удовлетворенность пациентов проведенным двухэтапным лечением и является важным доводом в пользу мобильных санирующих конструкций [9, 10, 11, 18].

Однако некоторые исследования демонстрируют отличные результаты и лучшую санирующую способность при двухэтапном лечении пациентов с использованием неартикулирующих спейсеров при условии соблюдения хирургами рекомендуемого интервала между этапами лечения [17, 22]. Положительный момент, в том числе обусловлен созданием относительного покоя для коленного сустава при небольшом интервале между двумя этапами лечения.

Неизбежно сравнение двух типов антимикробных спейсеров, используемых на этапе санации для достижения эффективного купирования инфекционного процесса. При этом сравнение результатов применения того или иного типа спейсера иногда может быть некорректным. Так, в случае многократных рецидивов ППИ, при значительной потере костной массы и дефиците мягких тканей хирурги предпочитают на первом этапе имплантировать блоковидные конструкции с целью иммобилизации

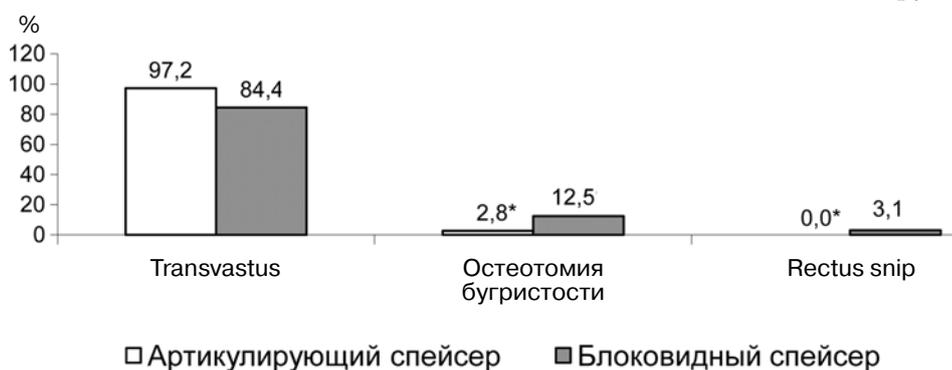


Рис. 5. Тип хирургического доступа при реэндопротезировании у пациентов исследуемых групп.
* – $p < 0,05$ по сравнению с неартикулирующими спейсерами.

Fig. 5. Type of surgical approach during revision TKA.
* – $p < 0,05$ compared with static spacers

сегмента и стабилизации коленного сустава для восстановления его опороспособности и обеспечения более эффективной доставки антибиотиков к очагу инфекции [3], в то время как артикулирующие спейсеры, по нашему опыту, чаще устанавливают в стандартных случаях ППИ. Таким образом, при лечении пациентов с рецидивирующим характером течения ППИ и при выполнении санирующей операции после впервые диагностированной инфекции невозможно достичь сопоставимых интраоперационных показателей. В этой связи в настоящее исследование были включены пациенты с впервые выявленной ППИ без дефицита мягких тканей с незначительными костными дефектами (1 и 2А по классификации AORI) после удаления компонентов спейсера в ходе реэндопротезирования и достигнутой в результате проведенного лечения эрадикацией (см. рис. 1).

Соблюдение указанных критериев позволило провести объективный сравнительный анализ интраоперационных особенностей на этапах лечения у пациентов с двумя типами спейсеров. Надо отметить, что ряд изученных нами показателей, характеризующих трудность выполнения второго этапа лечения, такие как продолжительность госпитализации, длительность операции, интраоперационная кровопотеря, в подобных исследованиях ранее не анализировали.

При одинаковой продолжительности санирующих операций в группах сравнения, в ходе ревизионного эндопротезирования хирург сталкивается меньшими техническими трудностями при выполнении хирургического доступа и удалении компонентов артикулирующего спейсера, а сохраненная эластичность капсульно-связочных структур позволяет облегчить последующую имплантацию ревизионной конструкции. Это нашло подтверждение в нашем исследовании: продолжительность операции реэндопротезирования составила 146,9 мин (95% ДИ: 70–250) после артикулирующего и 167,5 мин (95% ДИ: 120–240) после блоковидного спейсеров. При этом известно, что время, затраченное на реэндопротезирование коленного сустава, является одним из важных факторов, влияющих как на скорость восстановления двигательной активности пациента, так и на риск возможного рецидива инфекции [16].

Большая кровопотеря в ходе имплантации неартикулирующего спейсера при сопоставимом времени хирургического вмешательства может быть связана с необходимостью вскрытия костномозговых каналов бедренной и большеберцовой костей для имплантации интрамедуллярного стержня. Технические трудности при удалении остатков цемента из костномозговых

каналов в ходе реэндопротезирования у вышеупомянутой группы пациентов также значительно увеличивают кровопотерю. Необходимость гемотрансфузии в раннем послеоперационном периоде вследствие значительной кровопотери на этапе имплантации спейсера замедляет процесс ранней динамизации пациента и повышает риск рецидива ППИ.

Состоятельность одной из коллатеральных связок заднего отдела капсулы сустава при сохраненной сократительной активности разгибательного аппарата позволили имплантировать несвязанные или полусвязанные эндопротезы 91,7% ($n = 66$) пациентов с артикулирующими и 75,0% ($n = 24$) с блоковидными спейсерами. Тотальная нестабильность в коленном суставе, дисбаланс сгибательного и разгибательного промежутков, отсутствие активного разгибания в коленном суставе вызвали необходимость установки связанных эндопротезов в 25% случаев ($n = 8$) в группе блоковидных спейсеров, что существенно ($p < 0,05$) превысило данный показатель в группе артикулирующих спейсеров – 8,3% ($n = 6$).

Для максимальной визуализации структур коленного сустава (коллатеральные связки, метаэпифизы бедренной и большеберцовой костей), выполнения радикального дебридмента и обеспечения безопасного удаления спейсера в ходе реэндопротезирования у большего числа пациентов с блоковидными спейсерами использовали более травматичные расширенные хирургические доступы (остеотомия бугристости, пересечение прямой мышцы). Применение подобных методик в ряде случаев может приводить к несращению остеотомированного фрагмента бугристости, а также к слабости разгибательного аппарата.

Заключение

Таким образом, основным преимуществом применения артикулирующих спейсеров на первом этапе лечения является эффективная эрадикация инфекции. Наряду с этим возможность поддержания подвижности и опороспособности конечности между этапами лечения значительно облегчает выполнение реэндопротезирования (снижение кровопотери, времени операции, применение менее связанных конструкций). Невозможность соблюдения рекомендованных сроков ожидания у всех пациентов в связи с организационными особенностями и длительный период между этапами лечения в сочетании с вышеперечисленными преимуществами делают применение артикулирующих санирующих конструкций более предпочтительным.

Благодарность

Авторы статьи выражают благодарность доценту ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова О.А. Клиценко за помощь в подготовке статьи.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

- Ахтямов И.Ф., Римашевский Д.В., Курмангалиев Е.Д.Т., Молдакулов Ж.М., Еремин И.К. Профилактика инфекционных осложнений эндопротезирования коленного сустава. *Практическая медицина*. 2014;(4-2):23-28.
- Божкова С.А., Тихилов Р.М., Разоренов В.Л., Чуприс В.Г., Петрова Т.М. Микробиологические аспекты антибактериальной терапии парапротезной инфекции, вызванной грамположительными возбудителями *Инфекции в хирургии*. 2011;9(3):31-36.
- Васюк С.В. Васильчишин Я.Н., Васюк В.П., Усовершенствованная технология двухэтапного ревизионного эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов с применением цементно-антимикробных спейсеров. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2013;(3):43-49.
- Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Муравьева Ю.В. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011–2013 годы. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(1):136-151.
- Мурьев В.Ю., Холодаев М.Ю., Рукин Я.А., Лычагин А.В., Карпов В.В., Римашевский Д.В., Елизаров П.М. Применение спейсеров для лечения глубокой перипротезной инфекции тазобедренного и коленного суставов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2013;(3):18-24.
- Bengtson S., Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. *Acta Orthop Scand*. 1991;62(4):301-311.
- Buechel F.F., Femino F.P., D'Alessio J. Primary exchange revision arthroplasty for infected total knee replacement: a long-term study. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2004;33(4):190-198; discussion 198.
- Castelli C.C., Gotti V., Ferrari R. Two-stage treatment of infected total knee arthroplasty: two to thirteen year experience using an articulating preformed spacer. *Int Orthop*. 2014;38(2):405-412. DOI: 10.1007/s00264-013-2241-6.
- Chen Y.-P., Wu C.-C., Ho W.-P. Autoclaved metal-on-cement spacer versus static spacer in two-stage revision in periprosthetic knee infection. *Ind J Orthop*. 2016;50(2):146-153. DOI:10.4103/0019-5413.177587.
- Emerson R.H. Jr, Muncie M., Tarbox T.R., Higgins L.L. Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(404):132-138.
- Fehring T.K., Odum S., Calton T.F., Mason J.B. Articulating versus static spacers in revision total knee arthroplasty for sepsis. The Ranawat Award. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;(380):9-16.
- Goldman R.T., Scuderi G.R., Insall J.N. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(331):118-124.
- Haddad F.S., Masri B.A., Campbell D., McGraw R.W., Beauchamp C.P., Duncan C.P. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(6):807-812.
- Koh I.J., Cho W.S., Choi N.Y., Kim T.K. Kleos Korea Research Group. Causes, risk factors, and trends in failures after TKA in Korea over the past 5 years: a multicenter study. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(1):316-326. DOI: 10.1007/s11999-013-3252-8.
- Le D.H., Goodman S.B., Maloney W.J., Huddleston J.I. Current modes of failure in TKA: infection, instability, and stiffness predominate. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(7):2197-2200. DOI: 10.1007/s11999-014-3540-y.
- Levy D.M., Wetters N.G., Levine B.R. Prevention of Periprosthetic Joint Infections of the Hip and Knee. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):E299-307.
- Lichstein P., Su S., Hedlund H., Suh G., Maloney W.J., Goodman S.B., Huddleston J.I. 3rd. Treatment of Periprosthetic Knee Infection With a Two-stage Protocol Using Static Spacers. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(1):120-125. DOI:10.1007/s11999-015-4443-2.
- Park S.J., Song E.K., Seon J.K., Yoon T.R., Park G.H. Comparison of static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infected total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2010;34(8):1181-1186. DOI: 10.1007/s00264-009-0907-x.
- Parvizi J., Azzam K., Ghanem E., Austin M.S., Rothman R.H. Periprosthetic infection due to resistant staphylococci: serious problems on the horizon. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(7):1732-1739. DOI: 10.1007/s11999-009-0857-z.
- Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection. *Bone Joint J*. 2013;95-B(11):1450-1452. DOI:10.1302/0301-620X.95B11.33135.
- Sharkey P.F., Hozack W.J., Rothman R.H., Shastri S., Jacoby S.M. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res*. 2002;404:7-13. DOI: 10.1097/00003086-200211000-00003.
- Silvestre A., Almeida F., Renovell P., Morante E. López R. Revision of infected total knee arthroplasty: two-stage reimplantation using an antibiotic-impregnated static spacer. *Clin Orthop Surg*. 2013;5(3):180-187. DOI: 10.4055/cios.2013.5.3.180.
- Vasso M., Del Regno C., Corona K., D'Apolito R., Schiavone Panni A. Articulated spacer provides long-term knee improvement after two-stage reimplantation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(10):3100-3105. DOI: 10.1007/s00167-016-4238-3.

References

- Akhtyamov I.F., Rimashevskii D.V., Kurmangaliev E.D.T., Moldakulov Zh.M., Eremine I.K. [Prophylaxis of periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty]. *Prakticheskaya meditsina* [Practice Medicine]. 2014;(4-2): 23-28. (in Russian).
- Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Razorenov V.L., Chupris V.G., Petrova T.M. [Microbiological aspects of antibacterial therapy in patients with periprosthetic joint infection caused by grampositive pathogen]. *Infektsii v khirurgii* [Infection in Surgery]. 2011;9(3):31-36. (in Russian).
- Vasyuk S.V., Vasil'chishin Ya.N., Vasyuk V.P. [Modified technology of two stage revision of hip and knee with the use of cemented antimicrobial spacers]. *Vicnik ortopedii, travmatologii ta protezuвання* [Messenger of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty]. 2013;(3):43-49. (in Russian).
- Kornilov N.N., Kuliaba T.A., Fil' A.S., Muraviova Ju.V. [Data of knee arthroplasty register of Vreden Russian Research

- Institute of Traumatology and Orthopedics for period 2011-2013]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2015;(1):136-151. (in Russian).
5. Murylev V.Ju., Holodaev M.Ju., Rukin Ja.A., Lychagin A.V., Karpov V.V., Rimashevskij D.V., Elizarov P.M. [Antimicrobial spacers for treatment of deep periprosthetic joint infection of hip and knee]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov] 2013;(3):18-24. (in Russian).
 6. Bengtson S., Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. *Acta Orthop Scand.* 1991;62(4):301-311.
 7. Buechel F.F., Femino F.P., D'Alessio J. Primary exchange revision arthroplasty for infected total knee replacement: a long-term study. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2004;33(4):190-198; discussion 198.
 8. Castelli C.C., Gotti V., Ferrari R. Two-stage treatment of infected total knee arthroplasty: two to thirteen year experience using an articulating preformed spacer. *Int Orthop.* 2014;38(2):405-412. DOI: 10.1007/s00264-013-2241-6.
 9. Chen Y.-P., Wu C.-C., Ho W.-P. Autoclaved metal-on-cement spacer versus static spacer in two-stage revision in periprosthetic knee infection. *Ind J Orthop.* 2016;50(2):146-153. DOI:10.4103/0019-5413.177587.
 10. Emerson R.H. Jr, Muncie M., Tarbox T.R., Higgins L.L. Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404):132-138.
 11. Fehring T.K., Odum S., Calton T.F., Mason J.B. Articulating versus static spacers in revision total knee arthroplasty for sepsis. The Ranawat Award. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(380):9-16.
 12. Goldman R.T., Scuderi G.R., Insall J.N. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(331):118-124.
 13. Haddad F.S., Masri B.A., Campbell D., McGraw R.W., Beauchamp C.P., Duncan C.P. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. Prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(6):807-812.
 14. Koh I.J., Cho W.S., Choi N.Y., Kim T.K. Kleos Korea Research Group. Causes, risk factors, and trends in failures after TKA in Korea over the past 5 years: a multicenter study. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(1):316-326. DOI: 10.1007/s11999-013-3252-8.
 15. Le D.H., Goodman S.B., Maloney W.J., Huddleston J.I. Current modes of failure in TKA: infection, instability, and stiffness predominate. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(7):2197-2200. DOI: 10.1007/s11999-014-3540-y.
 16. Levy D.M., Wetters N.G., Levine B.R. Prevention of Periprosthetic Joint Infections of the Hip and Knee. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):E299-307.
 17. Lichstein P., Su S., Hedlund H., Suh G., Maloney W.J., Goodman S.B., Huddleston J.I. 3rd. Treatment of Periprosthetic Knee Infection With a Two-stage Protocol Using Static Spacers. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(1):120-125. DOI:10.1007/s11999-015-4443-2.
 18. Park S.J., Song E.K., Seon J.K., Yoon T.R., Park G.H. Comparison of static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infected total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2010;34(8):1181-1186. DOI: 10.1007/s00264-009-0907-x.
 19. Parvizi J., Azzam K., Ghanem E., Austin M.S., Rothman R.H. Periprosthetic infection due to resistant staphylococci: serious problems on the horizon. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(7):1732-1739. DOI: 10.1007/s11999-009-0857-z.
 20. Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11):1450-1452. DOI:10.1302/0301-620X.95B11.33135.
 21. Sharkey P.F., Hozack W.J., Rothman R.H., Shastri S., Jacoby S.M. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002;404:7-13. DOI: 10.1097/00003086-200211000-00003.
 22. Silvestre A., Almeida F., Renovell P., Morante E. López R. Revision of infected total knee arthroplasty: two-stage reimplantation using an antibiotic-impregnated static spacer. *Clin Orthop Surg.* 2013;5(3):180-187. DOI: 10.4055/cios.2013.5.3.180.
 23. Vasso M., Del Regno C., Corona K., D'Apollito R., Schiavone Panni A. Articulated spacer provides long-term knee improvement after two-stage reimplantation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(10):3100-3105. DOI: 10.1007/s00167-016-4238-3.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Преображенский Петр Михайлович – лаборант-исследователь ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Божкова Светлана Анатольевна – д-р мед. наук, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, заведующая отделением клинической фармакологии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Каземирский Александр Викторович – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Гончаров Максим Юрьевич – канд. мед. наук, заведующий отделением № 5 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Petr M. Preobrazhensky – Assistance Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Svetlana A. Bozhkova – Dr. Sci. (Med.), Head of the Research Department of Prevention and Treatment of Wound Infection and Department of Clinical Pharmacology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Alexander V. Kazemirsky – Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Maxim Yu. Goncharov – Cand. Sci. (Med.), Head of the Department N 5, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ВАРУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ, РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

М.П. Зиновьев¹, Р.В. Паськов¹, Д.В. Римашевский²

¹ ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр»
Уральский пр., д. 55, г. Нижний Тагил, 622049, Россия

² ФГАОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России
ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, 117198, Россия

Реферат

Цель исследования – оценить влияние остаточной варусной деформации нижней конечности после тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) на клинико-функциональные и динамометрические результаты лечения.

Материал и методы. В период с сентября 2014 по май 2015 г. была выполнена 951 операция тотального эндопротезирования коленного сустава 933 пациентам с исходной варусной деформацией нижней конечности. Однако в 52 (5,5%) случаях сохранилась остаточная варусная деформация более 3°. Группы исследования были сформированы с применением критериев включения и исключения. В основную группу вошли 36 пациентов со средней остаточной варусной деформацией нижней конечности 3,9±0,74° (от 3,1 до 5,6°), в контрольную – 34 пациента с нейтральной механической осью нижней конечности. Оценка результатов лечения проводилась в среднем через 14,2±1,8 месяцев после операции с помощью функциональных шкал KSS (Knee Society Score), субъективной оценки качества жизни (SF-36), а также оценка статико-динамической функции нижней конечности на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quick Set и оценка стабильности фиксации компонентов по шкале F.C. Ewald в модификации О.А. Кудинова с соавторами.

Результаты. Функциональная оценка результатов по KSS (Knee Society Score) в основной группе пациентов составила 84,0±4,6 баллов, в контрольной – 82,2±4,1 ($p>0,05$). Субъективная оценка качества жизни по шкале SF-36 в основной группе составила 162,6±6,4 баллов, в контрольной – 164,3±8,1 ($p>0,05$). Оценка статико-динамической функции нижней конечности на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quick Set в среднем через 14,2±1,8 месяцев после тотального эндопротезирования коленного сустава существенной разницы в обеих группах не выявили: как изометрические, так изокинетические параметры в обеих группах не имели статически достоверных различий ($p>0,05$). Статистически достоверных различий между группами по шкалам KSS и SF-36, результатам динамометрии и рентгенологическим признакам стабильности фиксации компонентов эндопротеза выявлено не было ($p>0,05$).

Заключение. Наличие остаточной варусной деформации в коленном суставе после ТЭКС у пациентов с исходной варусной деформацией нижней конечности не повлияло на клинико-функциональные, рентгенологические и динамометрические результаты через 14,2±1,8 месяцев после операции.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование коленного сустава, механическая ось нижней конечности, варусная деформация, динамометрия.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-108-116.

Influence of Residual Varus Deformity on Clinical, Functional, Radiological and Dynamometric Outcomes of Total Knee Arthroplasty

M.P. Zinoviev¹, R.V. Paskov¹, D.V. Rimashevsky²

¹ Ural Clinical and Rehabilitation Center
55, Uralsky pr., Nizhny Tagil, 622049, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia
6, ul. Miklukho-Maklaya, Moscow, 117198, Russia

 Зиновьев М.П., Паськов Р.В., Римашевский Д.В. Влияние остаточной варусной деформации на клинико-функциональные, рентгенологические и динамометрические результаты тотального эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):108-116. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-108-116.

Cite as: Zinoviev M.P., Paskov R.V., Rimashevsky D.V. [Influence of Residual Varus Deformity on Clinical, Functional, Radiological and Dynamometric Outcomes of Total Knee Arthroplasty]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):108-116. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-108-116.

 Зиновьев Максим Павлович. Уральский пр., д. 55, г. Нижний Тагил, 622049, Россия / Maxim P. Zinoviev. 55, Uralsky pr., Nizhny Tagil, 622049, Russia; e-mail: max_trauma@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 21.12.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 15.02.2017.

Abstract

Purpose of the study – to evaluate the influence of residual varus deformity of the lower leg on clinical, functional and dynamometric outcomes of TKR.

Material and methods. In the period from September 2014 till May 2015 951 total knee replacement surgeries were performed in Ural clinical and rehabilitation center in 933 patients with initial varus deformity of lower limb. However, in 52 cases (5.5%) residual varus deformity of $>3^\circ$ persisted.

The main group included 36 patients with mean residual varus deformity of lower leg of $3.9^\circ \pm 0.74^\circ$ (from 3.1° to 5.6°), the control group included 34 patients with neutral mechanic axis of the lower leg.

Evaluation of treatment outcomes was performed on average 14.2 ± 1.8 months after the procedure using functional assessment of the patients according to KSS (Knee Society Score), subjective assessment of life quality (SF36), as well as evaluation of the static-dynamic function of the lower leg on diagnostic and treatment complex Biodex Systems 4 Quick Set and assessment of stability of components fixation by F.C. Ewald scale in modification of O.A. Kudinov et al.

Results. Functional assessment of the patients according to KSS (Knee Society Score) for the main group was 84.0 ± 4.6 , in control group – 82.2 ± 4.1 points ($p > 0.05$). Subjective assessment of life quality (SF36) in the main group was 162.6 ± 6.4 points, in control group – 164.3 ± 8.1 points ($p > 0.05$). In terms of flexion and extension of lower leg there were no significant differences between two groups when assessing static and dynamic function by treatment and diagnostic complex «Biodex Systems 4 Quick Set» on average in 14.2 ± 1.8 months after procedure: neither isometric nor isokinetic parameters in both groups demonstrated statistically significant differences ($p > 0.05$). Based on X-rays evaluation there were no abnormalities in components fixation in both groups. There were no statistically significant differences identified in KSS and SF36 scales, dynamometry results and X-ray findings for stability of prosthesis ($p > 0.05$).

Conclusion. The residual varus deformity in the knee of $3.9^\circ \pm 0.74^\circ$ (from 3.1° to 5.6°) after total knee replacement in the patients with initial varus deformity of lower leg did not affect clinical, functional, X-ray and dynamometric outcomes in 14.2 ± 1.8 months after the replacement.

Keywords: total knee arthroplasty, mechanical axis of the lower leg, varus deformity, dynamometry.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-108-116.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) в настоящее время считается методом лечения больных с тяжелой степенью дегенеративно-дистрофического поражения коленного сустава [4]. Эта операция за последние десятилетия стала одним из наиболее часто выполняемых реконструктивных вмешательств в ортопедии [3]. Несмотря на непрерывное совершенствование имплантатов и хирургической техники, до 20% пациентов, перенесших ТЭКС, остаются не удовлетворенными результатом вмешательства [7].

Традиционно считалось, что обязательным условием для благоприятного исхода ТЭКС является восстановление нейтральной механической оси нижней конечности в пределах $\pm 3^\circ$ [19]. Однако существует и противоположная точка зрения [8]. Для большей объективизации результатов исследования мы провели комплексную оценку исходов ТЭКС у пациентов с остаточной варусной деформацией, используя не только стандартные клиничко-рентгенологические методы, но и оценку функционального состояния мышц сгибателей/разгибателей голени при помощи мультисуставного лечебно-диагностического комплекса Biodex Systems 4 Quick Set.

Цель исследования – определить степень влияния остаточной варусной деформации

нижней конечности на клиничко-функциональные, рентгенологические и динамометрические результаты лечения в среднесрочный период после ТЭКС.

Материал и методы

В период с сентября 2014 по май 2015 г. в «Уральском клиническом лечебно-реабилитационном центре» была выполнена 951 операция ТЭКС у 933 пациентов с гонартрозом и варусной деформацией нижней конечности. Анализ послеоперационных телерентгенограмм нижней конечности проводился по методике, описанной A. Durandet с соавторами [14], на персональном компьютере с использованием программы mediCAD Hospital Classic 3.50.2.1.

У 50 (5,5%) пациентов (52 нижних конечности) была выявлена остаточная варусная деформация в оперированном суставе $>3^\circ$ ($3,9 \pm 0,74^\circ$). Изолированная остаточная варусная деформация за счет дистального бедренного угла (LDFA), то есть варусного положения бедренного компонента, была выявлена в одном (1,9%) случае. Комбинированная остаточная деформация за счет дистального бедренного и проксимального тибиального углов (МРТА) и варусного положения обоих компонентов эндопротеза суммарно более 3° – в 44 случаях (42 пациента, 84,6%). В 7 наблюдениях (7 пациентов, 13,5%) остаточная деформация была об-

условлена исключительно варусным положением тибиального компонента эндопротеза.

Группы исследования были сформированы с применением критериев включения и исключения.

Критерии включения:

1) идиопатический гонартроз 3 ст. с исходной варусной деформацией в пределах от 5 до 18° (по Н.С. Косинской);

2) средний или пожилой возраст пациентов (от 44 до 75 лет согласно возрастной периодизации ВОЗ 2016 г.);

3) нормальная масса тела либо ожирение 1 степени (индекс массы тела в пределах от 18,5 до 35) [2].

Критерии исключения:

1) системные заболевания соединительной ткани, заболевания обмена веществ, остеопения или остеопороз (Т-критерий – 1,5 и менее) [1];

2) послеоперационные осложнения (инфекционные, сосудистые, механические – перипротезные переломы в результате высокоэнергичной травмы);

3) наличие в анамнезе переломов костей исследуемой нижней конечности.

Основную группу составили 36 пациентов с остаточной варусной деформацией после ТЭКС $3,9 \pm 0,74^\circ$. Изолированная остаточная варусная деформация за счет дистального бедренного угла (LDFA), то есть варусного положения бедренного компонента, присутствовала в одном (2,8%) случае. Комбинированная остаточ-

ная деформация за счет дистального бедренного и проксимального тибиального углов (МРТА) и варусного положения обоих компонентов эндопротеза суммарно более 3° присутствовала у 29 (80,5%) пациентов. У 6 (16,7%) пациентов остаточная деформация была обусловлена варусным положением тибиального компонента эндопротеза.

В группу сравнения (контрольную) вошли 34 пациента с нейтральной механической осью нижней конечности (НКА = 180°).

Обе группы пациентов были сопоставимы по возрасту, полу, длительности заболевания, величине исходной деформации, исходному объему движений в коленном суставе, индексу массы тела (ИМТ), индексу коморбидности М.Е. Charlson [11], шкале оценки функции коленного сустава KSS (Knee Society Score) [16] и субъективной оценки качества жизни SF-36 [6] (табл. 1).

При поступлении всем пациентам выполнялась цифровая рентгенография коленного сустава в двух проекциях и телерентгенография нижних конечностей с нагрузкой на аппарате Philips Digital Diagnost 3.0.4 (Германия). На цифровой рентгенограмме при помощи персонального компьютера и программы mediCAD Hospital Classic 3.50.2.1 мы определяли анатомическую ось бедра и голени, дистальный угол бедра (LDFA), проксимальный большеберцовый угол (МРТА), механическую ось нижней конечности (НКА), угол между анато-

Таблица 1/ Table 1

Сравнительная характеристика исследуемых групп пациентов в дооперационном периоде
Comparison of patients' groups prior to surgery

Характеристика/Criteria	Группа/Group	
	Основная Main	Контрольная Control
Количество/Number of patients	36	34
Возраст, лет/Age, years	63,11±5,2	61,32±6,7
Пол, муж/жен/Gender, male/female	9/27(25/75%)	7/27(20,5/79,5%)
Длительность заболевания, лет/History of pathology, years	9,6±4,5	10,2±4,9
Варусная деформация, в среднем, град./ Average varus deformity, °	12,1±5,5	9,0±4,9
Сгибание сустава, в среднем, град./Joint flexion, average, °	81,16±9,4	80,03±11,2
Разгибание сустава, в среднем, град./Joint extension, average, °	164,01±5,5	166,04±5,3
ИМТ/BMI	28,4±5,1	29,6±4,3
Индекс коморбидности, балл/Comorbidity index of Charlson, points	3,21±1,0	3,16±1,2
KSS. балл/KSS, points	40,6±4,4	43,7±5,8
SF-36, балл/SF-36, points	73,0±12,6	75,9±11,4

$p > 0,05$.

мической и механической осями бедра (FMA), точку входа в интрамедуллярный канал бедренной кости, уровни резекции бедренной и большеберцовой костей и оптимальные типоразмеры компонентов эндопротеза (рис. 1).

Мы оценивали рентгенограммы коленного сустава, выполненные после операции, и телерентгенограммы, выполненные в день выписки (во время максимальной активизации пациента в стационаре), а также данные исследования в среднем через $14,2 \pm 1,8$ мес. после оперативного лечения.

Стабильность фиксации компонентов оценивали по шкале F.C. Ewald [15] в модификации О.А. Кудинова с соавторами [4].

В обеих группах использовались только полусвязанные эндопротезы с замещением задней крестообразной связки. Эндопротезирование коленного сустава выполняли под регионарной анестезией с наложением пневматичес-

кого жгута на верхнюю треть бедра на период имплантации компонентов эндопротеза. Использовали медиальный парapatеллярный доступ. Средняя продолжительность операции составила $66,0 \pm 16,3$ мин. Рану ушивали с использованием рассасывающегося шовного материала. В послеоперационном периоде пациентам проводилась комплексная программа реабилитации под контролем врачей ЛФК и физиотерапевтов с использованием продолжительных пассивных движений (СРМ), криотерапии, миостимуляции. Пациентов ремобилизовали на 1–2-е сутки после операции. Средняя продолжительность пребывания в стационаре составила $6,4 \pm 1,4$ суток.

Для оценки результатов лечения пациентов после ТЭКС применяли следующие методы исследования: клинический (в т. ч. гониометрию), рентгенологический, динамометрический, статистический и анкетирование.

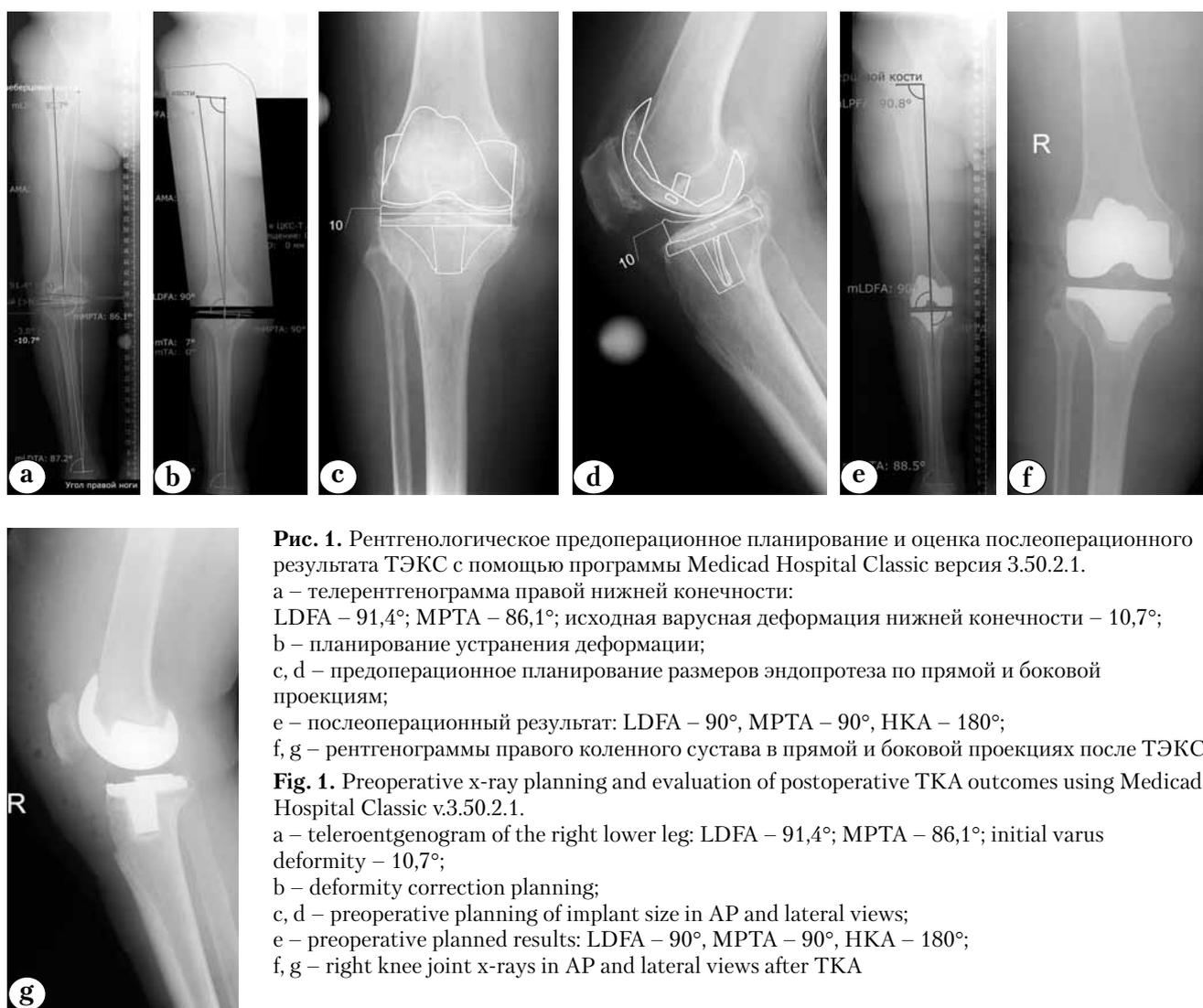


Рис. 1. Рентгенологическое предоперационное планирование и оценка послеоперационного результата ТЭКС с помощью программы Mediacad Hospital Classic версия 3.50.2.1.

a – телерентгенограмма правой нижней конечности: LDFA – 91,4°; MPTA – 86,1°; исходная варусная деформация нижней конечности – 10,7°;

b – планирование устранения деформации;

c, d – предоперационное планирование размеров эндопротеза по прямой и боковой проекциям;

e – послеоперационный результат: LDFA – 90°, MPTA – 90°, HKA – 180°;

f, g – рентгенограммы правого коленного сустава в прямой и боковой проекциях после ТЭКС

Fig. 1. Preoperative x-ray planning and evaluation of postoperative TKA outcomes using Mediacad Hospital Classic v.3.50.2.1.

a – teleroentgenogram of the right lower leg: LDFA – 91,4°; MPTA – 86,1°; initial varus deformity – 10,7°;

b – deformity correction planning;

c, d – preoperative planning of implant size in AP and lateral views;

e – preoperative planned results: LDFA – 90°, MPTA – 90°, HKA – 180°;

f, g – right knee joint x-rays in AP and lateral views after TKA

Функциональное состояние определяли по шкале оценки функции коленного сустава KSS (Knee Society Score) [18]. Оценку проводили до операции и через $14,2 \pm 1,8$ мес. после ее выполнения. Для субъективной оценки качества жизни использовали короткую форму анкеты-интервью SF-36 (суммировали психологический и физический компоненты) [6].

Динамометрическое исследование проводилось в среднесрочном периоде на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quick Set (США) (рис. 2).



Рис. 2. Динамометрия сгибателей/разгибателей голени на мультисуставном лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quick Set

Fig. 2. Dynamometry of flexor/extensor muscles of tibia on Biodex Systems 4 Quick Set

Методика проведения динамометрии.

После предварительного инструктажа пациента размещали в кресло лечебно-диагностического комплекса так, чтобы угол сгибания в тазобедренном суставе составил 90° и шарнир динамометра находился точно на уровне суставной щели коленного сустава. Затем конечность пациента фиксировали в кресле специальными ляжками и задавали амплитуду движений, при которой пациент с минимальной нагрузкой не испытывал болевых ощущений. Далее приступали к тестированию. Изометрическое исследование проводили в положении сгибания в коленном суставе под углом 60° . Изокинетическое исследование проводили со скоростью $180^\circ/\text{сек}$.

При проведении динамометрии мы оценивали следующие параметры:

1) крутящий момент / массу тела (%) – отношение максимального крутящего момента к массе тела обследуемого (параметр характеризует силу мышц) ($M_{кр}/m$);

2) усталость от работы (%) – отношение разницы между работой, выполненной в первый и третий периоды исследования (параметр характеризует выносливость мышц);

3) соотношение пикового крутящего момента мышц антагонистов (%).

Полученный цифровой материал был подвергнут статистической обработке с вычислением критерия Фишера и Манна – Уитни с помощью статистического пакета для обработки результатов StatSoft Statistica 6.0.

Результаты

По результатам оценки рентгенограмм нарушений фиксации компонентов в обеих группах (I степень по шкале F.C. Ewald в модификации О.А. Кудинова с соавторами – отсутствие миграции имплантат и зон остеолитиза) выявлено не было.

Результаты оценки по двум шкалам в обеих группах через год после операции оказались значимо лучше предоперационного статуса ($P < 0,05$) (табл. 2, 3). По шкале KSS до операции в основной группе мы оценили функцию коленного сустава в среднем в $40,6 \pm 4,4$ балла, а в контрольной группе – в $43,7 \pm 5,8$ балла. Через $14,2 \pm 1,8$ мес. после операции этот показатель составил в основной группе $84,0 \pm 4,6$ балла, в контрольной группе – $82,2 \pm 4,1$ балла. Аналогичная картина наблюдалась как при субъективной оценке пациентами качества жизни по шкале SF-36 до операции, так и при контрольном осмотре через $14,2 \pm 1,8$ мес. после операции. Данные оценки по шкалам KSS и SF-36 представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2/ Table 2

Оценка функции коленного сустава у больных обеих групп по шкале KSS, баллы

Functional evaluation of the knee joints in both groups on KSS, score

Период наблюдения Period of evaluation	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group
До операции Prior to surgery	$40,6 \pm 4,4$	$43,7 \pm 5,8$
Через $14,2 \pm 1,8$ мес. In $14,2 \pm 1,8$ months after surgery	$84,0 \pm 4,6$	$82,2 \pm 4,1$

$p > 0,05$.

Таблица 3/ Table 3
Оценка качества жизни по анкете SF-36, баллы
Life quality assessment on SF-36 questionnaire, score

Срок наблюдения Period of evaluation	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group
До операции Prior to surgery	73,0±12,6	75,9±11,4
Через 14,2±1,8 мес. In 14,2±1,8 months after surgery	162,6±4,4	164,3±8,1

$p > 0,05$.

Сравнивая функциональные результаты лечения и оценку пациентами качества жизни в основной и контрольной группах через 14,2±1,8 мес. после операции, мы не обнаружили статистически значимых различий ($p > 0,05$).

Существенной разницы в функции сгибательно-разгибательного аппарата коленного сустава в обеих группах после ТЭКС нами выявлено не было: как изометрические, так изокинетические параметры в обеих группах не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$). Результаты оценки статико-динамической

функции нижней конечности на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quick Set через 14,2±1,8 мес. после ТЭКС представлены в таблице 4.

Обсуждение

В нашем исследовании остаточная варусная деформация в коленном суставе более 3° наблюдалась почти в 6% случаев, что соответствует данным литературных источников [9, 16, 20, 21].

В. Curtin с соавторами отмечают, что рутинное использование единого фиксированного угла между анатомической и механической осями бедра (FMA) приводит более чем в 10% случаев к мальориентации механической оси нижней конечности [13]. Это доказывает необходимость выполнения телерентгенограмм у всех пациентам в предоперационном периоде. Однако авторы не отмечают клиническую значимость нейтрального выравнивания.

Существуют данные, свидетельствующие о том, что остаточная деформация ведет к более раннему износу компонентов эндопротеза из-за неравномерной нагрузки на имплантат и возможно патологической кинематики коленного сустава. R.S. Jeffery с соавторами определили, что нестабильность компонентов эндопротеза коленного сустава через 8 лет после операции

Таблица 4/ Table 4
Результаты оценки статико-динамической функции нижней конечности на лечебно-диагностическом комплексе Biodex Systems 4 Quick Set через 14,2±1,8 мес.
Statical and dynamic functional outcomes evaluation on Biodex Systems 4 Quick Set in 14.2±1.8 months after TKA

Параметр динамограммы, % Dynamometry parameter, %		Основная группа (изокинетич.) Main group (isokinetic)	Контрольная группа (изокинетич.) Control group (isokinetic)	Основная группа (изометрич.) Main group (isometric)	Контрольная группа (изометрич.) Control group (isometric)
Вращающий момент/масса тела Torque/body mass	сгибание flexion	81,4±13,5	88,1±18,4	60,1±15,6	52,1±12,5
	разгибание extension	80,3±12,9	82,4±9,4	62,4±21,1	69,1±22,0
Соотношение пикового крутящего момента мышц антагонистов Ratio of max torque of antagonistic muscles		34,4±4,0	39,5±5,2	70,1±7,7	63,9±3,8
Усталость от работы Exercise fatigue	сгибание flexion	30,9±8,1	26,2±7,1	—	—
	разгибание extension	34,8±8,8	28,1±3,2	—	—

$p > 0,05$.

составляет 3% при нейтральной механической оси и 24% – при ее отклонении в пределах всего лишь $\pm 3^\circ$ ($p = 0,001$) [19]. M.B. Collier с соавторами доказали зависимость степени износа полиэтиленового вкладыша эндопротеза коленного сустава от степени смещения оси нижней конечности ($p < 0,05$) [12]. G.V. Green с соавторами провели эксперимент на трупных коленных суставах и отметили, что варусная ориентация компонентов ведет к избыточной нагрузке в заднемедиальном отделе сустава и к раннему износу компонентов, чего не отмечается при нейтральном выравнивании [17].

Однако существуют и противоречивые данные. Так, G. Matziolis с соавторами сравнили результаты функционального состояния коленного сустава с помощью шкал KSS, WOMAC и SF-36 у пациентов с нейтральной осью и остаточной варусной деформацией нижней конечности ($\approx 6,3^\circ$) после ТЭКС через 5 лет [22]. Авторы не нашли никаких доказательств того, что остаточная варусная деформация нижней конечности приводит к ухудшению среднесрочных клинических результатов. M.M. Allen и M.W. Pagnano сообщают, что наличие остаточной варусной деформации после тотального эндопротезирования коленного сустава не оказывает негативного влияния на функциональные результаты ТЭКС и выживаемость компонентов даже в отдаленном периоде (15 лет) [8].

Хотелось бы отметить, что мы ни в коем случае не призываем к сохранению варусной деформации нижней конечности. Для оценки результатов в позднем периоде требуется дальнейшее наблюдение за пациентами. Возможно, в дальнейшем мы отметим влияние деформации на результат. На данный момент наше исследование подтверждает предположение о том, что результаты ТЭКС определяет не столько «идеальная рентгенологическая картина», сколько большое количество других факторов: баланс мягких тканей, о чем подробно описал в своих трудах Leo A. Whiteside [25], ротационное положение компонентов эндопротеза [23], тщательность цементной техники [10], наличие полноценной реабилитации после операции [5]. Значение каждого из них еще предстоит оценить.

Заключение

Остаточная варусная деформация в $3,9 \pm 0,74^\circ$ (от $3,1$ до $5,6^\circ$) после тотального эндопротезирования коленного сустава у больных с варусным гонартрозом 3-й стадии не оказала влияния на клинические, рентгенологические, функциональные и динамометрические результаты лечения через $14,2 \pm 1,8$ мес. после операции.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Верткин А.Л., Наумов А.В., Шакирова С.Р., Зайченко Д.М., Верткин А.Л., Наумов А.В., Шакирова С.Р., Зайченко Д.М. Остеопороз в практике врача. *Современная ревматология*. 2011;5(2):64-71. DOI: 10.14412/1996-7012-2011-672.
2. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Романцова Т.И. Стратегия управления ожирением: итоги Всероссийской наблюдательной программы «ПримаВера». *Ожирение и метаболизм*. 2016;13(1):36-44. DOI: 10.14341/OMET2016136-44.
3. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Федоров Р.Э. Сравнительная оценка среднесрочных функциональных исходов одномышечкового и тотального эндопротезирования коленного сустава с использованием различных балльных систем. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(3):12-20.
4. Кудинов О.А., Нуждин В.И., Попова Т.П., Хоранов Ю.Г., Каграманов С.В. Опыт эндопротезирования коленного сустава в специализированном отделении ЦИТО им. Н.Н. Приорова. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2005;(3):16-25.
5. Пиманчев О.В., Брижаль Л.К., Грицок А.А. Применение длительной СРМ-терапии в реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава. *Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2013;8(2):102-105.
6. Цапина Т.Н., Эрдес Ш.Ф., Слизкова К.Ш. Качество жизни больных остеоартрозом. *Научно-практическая ревматология*. 2004;(2):20-22.
7. Abdel M.P., Oussedik S., Parratte S., Lustig S., Haddad F.S. Coronal alignment in total knee replacement: historical review, contemporary analysis, and future direction. *Bone Joint J*. 2014;96-B(7):857-862. DOI: 10.1302/0301-620X.96B7.33946.
8. Allen M.M., Pagnano M.W. Neutral mechanical alignment is it necessary? *Bone Joint J*. 2016;98-B(1 Suppl. A):81-83. DOI: 10.1302/0301-620X.98B1.36403.
9. Berend M.E., Ritter M.A., Meding J.B., Faris P.M., Keating E.M., Redelman R., Faris G.W., Davis K.E. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(428):26-34.
10. Cawley D.T., Kelly N., McGarry J.P. Cementing techniques for the tibial component in primary total knee replacement. *Bone Joint J*. 2013;95-B:295-300. DOI: 10.1302/0301-620X.95B3.29586.
11. Charlson M.E., Pompei P, Ales K.L., McKenzie C.R. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis*. 1987;40(5):373-383.
12. Collier M.B., Engh G.A. Factors associated with the loss of thickness of polyethylene tibial bearings after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg. Am*. 2007;89(6):1306-1314.
13. Curtin B., Fehring T.K., Lauber J. Errors in Knee Alignment Using Fixed Femoral Resection Angles. *J Orthopedics*. 2014;37(7):644-648. DOI: 10.3928/01477447-20140626-56.
14. Durandet A., Ricci P.-L., Saveh A.H., Vanat Q., Wang B., Esat I., Chizari M. Radiographic Analysis of lower limb axial alignments. Proceedings of the World Congress on Engineering. 2013 Vol II, WCE 2013, July 3-5, 2013, London. Режим доступа: <http://www.iaeng.org/>

- publication/WCE2013/WCE2013_pp1354-1358.pdf. (дата обращения: 15.12.2016).
15. Eward F.C. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):9-12.
 16. Fang D.M., Fang, M.I.A. Ritter, K.E. Davis. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it. *J Arthroplasty.* 2009;24(6):39-43. DOI: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
 17. Green G.V., Berend K.R., Berend M.E., Glisson R.R., Vail T.P. The effects of varus tibial alignment on proximal tibial surface strain in total knee arthroplasty: the posteromedial hot spot. *J Arthroplasty.* 2002;17(8):1033-1039.
 18. Insall J.N., Dorr L.D., Scott R.D., Scott W.N. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):13-14.
 19. Jeffery R.S., Morris R.W., Denham R.A. Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(5):709-714.
 20. Mahaluxmivala J., Bankes M.J., Nicolai P., Aldam C.H., Allen P.W. The effect of surgeon experience on component positioning in 673 press fit condylar posterior cruciate-sacrificing total knee arthroplasties. *J Arthroplasty.* 2001;16(5):635-640.
 21. Maniar R.N., Johorey A.C., Pujary C.T., Yadava A.N. Margin of error in alignment: a study undertaken when converting from conventional to computer-assisted total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011;26(1):82-87. DOI: 10.1016/j.arth.2009.11.023.
 22. Matziolis G., Adam J., Perka C. Varus malalignment has no influence on clinical outcome in midterm follow-up after total knee replacement. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(12):1487-1491. DOI: 10.1007/s00402-010-1064-9.
 23. Miller M.C., Zhang A.X., Anthony B., Petrella J., Richard A., Berger D., Harry E. The effect of component placement on knee kinetics after arthroplasty with an unconstrained prosthesis. *J Orthop Res.* 2001;19(4):614-620.
 24. Morgan S.S., Bonshahi A., Pradhan N., Gregory A., Gambhir A., Porter M.L. The influence of postoperative coronal alignment on revision surgery in total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2008;32(5):639-642.
 25. Whiteside Leo A. Ligament Balancing in Total Knee Arthroplasty: an instructional manual. Berlin, New York : Springer, 2004. 115 p.
- ## References
1. Vertkin A.L., Naumov A.V., Shakirova S.R., Zaichenko D.M. [Osteoporosis in a physician's practice]. *Sovremennaya revmatologia* [Modern Rheumatology Journal]. 2011;5(2): 64-71. DOI: 10.14412/1996-7012-2011-672. (in Russian).
 2. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Romantsova T.I. [The strategy of obesity management: the results of All-Russian observational program "Primavera"]. *Ozhirenie i metabolism* [Obesity and Metabolism]. 2016;13(1):36-44. DOI: 10.14341/OMET2016136-44. (in Russian).
 3. Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Phedorov R.E. [Evaluation of midterm functional results after total and unicompartmental knee arthroplasty with different scoring systems]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;(3):12-20. (in Russian).
 4. Kudinov O.A., Nuzhdin V.I., Popova T.P., Horanov Yu.G., Kagramanov S.V. [Experience of total knee replacement in the specialized department in CITO named after NN Priorov]. *Vestnik traumatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2005;(3):16-26. (in Russian).
 5. Pimanchev O.V., Brizhan L.K., Gritsyuk A.A. [The use of long-term CPM-therapy in the rehabilitation of patients after total knee arthroplasty] *Vestnik natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova* [Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center]. 2013;8(2):102-105. (in Russian).
 6. Tsapina T.N., Erdes Sh.F., Slizkova K.Sh. [Quality of life of patients with osteoarthritis]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologia* [Rheumatology Science and Practice]. 2004;(2):20-22. (in Russian).
 7. Abdel M.P., Oussedik S., Parratte S., Lustig S., Haddad F.S. Coronal alignment in total knee replacement: historical review, contemporary analysis, and future direction. *Bone Joint J.* 2014;96-B(7):857-862. DOI: 10.1302/0301-620X.96B7.33946.
 8. Allen M.M., Pagnano M.W. Neutral mechanical alignment is it necessary? *Bone Joint J.* 2016;98-B(1 Suppl. A):81-83. DOI: 10.1302/0301-620X.98B1.36403.
 9. Berend M.E., Ritter M.A., Meding J.B., Faris P.M., Keating E.M., Redelman R., Faris G.W., Davis K.E. Tibial component failure mechanisms in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(428):26-34.
 10. Cawley D.T., Kelly N., McGarry J.P. Cementing techniques for the tibial component in primary total knee replacement. *Bone Joint J.* 2013;95-B:295-300. DOI: 10.1302/0301-620X.95B3.29586.
 11. Charlson M.E., Pompei P, Ales K.L., McKenzie C.R. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis.* 1987;40(5):373-383.
 12. Collier M.B., Engh G.A. Factors associated with the loss of thickness of polyethylene tibial bearings after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg. Am.* 2007;89(6):1306-1314.
 13. Curtin B., Fehring T.K., Lauber J. Errors in Knee Aligmebt Using Fixed Femoral Resection Angles. *J Orthopedics.* 2014;37(7):644-648. DOI:10.3928/01477447-20140626-56.
 14. Durandet A., Ricci P.-L., Saveh A.H., Vanat Q., Wang B., Esat I., Chizari M. Radiographic Analysis of lower limb axial alignments. Proceedings of the World Congress on Engineering. 2013 Vol II, WCE 2013, July 3-5, 2013, London. Available at: http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/WCE2013_pp1354-1358.pdf. (accessed: 15.12.2016).
 15. Eward F.C. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):9-12.
 16. Fang D.M., Fang, M.I.A. Ritter, K.E. Davis. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it. *J Arthroplasty.* 2009;24(6):39-43. DOI: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
 17. Green G.V., Berend K.R., Berend M.E., Glisson R.R., Vail T.P. The effects of varus tibial alignment on proximal tibial surface strain in total knee arthroplasty: the posteromedial hot spot. *J Arthroplasty.* 2002;17(8):1033-1039.
 18. Insall J.N., Dorr L.D., Scott R.D., Scott W.N. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):13-14.
 19. Jeffery R.S., Morris R.W., Denham R.A. Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(5):709-714.
 20. Mahaluxmivala J., Bankes M.J., Nicolai P., Aldam C.H., Allen P.W. The effect of surgeon experience on component positioning in 673 press fit condylar posterior cruciate-sacrificing total knee arthroplasties. *J Arthroplasty.* 2001;16(5):635-640.
 21. Maniar R.N., Johorey A.C., Pujary C.T., Yadava A.N. Margin of error in alignment: a study undertaken when converting from conventional to computer-assisted total

- knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2011;26(1):82-87.
DOI: 10.1016/j.arth.2009.11.023.
22. Matziolis G., Adam J., Perka C. Varus malalignment has no influence on clinical outcome in midterm follow-up after total knee replacement. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(12):1487-1491.
DOI: 10.1007/s00402-010-1064-9.
23. Miller M.C., Zhang A.X., Anthony B., Petrella J., Richard A., Berger D., Harry E. The effect of component placement on knee kinetics after arthroplasty with an unconstrained prosthesis. *J Orthop Res*. 2001;19(4):614-620.
24. Morgan S.S., Bonshahi A., Pradhan N., Gregory A., Gambhir A., Porter M.L. The influence of postoperative coronal alignment on revision surgery in total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2008;32(5):639-642.
25. Whiteside Leo A. Ligament Balancing in Total Knee Arthroplasty: an instructional manual. Berlin, New York : Springer, 2004. 115 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зинovieв Максим Павлович – врач ортопед-травматолог ортопедического отделения № 1, ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр»

Паськов Роман Владимирович – д-р мед. наук главный врач ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр»

Римашевский Денис Владимирович – канд. мед. наук доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Maxim P. Zinoviev – Orthopedic Surgeon, Orthopedic Department N 1, Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center

Roman V. Paskov – Dr. Sci. (Med.) Head Doctor, Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center

Denis V. Rimashevsky – Cand. Sci. (Med.) Associate Professor at Orthopedic Department, Peoples' Friendship University of Russia

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова
Центральная дирекция здравоохранения ОАО «РЖД»
Ассоциация травматологов-ортопедов России

**25-26 мая
2017 года**



Москва
Комсомольская площадь, д. 4,
Центральный дом культуры
железнодорожников

**Пироговский форум с международным участием
«ХИРУРГИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ, КРИТИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ. СПАСИ И СОХРАНИ»**

Новые технологии в хирургии переломов костей и суставов и их последствий
Критические состояния при множественных, сочетанных и комбинированных повреждениях
Навигационные системы и ассистентские модули при лечении повреждений и заболеваний позвоночника и крупных суставов
Костная регенерация. Современные технологии стимуляции остеогенеза
Раневая инфекция в системе исходов хирургии повреждений



www.pirogovforum.trauma.pro

Eventarium
+7 (926) 965-25-05
mail@eventarium.pro

ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОГРАФИИ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Р.М. Тихилов^{1,2}, И.И. Шубняков¹, Д.Г. Плиев¹, О.Е. Богопольский¹,
М.С. Гуацаев¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Минздрава России
Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Реферат

Рентгенологическое исследование при патологии тазобедренного сустава является одним из наиболее доступных и распространенных методов лучевой диагностики, несмотря на появление новых методов, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография. Основные трудности, которые возникают при анализе рентгенограмм, связаны с неправильно выполненным рентгенологическим исследованием. Технически правильно выполненное рентгеновское исследование позволяет выявить большинство изменений, способствующих прогрессированию деформирующего артроза тазобедренного сустава, выявить изменения на ранних стадиях и выбрать оптимальный метод лечения. В статье описаны основные рентгенологические укладки и необходимый минимум измерений для оценки состояния тазобедренного сустава.

Ключевые слова: патология тазобедренного сустава, рентгенографическое исследование, дисплазия тазобедренного сустава, импинджмент синдром.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

Roentgenography Potentialities for Early Diagnosis of Hip Pathologies

R.M. Tikhilov^{1,2}, I.I. Shubnyakov¹, D.G. Pliev¹, O.Y. Bogopolsky¹,
M.S. Guatsaev¹

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

² Mechnikov North-Western State Medical University
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia

Abstract

Hip joint X-ray examination is one of the most accessible and prevalent method of roentgen diagnostics despite the emergence and development of new research options such as CT and MRT. X-ray study is the first method used for patients with hip pain. The main problem that arises in the analysis of radiographs is the incorrectly performed examination. Technically correct X-ray examination reveals the majority of changes contributing to the progression of deforming hip arthrosis, to identify changes in the early stage and to choose the best method of treatment. The article describes the basic X-ray studies and the required minimal measurements for assessing hip condition.

Keywords: hip joint pathology, hip dysplasia, impingement, X-ray.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Богопольский О.Е., Гуацаев М.С. Возможности рентгенографии в ранней диагностике патологии тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):117-131.
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

Cite as: Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Pliev D.G., Bogopolsky O.Y., Guatsaev M.S. [Roentgenography Potentialities for Early Diagnosis of Hip Pathologies]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):117-131.(in Russian).
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

Плиев Давид Гивиевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / David G. Pliev. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia. e-mail: plievd@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 15.12.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 13.02.2017.

Для диагностики заболеваний тазобедренного сустава в настоящее время применяются современные и высокоточные методы исследований, такие как магнитно-резонансная (МРТ) и компьютерная томографии (КТ), а также ультразвуковое исследование [2, 35, 52]. При этом все меньше внимания уделяется традиционной рентгенографии. Нередко на консультацию обращаются пациенты с патологией тазобедренного сустава, имеющие результаты исследования на магнитно-резонансном томографе, но с отсутствием обычных рентгеновских снимков. Несомненно, современная МРТ является очень мощным инструментом, позволяющим выявить многие изменения даже на ранних стадиях патологического процесса, особенно при диагностике асептического некроза или повреждениях рентгеноконтрастных элементов сустава. Однако надо помнить, что этот метод следует выполнять для уточнения или подтверждения диагноза, так как он тоже имеет свои ограничения [25, 33]. КТ также является вспомогательным методом, позволяющим детализировать локализацию и величину дефектов, уточнить анатомические взаимоотношения суставных концов или выявить плохо визуализируемые на рентгенограммах повреждения костей, но ограничивающим целостное восприятие картины [3, 4].

Обычно поздние стадии деформирующего артроза и грубые изменения в анатомии не представляют сложности для диагностики, и дополнительные методы исследования используются только для уточнения диагноза и выбора хирургической тактики. Однако могут возникать трудности при выявлении, на первый взгляд, незначительных изменений в тазобедренном суставе, которые, тем не менее, могут быть причиной функциональных расстройств и болевого синдрома. За последние десятилетия было выпол-

нено множество исследований, направленных на углубленное изучение нормальной рентгеновской анатомии тазобедренного сустава, понимание которой позволяет корректно интерпретировать даже незначительные изменения и по-новому взглянуть на причины формирования дегенеративно-дистрофических изменений в суставе [6]. Поэтому рентгеновское исследование на сегодняшний день по-прежнему является основным методом визуализации пациентов с патологией тазобедренного сустава после клинического осмотра [1, 10, 21, 32]. При этом серьезной ошибкой является выполнение рентгенограммы только одного сустава. Это существенно ограничивает возможности интерпретации рентгеновского снимка, особенно если изменения незначительные. Независимо от стороны повреждения необходимо выполнение обзорной рентгенограммы таза в прямой проекции [32, 45]. В зависимости от обнаруженных изменений на обзорном снимке таза в дальнейшем для уточнения или подтверждения диагноза могут использоваться другие рентгеновские укладки или дополнительные методы исследования. При этом немаловажное значение для диагностики имеет правильность выполнения рентгеновских снимков [10, 38]. Соблюдение базовых принципов выполнения рентгенографии ускорит процесс постановки диагноза и позволит значительно сократить этот этап оказания медицинской помощи.

Обзорный снимок таза в прямой проекции выполняется в положении пациента лежа на спине с внутренней ротацией обеих стоп на 15° для правильного отображения шеечно-диафизарного угла. Рентгеновская трубка должна располагаться перпендикулярно столу на расстоянии 120 см от пленки. Луч должен быть направлен строго по центру между линией, соединяющей передне-верхние ости и лобковый симфиз (рис. 1) [32, 46].

При выполнении данного исследования важно не допускать ротации и наклона таза [16, 24, 42, 44]. При правильно выполненной рентгенографии таза средняя линия крестца и лобкового симфиза находятся на одной линии, «фигуры слез» симметричны, также как и запирающие отверстия. Расстояние от верхнего края лобкового симфиза до крестцово-копчикового сочленения у мужчин должно составлять от 1 до 3 см, у женщин – от 2 до 5 см (рис. 2) [44, 45].

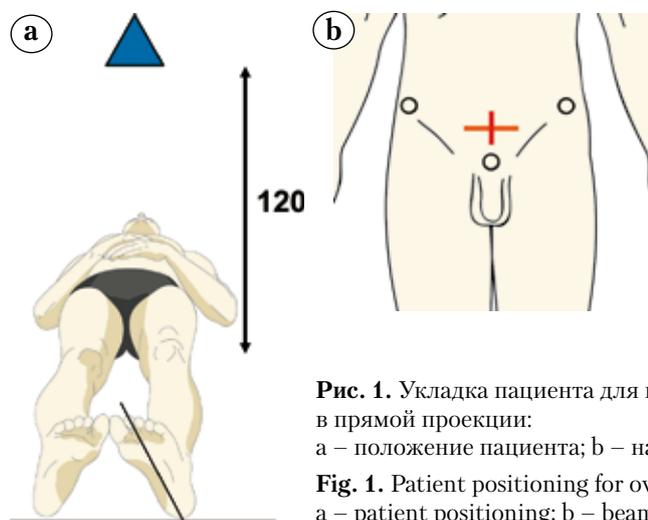


Рис. 1. Укладка пациента для выполнения обзорной рентгенограммы таза в прямой проекции:

a – положение пациента; b – направление луча при исследовании

Fig. 1. Patient positioning for overview AP X-ray of pelvis:

a – patient positioning; b – beam direction during examination



Рис. 2. Оценка правильности выполнения прямой обзорной рентгенограммы таза:
 а – ротация таза при неправильной укладке во время рентгенологического исследования;
 б – совпадение средней линии крестца и лобкового симфиза при правильном положении таза во время исследования;
 с – определяемое расстояние от лобкового симфиза до крестцово-копчикового сочленения

Fig. 2. Evaluation of correctness of AP overview pelvis x-ray:
 а – pelvis rotation during incorrect patient positioning during examination;
 б – overlapping of sacrum midline and pubic symphysis after correct patient positioning;
 с – defined distance between pubic symphysis and sacrococcygeal joint

На обзорном снимке таза необходимо оценить конгруэнтность суставных поверхностей, соответствие центров ротации вертлужной впадины и головки бедренной кости, измерить угол наклона крыши вертлужной впадины, определить шеечно-диафизарный угол, степень погружения головки и оценить взаиморасположение переднего и заднего краев вертлужной впадины. Необходимо помнить, что линии краев вертлужной впадины необходимо определять только по правильно выполненной рентгенограмме таза, но ни в коем случае не по прямому снимку тазобедренного сустава или снимку таза, выполненному с ротацией. При смещении трубки происходит эффект «параллакса», когда меняется положение исследуемых ориентиров в зависимости от расположения трубки (рис. 3).

При выполнении прямого снимка тазобедренного сустава, когда трубка расположена над центром головки бедренной кости, происходит смещение переднего края вертлужной впадины медиально, и может создаться ложное представление о нормальном взаимоотношении переднего и заднего краев вертлужной впадины [45]. При ротации таза также можно получить ложный симптом «перекреста» переднего и заднего краев вертлужной впадины или, наоборот, его ложное отсутствие.

После рентгенограммы таза при необходимости можно выполнить рентгенографию пораженного сустава в боковой проекции. Существуют различные виды данного исследования, при этом каждое из них имеет свои плюсы и минусы [32].

Для оценки покрытия головки бедренной кости передним краем вертлужной впадины при диагностике дисплазии или импинджменте, возникающим не только в связи с асферичностью головки, но и при низком расположении передне-нижней ости, выполняют рентгеновское исследование в проекции «ложного» профиля (false profile Lequesne): в положении пациента стоя кассету располагают за исследуемым бедром, угол между тазом и кассетой должен быть равен 65° . Исследуемая нижняя конечность должна быть строго параллельна кассете. Расстояние от пленки до исследуемой трубки должно составлять 110 см. Пучок излучения необходимо направить на центр головки бедренной кости (рис. 4). При правильно выполненном снимке расстояние между головками равняется диаметру головки одной из головок бедренных костей [14, 28, 29, 38].

Данное исследование впервые предложил в 1961 г. М. Lequesne для диагностики деформирующего артроза и оценки степени подвывиха при дисплазии [28]. Проекцию назвали «ложным» профилем в связи с тем, что данное исследование показывает головку и проксимальную часть бедренной кости в профиле, но не вертлужную впадину. В этой проекции также можно оценить суставную щель в передней и задней частях, которые невозможно оценить на обзорной рентгенограмме таза или снимке тазобедренного сустава в прямой проекции, а также можно оценить расположение передне-нижней ости в случае наличия импинджмента.

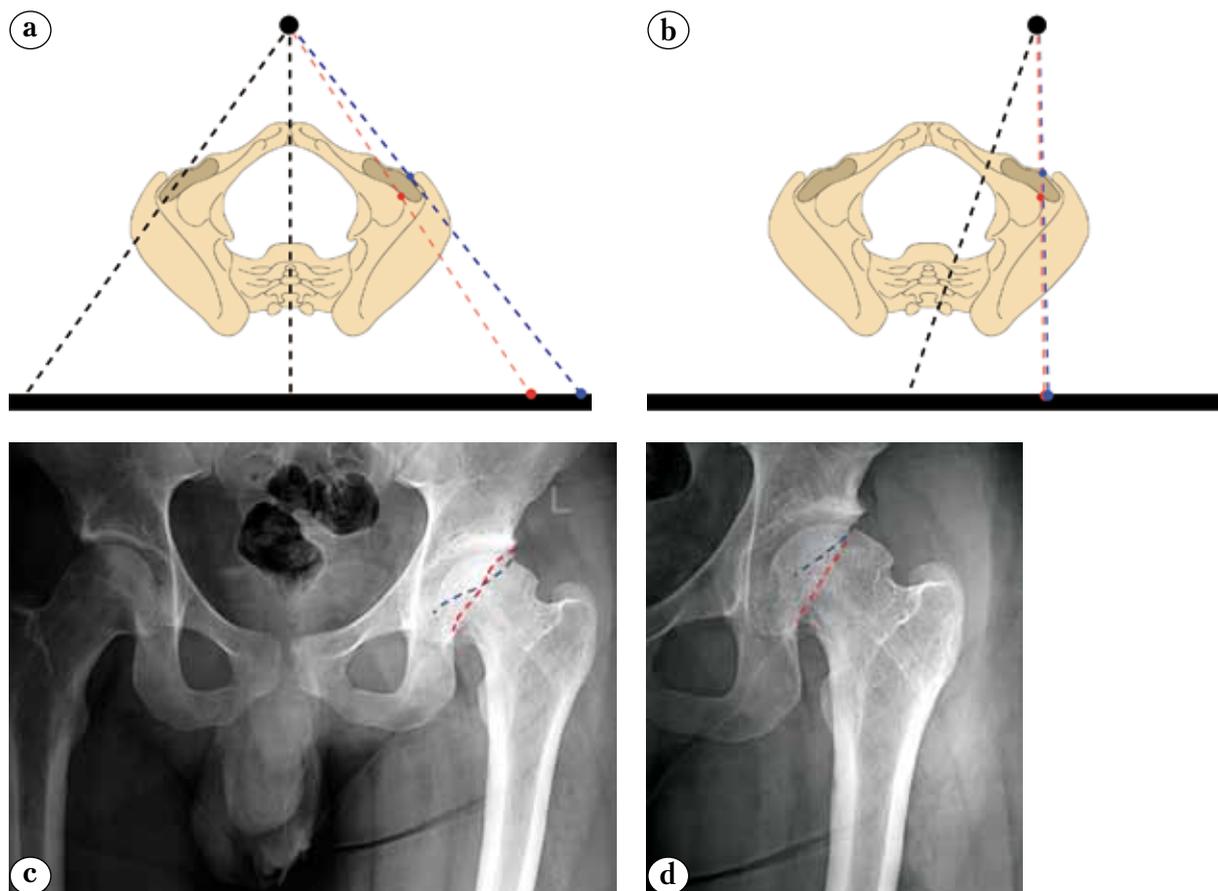


Рис. 3. Эффект «параллакса», определяемый при сравнении обзорного прямого снимка таза и прямого снимка тазобедренного сустава:

- a – прохождение рентгеновских лучей при выполнении обзорной рентгенограммы таза в прямой проекции;
- b – прохождение рентгеновских лучей при выполнении рентгенограммы тазобедренного сустава в прямой проекции;
- c – ретроверсия вертлужной впадины, определяемая при выполнении рентгенограммы таза в прямой проекции;
- d – кажущееся нормальное соотношение переднего и заднего краев вертлужной впадины при выполнении рентгенограммы тазобедренного сустава в прямой проекции

Fig. 3. Parallax effect identified when comparing overview AP pelvis x-ray and AP hip joint x-ray:

- a – beam direction during overview AP pelvis x-ray;
- b – beam direction during hip joint AP x-rays;
- c – acetabulum retroversion identified during AP pelvis x-ray;
- d – seemingly normal correlation between anterior and posterior acetabulum rims during AP hip joint x-ray

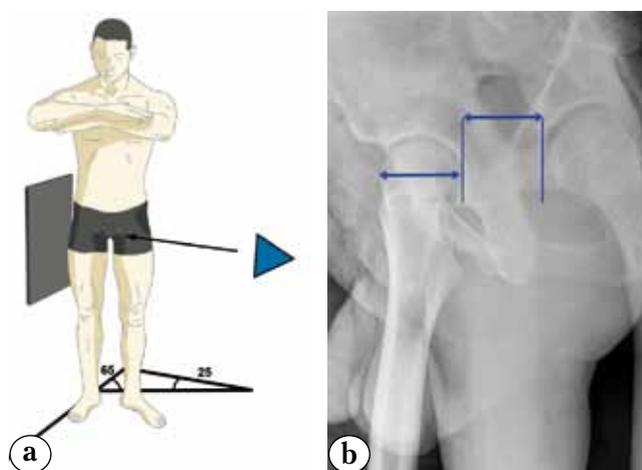


Рис. 4. Исследование тазобедренного сустава в проекции «ложного» профиля:

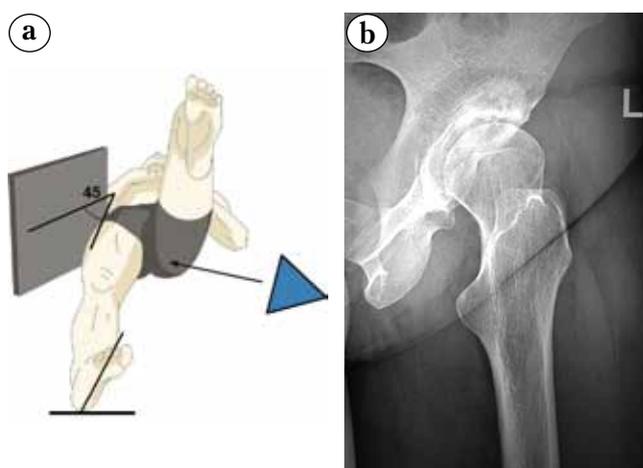
- a – положение пациента при выполнении рентгеновского исследования в проекции ложного профиля;
- b – рентгенограмма в проекции «ложного» профиля, расстояние между головками равно диаметру головки бедренной кости

Fig. 4. Hip joint examination in false profile Lequesne view:

- a – patient positioning;
- b – x-ray, distance between heads is equal to hip head diameter

Для отображения передней и задней поверхностей головки, шейки и проксимального отдела бедренной кости выполняют рентгенографию тазобедренного сустава в боковой проекции (cross-table lateral view): в положении пациента лежа на спине, противоположную ногу сгибают в тазобедренном и коленном суставах под углом 90° , а исследуемую конечность ротуют внутрь на 15° . Пучок рентгеновского излучения должен быть параллельным столу и ориентирован под углом 45° к исследуемой конечности. Луч должен быть направлен в центр головки бедренной кости, при этом плоскость кассеты устанавливается параллельно плоскости шейки бедра (рис. 5).

Данная проекция полезна для определения передне-заднего размера впадины при планировании эндопротезирования ТБС. Кроме того, по этому изображению можно определить альфа-угол и офсет головки и шейки.



Даже если на снимке таза в прямой проекции нет данных, свидетельствующих о нарушении сферичности головки, необходимо выполнение дополнительных рентгенограмм. Сферичность головки бедренной кости лучше всего определять на рентгенограммах, выполненных в проекциях по Dunn 90° и 45° (Dunn view): в положении пациента лежа исследуемый сустав сгибают в тазобедренном и коленном суставах под углом 90° . Далее отводят бедро в тазобедренном суставе под углом $15-20^\circ$ без ротации. Желательно проводить исследование обоих тазобедренных суставов одновременно. Исследуемая трубка должна находиться на расстоянии 102 см от рентгеновской пленки. Исследование по Dunn в 45° выполняется так же, но производят сгибание в тазобедренном суставе под углом в 45° (рис. 6). Первоначально автор предложил данный метод для оценки антеверсии шейки бедренной кости у детей [15]. На сегодняшний день он применяется у взрослых, в основном для определения сферичности головки бедренной кости, при этом под углом 90° для оценки передней поверхности и 45° – для определения сферичности в области передне-верхней поверхности [5, 6, 10].

Рис. 5. Выполнение рентгенограммы в боковой проекции:
а – положение пациента при выполнении рентгеновского исследования в боковой проекции;
б – рентгенограмма в боковой проекции

Fig. 5. Cross-table lateral view:
а – patient positioning;
б – lateral view

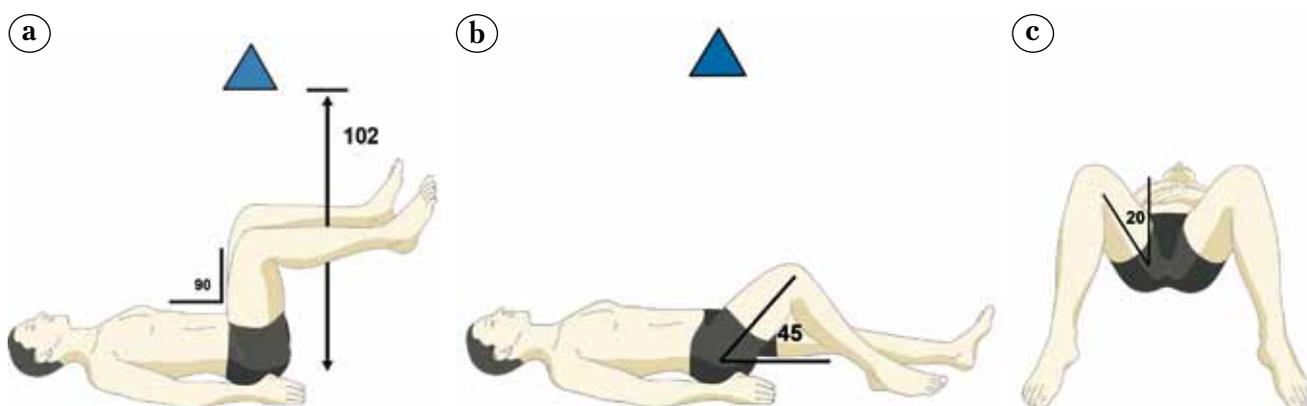


Рис. 6. Положение пациента при выполнении рентгеновского исследования в проекции по Dunn:
а – под углом 90° ; б, с – под углом 45°

Fig. 6. Patient positioning for Dunn view x-ray: а – at 90° ; б, с – at 45°

Для оценки состояния тазобедренного сустава необходимо провести некоторые простые, но необходимые измерения. При этом правильность выполненных измерений имеет такое же значение, как правильность выполненных рентгенологических укладок. Для диагностики дисплазии определяют углы Wiberg и Tönnis (угол наклона крыши вертлужной впадины или ацетабулярный угол) [8]. Для определения угла наклона крыши вертлужной впадины на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Проводят вторую линию, параллельную первой, при этом начало линии находится в самой нижней точке несущей склерозированной части крыши вертлужной впадины. Третья линия проходит от начала второй линии до латерального края несущей склерозированной поверхности крыши вертлужной впадины. Угол между второй и третьей линиями и есть угол наклона крыши вертлужной впадины (рис. 7). В норме этот угол должен составлять от 0 до 10°. При угле меньше 0° можно говорить о типе импинджмента Pincer или же как об одном из признаков протрузии вертлужной впадины. Если угол наклона крыши вертлужной впадины больше 10°, это является одним из признаков дисплазии тазобедренного сустава [10].

Угол наклона крыши вертлужной впадины (в модификации Liangguo Fa). К сожалению, не всегда удается четко визуализировать медиальную грань сурсила (Sourcil с французского переводится как бровь, так называют наиболее нагружаемую склерозированную поверхность крыши вертлужной впадины). В связи с этим

в 2014 г. был предложен модифицированный способ определения угла Tönnis, который отличается тем, что вторая линия проходит параллельно первой и по краю головки бедра до сурсила (рис. 8) [18]. Далее от этой точки проводят линию до латерального края сурсила. Данный угол имеет высокую корреляцию с углом Tönnis. При этом имеется более высокая корреляция с углом Wiberg, чем оригинальная методика, предложенная D. Tönnis. Автор предлагает считать нормой угол до 12°, а угол больше этого значения как признак дисплазии. Однако для определения более точных показателей нормы проводятся дополнительные исследования, и на сегодняшний день данный метод может применяться при невозможности четкой визуализации медиального края сурсила.

В 1939 г. G. Wiberg предложил метод определения дисплазии тазобедренного сустава, который довольно широко применяется и сегодня [51]. Центрально-краевой угол или угол Wiberg (center-edge angle – CE): в англоязычной литературе данный угол именуется также как lateral centre edge angle (LCEA). Этот показатель позволяет оценить изменения вертлужной впадины и покрытие головки бедренной кости. Для определения данного угла на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Вторую линию параллельную первой, проводят через центр головки бедренной кости. Третью линию проводят от центра головки, при этом она должна быть перпендикулярна второй. Четвертая линия проходит от центра головки к наиболее латеральному краю крыши вертлужной впадины (рис. 9).



Рис. 7. Определение угла Tönnis на обзорной рентгенограмме таза

Fig. 7. Detection of Tönnis angle at overview pelvis x-ray



Рис. 8. Угол наклона крыши вертлужной впадины в модификации Liangguo Fa

Fig. 8. Slope angle of acetabulum roof in Liangguo Fa modification

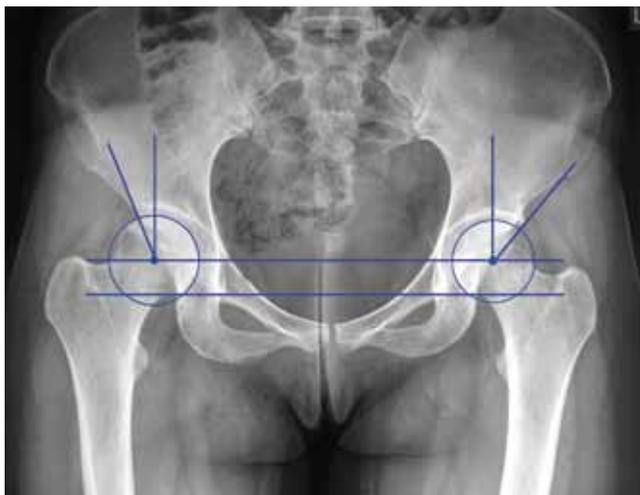


Рис. 9. Схема определения угла Wiberg
Fig. 9. Method of detection for Wiberg angle

В норме у взрослых угол Wiberg находится в пределах от 25 до 40°. Пограничными значениями, при которых рекомендуется выполнять динамический контроль, является угол от 20 до 25° [12, 19]. Если угол Wiberg менее 20°, это указывает на дисплазию тазобедренного сустава, если угол более 40°, это является одним из признаков типа импинджмента «Pincer», или же это является одним из признаков протрузии вертлужной впадины. При определении центра головки бедренной кости могут возникнуть сложности, если головка бедренной кости немного не сферична, поэтому необходимо всегда использовать прозрачные сферичные шаблоны или же проводить исследование на компьютере с помощью специального программного обеспечения, позволяющего рисовать круг с центром.

Центрально-краевой угол (в модификации Ogata). Учитывая возможное изменение в виде обызвествления суставной губы, избыточной ретроверсии или антеверсии вертлужной впадины и наслоения переднего или заднего края на крышу вертлужной впадины, у некоторых пациентов довольно трудно точно определить, что наиболее латеральный край является точной границей ее крыши. В таких случаях истинный край крыши вертлужной впадины расположен более медиально. Для более точного определения края вертлужной впадины S. Ogata с коллегами в 1990 г. сравнил результаты исследований рентгенографии таза у детей с данными компьютерной томографии и предложил модификацию данного исследования, заключающуюся в том, что линию проводят не до края крыши вертлужной впадины, а до латерального края сурсила (рис. 10) [37].

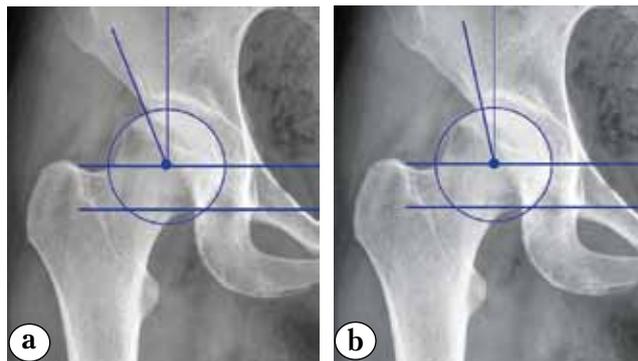


Рис. 10. Схема определения покрытия крыши вертлужной впадины:
a – угол Wiberg;
b – угол Wiberg в модификации Ogata

Fig. 10. Method of detection for acetabulum roof surface:
a – Wiberg angle;
b – Wiberg angle in Ogata modification

Конгруэнтность суставных поверхностей. В норме центр ротации головки бедренной кости и вертлужной впадины совпадают. Если же радиус вертлужной впадины больше и центры ротаций не совпадают, это является признаком подвывиха головки бедренной кости и нестабильности в тазобедренном суставе (рис. 11).

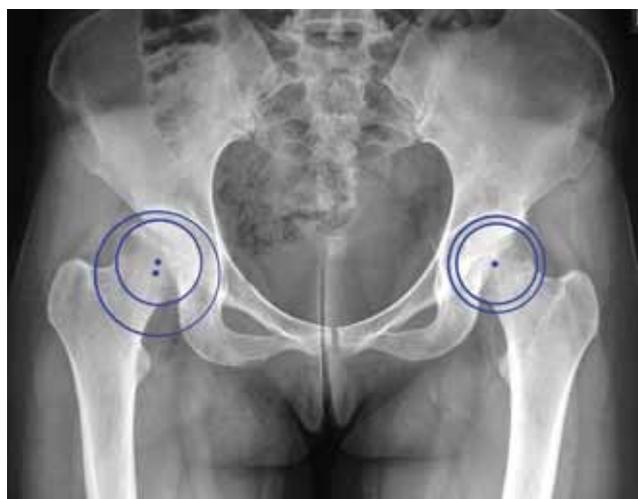


Рис. 11. Подвывих головки бедренной кости правого тазобедренного сустава, центр ротации вертлужной впадины и центр головки бедренной кости не совпадают. Слева совпадение центров ротаций головки и вертлужной впадины, суставные поверхности конгруэнтны

Fig. 11. Femoral head subluxation in the right hip joint, mismatch of acetabulum rotation center and femoral head center. Articular surfaces on the left joint are congruent, femoral head and acetabulum rotation center match

Центр ротации вертлужной впадины определяют путем наложения шаблона с кругом на внутренний край сурсила, а центр головки – путем наложения шаблона с кругом по краю головки бедренной кости.

Подвывих головки можно также определить по расстоянию от седалищно-подвздошной линии до головки бедренной кости, в норме она находится не более чем на 10 мм латеральнее (рис. 12).

Для диагностики глубокой впадины оценивают соотношение медиальной стенки вертлужной впадины и седалищно-подвздошной линии.



Рис. 12. Определение расстояния от седалищно-подвздошной линии до головки бедренной кости

Fig. 12. Estimation of distance from ilioaciac line to femoral head

В норме они находятся на одной линии, или же медиальная стенка немного отстоит кнаружи. Смещение последней кнутри является признаком глубокой впадины (рис. 13).

При глубокой вертлужной впадине не только ее медиальный край смещен кнутри от седалищно-подвздошной линии, но и головка бедренной кости либо находится непосредственно в проекции этой линии, либо пересекает ее. В зависимости от этого различают два состояния – *coxa profunda* и *protrusio acetabuli*. В первом случае только медиальная стенка смещена кнутри от седалищно-подвздошной линии, во втором случае уже происходит смещение головки медиальнее седалищно-подвздошной линии.

Степень покрытия головки бедренной кости (femoral head extrusion index – FHEI). Этот показатель впервые был предложен в 1950 г. С.Н. Нейман и С.Н. Нерndon [23]. Также его называют «степень подвывиха головки», «индекс головки бедренной кости» или «вертлужно-головчатое соотношение» [14, 27]. Данное исследование позволяет оценить степень покрытия головки бедренной кости и высчитывается в процентах. Для ее определения на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Вторую линию, перпендикулярную первой, проводят по медиальному краю головки бедренной кости. Третью линию проводят перпендикулярно первой и по наружному краю крыши вертлужной впадины, четвертую – по наружному краю головки бедренной кости (рис. 14).

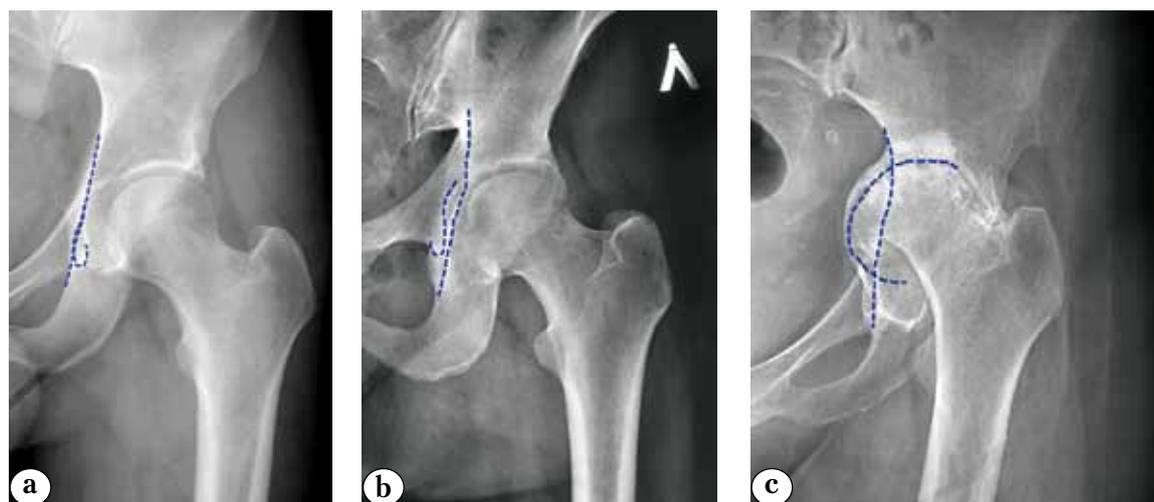


Рис. 13. Расположение медиальной стенки и седалищно-подвздошной линии: a – нормальное соотношение; b – *coxa profunda*; c – *protrusio acetabuli*

Fig. 13. Medial wall and ilioaciac line localization: a – normal ratio; b – *coxa profunda*; c – *protrusio acetabuli*



Рис. 14. Определение степени покрытия головки бедренной кости на прямой обзорной рентгенограмме таза

Fig. 14. Estimation of femoral head coverage on the overview AP pelvic x-rays

Расстояние от третьей и четвертой линии (А), поделенное на ширину головки (Б) и умноженное на 100, отображает степень покрытия головки бедренной кости. Соответственно, чем больше процент, тем больше дисплазия. Нормальное значение должно быть менее 25% [31].

Ретроверсия вертлужной впадины (признак «перекреста» (cross-over sign)). В 1999 г. D. Reynold с соавторами опубликовали работу, в которой описал мало изученный вариант дисплазии вертлужной впадины, когда происходит ее ретроверсия, что является одной из причин болей в тазобедренном суставе, развития импинджмента и в дальнейшем – деформирующего артроза [40]. Данный вариант дисплазии может быть изолированным, когда присутствует ретроверсия в чистом виде, или в комбинации с недоразвитием крыши вертлужной впадины и подвывихом головки бедра. Найденное при исследовании пересечение переднего и заднего краев вертлужной впадины авторы назвали признаком перекреста (cross-over sign).

Определяют ретроверсию по обзорному снимку таза и, как отмечалось ранее, правильное положение таза критично. В норме передний край начинается от края крыши вертлужной впадины, идет медиально и не должен пересекать задний край, который, в свою очередь, идет от крыши вертлужной впадины вниз более вертикально, в норме проходя через центр ротации головки бедренной кости [42. 43]. При наличии ретроверсии передне-верхний край вертлужной впадины проецируется более латерально, чем задний, образуя знак перекреста. Задний край вертлужной впадины проходит медиальнее центра ротации головки бедренной кости (симптом задней стенки) и в подавляю-

щем большинстве случаев ретроверсии на рентгенограммах можно отчетливо увидеть выступающую седалищную ость, которая на обзорной рентгенограмме нормального таза не визуализируется (рис. 15).



Рис. 15. Признаки ретроверсии вертлужной впадины, определяемые на обзорной рентгенограмме таза в прямой проекции (наличие перекреста переднего и заднего краев вертлужной впадины, выступающая седалищная ость)

Fig. 15. Signs of acetabulum retroversion identified on the overview AP pelvis x-ray (presence of crossover of anterior and posterior acetabulum rims, protruding ischial bone)

Степень ретроверсии рассчитывается исходя из отношения расстояния от верхнего края вертлужной впадины до пересечения переднего и заднего края впадины к общей длине впадины и умноженное на 100 [50]. Знание степени ретроверсии вертлужной впадины необходимо для последующего выбора метода лечения. Для исключения влияния неправильной укладки ретроверсию необходимо подтверждать при помощи компьютерной томографии.

Альфа угол (α -angle). Одним из немаловажных аспектов при исследовании тазобедренного сустава на рентгенограмме является оценка сферичности головки бедренной кости. S. Wagner с соавторами показал, что гистологические изменения в суставном хряще несферичной области головки бедренной кости схожи с изменениями при деформирующем артрозе [48]. Во многих случаях сферичность можно оценить визуально. Однако более целесообразно оценивать сферичность и наличие деформации головки бедренной кости путем ее измерения. В 2002 г. Н.Р. Notzli с соавторами предложили метод определения сферичности головки бедренной кости. Для этого они оценивали угол между линией шейки бедренной кости и линией перехода головки в шейку (рис. 16) [36]. Данный угол можно определить практически на любой рентгенограмме.



Рис. 16. Схема определения альфа угла для оценки сферичности головки бедренной кости

Fig. 16. Estimation of α -angle to evaluation sphericity of the femoral head

Альфа угол рассчитывается путем измерения угла между двумя линиями: первой линией, проведенной через центр шейки и головки бедренной кости, и второй линией, проведенной от центра головки бедренной кости к точке перехода головки в шейку бедренной кости, где выступающая часть головки бедренной кости становится больше, чем ее радиус (граница сферичности головки).

Значения угла альфа, по данным различных авторов, в норме при определении в прямой проекции составляет 52° , в боковой проекции 46° . При этом значения альфа угла, равные или превышающие $50-55^\circ$, указывают на наличие деформации в месте перехода головки в шейку [24, 40, 47, 49].

Офсет головки-шейки бедренной кости (head-neck offset ratio). Метод был описан Н. Ейгер в 2001 г. для скрининга пациентов и диагностики деформации типа «cam» [17]. При этом наиболее часто для оценки положения головки бедренной кости и выявления ее деформации проводят измерения на рентгенограмме в прямой и боковой проекциях с помощью трех линий. Первую линию проводят через центр шейки и головки бедренной кости, вторую линию – параллельно ей по передней части шейки бедренной кости, и параллельной ей проводят третью линию, проходящую по переднему краю головки бедренной кости (рис. 17). Для оценки противоположной стороны проводят аналогичные линии. Если соотношение меньше 0,17, то имеет место тип деформации «cam» [10].

При оценке дисплазии тазобедренного сустава немаловажное значение имеет определение

покрытия головки бедренной кости передним краем вертлужной впадины. Для этого определяют передний центрально-краевой угол / угол Lequesne (vertical-centre-anterior margin angle – VCA) и передний индекс головки бедренной кости (anterior acetabular head index – ААНИ). Оба исследования необходимо проводить в проекции «ложного» профиля. Передний центрально-краевой угол в норме составляет от 25 до 40° , угол менее 20° указывает на дисплазию, более 40° – на избыточное покрытие (рис. 18) [13].

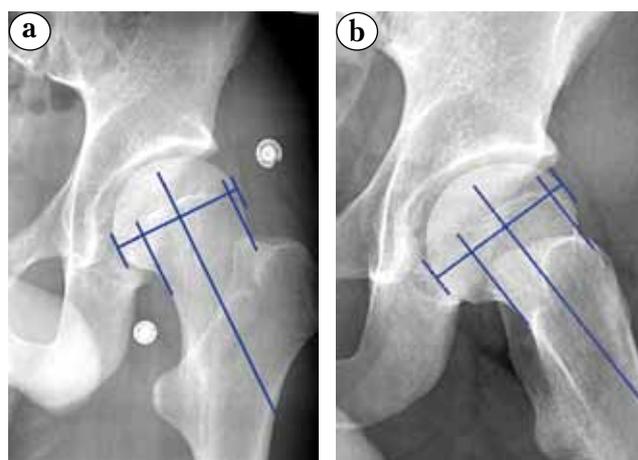


Рис. 17. Определение офсета головки-шейки: а – на рентгенограмме тазобедренного сустава в прямой проекции; б – в боковой проекции.

Головка смещена книзу и кзади, что свидетельствует о наличии деформации типа «cam»

Fig. 17. Estimation of head-neck offset:

a – on hip joint AP x-ray;

b – on lateral view.

Head is displaced downward and posteriorly demonstrating “cam” type deformity



Рис. 18. Определение переднего центрально-краевого угла на рентгенограмме в проекции «ложного» профиля

Fig. 18. Estimation of anterior center-edge angle on false profile Lequesne view.

Передний индекс головки бедренной кости, предложенный в 2003 г. Etsuo Chosa, определяют на рентгенограмме в укладке «ложного» профиля [9]. Данное исследование проводят при наличии деформации головки бедренной кости, когда не удается точно идентифицировать ее центр. Для этого проводят три перпендикулярные линии – две по краю головки и одну по переднему краю вертлужной впадины. Полученное значение ширины вертлужной впадины (А) делят на ширину головки (Б) и умножают на 100 (рис. 19). Среднее значение в норме составляет 84%, у женщин 81% (от 69 до 96), у мужчин 88% (от 74 до 99).



Рис. 19. Определение переднего индекса головки бедренной кости в проекции «ложного» профиля

Fig. 19. Estimation of anterior femoral head index in false profile Lequesne view

Заключение

При обращении пациента с жалобами на боли в тазобедренном суставе, особенно если это лица молодого возраста, надо соблюдать определенный алгоритм исследования, который позволит сократить время на постановку диагноза и выбрать оптимальный метод лечения. В первую очередь, необходимо выполнить обзорную рентгенограмму таза в прямой проекции. Правильно выполненная рентгенограмма и ряд несложных измерений позволяют выявить даже незначительные изменения в тазобедренном суставе. При выявлении нарушения сферичности головки бедренной кости необходимо дополнительно выполнить рентгенографию в проекции по Dunn и/или в боковой проекции.

При определении дисплазии тазобедренного сустава на рентгенограмме таза в прямой проекции дополнительно следует выполнить рентгенограмму в проекции «ложного» профиля для оценки подвывиха, покрытия переднего края и толщины суставной щели в переднем и заднем отделах тазобедренного сустава. Необходимо отметить, что на основании анализа рентгенограмм в проекции «ложного» профиля и обзор-

ного прямого снимка таза можно получить наиболее полную информации о состоянии головки бедренной кости и вертлужной впадины [10]. При наличии кист и сужения суставной щели в какой-либо из проекций, описанных ранее, необходимо выполнить магнитно-резонансную томографию, которая позволит оценить состоятельность суставного хряща и целесообразность выполнения органосохраняющих операций. Оптимальным вариантом лечения дисплазии тазобедренного сустава на сегодняшний день является периацетабулярная остеотомия с коррекцией положения вертлужной впадины для обеспечения оптимальной нагрузки [11, 20, 30].

Если на прямой рентгенограмме определяется ретроверсия вертлужной впадины, необходимо дополнительно выполнить компьютерную томографию, так как наклон таза при выполнении рентгенограммы в прямой проекции может создать ложное представление о соотношении переднего и заднего краев вертлужной впадины. Оптимальным вариантом лечения в данном случае является периацетабулярная остеотомия [53].

При наличии асферичности и признаков деформации типа «cam» только по передне-верхнему отделу пациента можно рекомендовать моделирование головки малоинвазивным способом – через передний доступ или под контролем артроскопа [26]. В случае наличия импинджмента типа «cam» с деформацией заднего отдела головки на сегодняшний день оптимальным вариантом является моделирование головки бедренной кости после полного хирургического вывиха [7, 34, 41].

При определении импинджмента типа «pincer» на рентгенограмме в прямой проекции необходимо выполнение компьютерной томографии для оценки покрытия головки как в передне-верхних, так и задне-верхних отделах. При нормально развитом заднем крае и наличии импинджмента, связанном с избытком передне-верхних отделов края вертлужной впадины, оптимальным вариантом является артроскопическая резекция с рефиксацией суставной губы, так как последняя играет важную роль в стабилизации тазобедренного сустава [26]. Резекцию передне-верхнего края вертлужной впадины можно выполнить и через прямой передний доступ, малоинвазивно, но могут возникнуть трудности при фиксации суставной губы без контроля с использованием артроскопа. В некоторых случаях возможно выполнение так называемой «обратной» периацетабулярной остеотомии с уменьшением угла наклона крыши вертлужной впадины.

Необходимо помнить, что любое оперативное вмешательство надо выполнять только при наличии болевого синдрома, так как довольно часто встречаются пациенты в возрасте старше 60 лет с признаками дисплазии, наличием импинджмента, визуализируемом на рентгенограмме и при этом с отсутствием болевого синдрома. Поэтому оптимальным вариантом при наличии изменений, видимых на рентгенограмме у пациентов молодого возраста, но не проявляющих себя в виде ограничений движений и болевым синдромом, является динамический контроль. При этом надо учитывать, что одним из неблагоприятных прогностических признаков является дисконгруэнтность суставных поверхностей. Выполнение данного простого алгоритма позволяет сократить расходы на диагностику и выбрать правильную хирургическую тактику в случае необходимости лечения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Блиц О.Ю. Боль в тазобедренном суставе: современные представления о возможностях и роли различных методов лучевой диагностики в определении причин болевого синдрома. *Лучевая диагностика и терапия*. 2014;(2):37-45.
2. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Тихилов Р.М., Шубняков И.И. ред. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014. Т. 1. 368 с.
3. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Мясоедов А.А. Планирование операции и техника эндопротезирования тазобедренного сустава в сложных случаях. В кн. : Руководство по хирургии тазобедренного сустава / под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2015. Т. II. С. 25-103.
4. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Чиладзе И.Т., Плиев Д.Г., Шорустамов М.Т., Аргюх В.А., Амбросенков А.В., Близиюков В.В., Мясоедов А.А. Выбор способа имплантации вертлужного компонента на основе рабочей классификации последствий переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(2):37-43.
5. Vanerjee P., McLean C.R. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2011;4(1):23-32. DOI: 10.1007/s12178-011-9073-z.
6. Barton C., Salineros M.J., Rakhra K.S., Beaulé P.E. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):464-469. DOI: 10.1007/s11999-010-1624-x.
7. Beck M., Leunig M., Parvizi J., Boutier V., Wyss D., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(418):67-73. DOI: 10.1097/00003086-200401000-00012.
8. Beltran L.S., Rosenberg Z.S., Mayo J.D., De Tuesta M.D., Martin O., Neto L.P., Bencardino J.T. Imaging evaluation of developmental hip dysplasia in the young adult. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(5):1077-1088.
9. Chosa E., Tajima N. Anterior acetabular head index of the hip on false-profile views. New index of anterior acetabular cover. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85(6):826-829.
10. Clohisy J.C., Carlisle J.C., Beaulé P.E., Kim Y.J., Trousdale R.T., Sierra R.J., Leunig M., Schoenecker P.L., Millis M.B. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:47-66. DOI:10.2106/jbjs.h.00756.
11. Clohisy J.C., Barrett S.E., Gordon J.E., Delgado E.D., Schoenecker P.L. Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):254-259. DOI: 10.2106/jbjs.e.00887
12. Cooperman D.R., Wallensten R., Stulberg S.D. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop*. 1983;175:79-85. DOI: 10.1097/00003086-198305000-00013.
13. Crockarell J.R. Jr, Trousdale R.T., Guyton J.L. The anterior centre-edge angle: A cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(4):532-534. DOI:10.1302/0301-620x.82b4.10063.
14. Delaunay S., Dussault R.G., Kaplan P.A., Alford B.A. Radiographic measurements of dysplastic adult hips. *Skeletal Radiol*. 1997;26(2):75-81. DOI: 10.1007/s002560050197.
15. Dunn D.M. Anteversion of the neck of the femur; a method of measurement. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34-B(2):181-186. DOI: 10.1111/j.1440-1673.1967.tb01518.x.
16. Eckman K., Hafez M.A., Ed F., Jaramaz B., Levison T.J., Digioia A.M. 3rd. Accuracy of pelvic flexion measurements from lateral radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;451:154-160. DOI: 10.1097/01.blo.0000238809.72164.54.
17. Eijer H., Leunig M., Mahomed N., Ganz R. Cross table lateral radiographs for screening of anterior femoral head-neck offset in patients with femoro-acetabular impingement. *Hip Int*. 2001;11:37-41.
18. Fa L., Wang Q., Ma X. Superiority of the modified Tönnis angle over the Tönnis angle in the radiographic diagnosis of acetabular dysplasia. *Exp Ther Med*. 2014;8(6):1934-1938. DOI: 10.3892/etm.2014.2009.
19. Fredensborg N. The CE angle of normal hips. *Acta Orthop Scand*. 1976;47(4):403-405. DOI: 10.3109/17453677608988709.
20. Ganz R., Klaue K., Vinh T.S., Mast J.W. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. *Clin Orthop*. 1988;232:26-36. DOI: 10.1097/00003086-198807000-00006.
21. Godefroy D., Chevrot A., Morvan G., Rousselin B., Sarazin L. Plain films of pelvis. *J Radiol*. 2008;89(5 Pt 2):679-690.
22. Gosvig K.K., Jacobsen S., Palm H., Sonne-Holm S., Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:1309-1316. DOI: 10.1302/0301-620X.89B10.19405.
23. Heyman C.H., Herndon C.H. Legg-Perthes disease; a method for the Measurement of the roentgenographic result. *J Bone Joint Surg*. 1950;32(A:4):767-778. DOI: 10.2106/00004623-195032040-00004.
24. Jacobsen S. Adult hip dysplasia and osteoarthritis. Studies in radiology and clinical epidemiology. *Acta Orthop Suppl*. 2006;77(324):2-37. DOI: 10.1080/17453690610046505.
25. Jamali A.A., Mladenov K., Meyer D.C., Martinez A., Beck M., Ganz R., Leunig M. Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the «cross-over-sign». *J Orthop Res*. 2007;25(6):758-765. DOI: 10.1002/jor.20380.

26. Larson C.M., Stone R.M. Current concepts and trends for operative treatment of FAI: hip arthroscopy. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013;6(3):242-249. DOI: 10.1007/s12178-013-9170-2.
27. Lavy C.B., Msamati B.C., Igbigbi P.S. Racial and gender variations in adult hip morphology. *Int Orthop.* 2003;27(6):331-333. DOI: 10.1007/s00264-003-0507-0.
28. Lequesne M., de Seze. False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 1961;28:643-652 (in French).
39. Lequesne M.G., Laredo J.D. The faux profil (oblique view) of the hip in the standing position. Contribution to the evaluation of osteoarthritis of the adult hip. *Ann Rheum Dis.* 1998;57(11):676-681.
30. Lerch T.D., Steppacher S.D., Liechti E.F., Tannast M., Siebenrock K.A. One-third of hips after periacetabular osteotomy survive 30 years with good clinical results, no progression of arthritis, or conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1154-1168. DOI: 10.1007/s11999-016-5169-5.
31. Li P.L.S., Ganz R. Morphologic features of congenital acetabular dysplasia. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(416): 245-253. DOI: 10.1097/01.bl.0000081934.75404.36.
32. Lim, S.J., Park, Y.S. Plain Radiography of the Hip: A Review of Radiographic Techniques and Image Features. *Hip Pelvis.* 2015;27(3): 125-134. DOI: 10.5371/hp.2015.27.3.125.
33. Malizos K.N., Karantanas A.H., Varitimidis S.E., Dailiana Z.H., Bargiotas K., Maris T. Osteonecrosis of the femoral head: Etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol.* 2007;63:16-28. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.03.019.
34. Murphy S., Tannast M., Kim Y.J., Buly R., Millis M.B. Debridement of the adult hip for femoroacetabular impingement: indications and preliminary clinical results. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(429):178-181. DOI: 10.1097/01.bl.0000150307.75238.b9.
35. Nestorova R., Vlad V., Petranova T., Porta F., Radunovic G., Mihaela C.M., Iagnocco A. Ultrasonography of the Hip. *Med Ultrason.* 2012;14(3):217-224.
36. Nötzli H.P., Wyss T.F., Stoecklin C.H., Schmid M.R., Treiber K., Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(4): 556-560. DOI: 10.1302/0301-620x.84b4.12014.
37. Ogata S., Moriya H., Tsuchiya K., Akita T., Kamegaya M., Someya M. Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72(2):190-196.
38. Polesello G.C., Nakao T.S., de Queiroz M.C., Daniachi D., Ricioli W.Jr, Guimarães R.P., Honda E.K., Ono N.K. Proposal for standardization of radiographic studies on the hip and pelvis. *Giancarlo Rev Bras Ortop.* 2015;46(6): 634-642. DOI: 10.1016/s2255-4971(15)30318-9.
39. Pollard T.C., Villar R.N., Norton M.R., Fern E.D., Williams M.R., Simpson D.J., Simpson D.J., Murray D.W., Carr A.J. Femoroacetabular impingement and classification of the cam deformity: the reference interval in normal hips. *Acta Orthop.* 2010;81(1):134-141. DOI: 10.3109/17453671003619011.
40. Reynolds D., Lucas J., Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:281-288. DOI: 10.1302/0301-620x.81b2.8291.
41. Ross J.R., Schoenecker P.L., Clohisy J.C. Surgical dislocation of the hip: evolving indications. *HSS J.* 2013;9:60-69. DOI: 10.1007/s11420-012-9323-7.
42. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic inclination on determination of acetabular retroversion: a study on cadaver pelvis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033
43. Siebenrock K.A., Schoeniger R., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement due to acetabular retroversion and its treatment by periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:278-286. DOI: 10.2106/00004623-200302000-00015.
44. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033.
45. Tannast M., Zheng G., Anderegg C., Burckhardt K., Langlotz F., Ganz R., Siebenrock K.A. Tilt and rotation correction of acetabular version on pelvic radiographs. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(438):182-190.
46. The adult hip : hip preservation surgery. Ed by J.C. Clohisy et al. Philadelphia : Wolters Kluwer Health, 2015. Ch. 12. pp. 131-143.
47. Toogood P.A., Skalak A., Cooperman D.R. Proximal femoral anatomy in the normal human population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(4):876-885. DOI: 10.1007/s11999-008-0473-3.
48. Wagner S., Hofstetter W., Chiquet M., Mainil-Varlet P., Stauffer E., Ganz R., et al. Early osteoarthritic changes of human femoral head cartilage subsequent to femoroacetabular impingement. *Osteoarthritis Cartilage.* 2003;11:508-518. DOI: 10.1016/S1063-4584(03)00075-X.
49. Wensaas A., Gunderson R.B., Svenningsen S., Terjesen T. Femoroacetabular impingement after slipped upper femoral epiphysis: the radiological diagnosis and clinical outcome at long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(11): 1487-1493. DOI: 10.1302/0301-620X.94B11.29569.
50. Werner C.M., Copeland C.E., Ruckstuhl T., Stromberg J., Turen C.H., Kalberer F., Zingg P.O. Radiographic markers of acetabular retroversion: correlation of the cross-over sign, ischial spine sign and posterior wall sign. *Acta Orthop Belg.* 2010;76(2):166-173.
51. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand.* 1939;83(suppl 58):7-135.
52. Wilson J.J., Furukawa M. Evaluation of the patient with hip pain. *Am Fam Physician.* 2014;89(1):27-34.
53. Zurmühle C.A., Anwander H., Albers C.E., Hanke M.S., Steppacher S.D., Siebenrock K.A., Tannast M. Periacetabular osteotomy provides higher survivorship than rim trimming for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1138-1130. DOI: 10.1007/s11999-016-5177-5.

References

1. Blishh O.Ju. [Hip pain: the modern understanding of the possibilities and the role of the various methods of x-ray diagnostics in identifying the causes of pain]. *Luchevaya diagnostika i terapiya* [X-Ray Diagnostics and Therapy] 2014;2 (5):37-45 (in Russian).
2. Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guide of hip arthroplasty]. Ed. by Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I.]. St. Petersburg, 2014. Vol. I. 368 p. (in Russian).
3. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Myasoedov A.A. [Planning and technique of hip arthroplasty in severe cases. In: Guide of Hip Arthroplasty. Ed by Tikhilov

- R.M., Shubnyakov I.I. St. Petersburg, 2015. Vol. II. pp. 25-103 (in Russian).
4. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Chiladze I.T., Pliev D.G., Shorustamov M.T., Artyukh V.A., Ambrosenkov A.V., Bliznikov V.V., Myasoedov A.A. [Acetabular component implantation based on the working classification the consequences of acetabular fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(2):37-43 (in Russian).
 5. Banerjee P., McLean C.R. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2011;4(1):23-32. DOI: 10.1007/s12178-011-9073-z.
 6. Barton C., Salineros M.J., Rakhra K.S., Beaulé P.E. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):464-469. DOI: 10.1007/s11999-010-1624-x.
 7. Beck M., Leunig M., Parvizi J., Boutier V., Wyss D., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(418):67-73. DOI: 10.1097/00003086-200401000-00012.
 8. Beltran L.S., Rosenberg Z.S., Mayo J.D., De Tuesta M.D., Martin O., Neto L.P., Bencardino J.T. Imaging evaluation of developmental hip dysplasia in the young adult. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(5):1077-1088.
 9. Chosa E., Tajima N. Anterior acetabular head index of the hip on false-profile views. New index of anterior acetabular cover. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85(6):826-829.
 10. Clohisy J.C., Carlisle J.C., Beaulé P.E., Kim Y.J., Trousdale R.T., Sierra R.J., Leunig M., Schoenecker P.L., Millis M.B. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:47-66. DOI: 10.2106/jbjs.h.00756.
 11. Clohisy J.C., Barrett S.E., Gordon J.E., Delgado E.D., Schoenecker P.L. Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):254-259. DOI: 10.2106/jbjs.e.00887
 12. Cooperman D.R., Wallensten R., Stulberg S.D. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop*. 1983;175:79-85. DOI: 10.1097/00003086-198305000-00013.
 13. Crockarell J.R. Jr, Trousdale R.T., Guyton J.L. The anterior centre-edge angle: A cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(4):532-534. DOI: 10.1302/0301-620x.82b4.10063.
 14. Delaunay S., Dussault R.G., Kaplan P.A., Alford B.A. Radiographic measurements of dysplastic adult hips. *Skeletal Radiol*. 1997;26(2):75-81. DOI: 10.1007/s002560050197.
 15. Dunn D.M. Anteversion of the neck of the femur; a method of measurement. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34-B(2): 181-186. DOI: 10.1111/j.1440-1673.1967.tb01518.x.
 16. Eckman K., Hafez M.A., Ed F., Jaramaz B., Levison T.J., Digioia A.M. 3rd. Accuracy of pelvic flexion measurements from lateral radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 451:154-160. DOI:10.1097/01.blo.0000238809.72164.54.
 17. Eijer H., Leunig M., Mahomed N., Ganz R. Cross table lateral radiographs for screening of anterior femoral head-neck offset in patients with femoro-acetabular impingement. *Hip Int*. 2001;11:37-41.
 18. Fa L., Wang Q., Ma X. Superiority of the modified Tönnis angle over the Tönnis angle in the radiographic diagnosis of acetabular dysplasia. *Exp Ther Med*. 2014;8(6):1934-1938. DOI: 10.3892/etm.2014.2009.
 19. Fredensborg N. The CE angle of normal hips. *Acta Orthop Scand*. 1976;47(4):403-405. DOI: 10.3109/17453677608988709.
 20. Ganz R., Klaue K., Vinh T.S., Mast J.W. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. *Clin Orthop*. 1988;232:26-36. DOI: 10.1097/00003086-198807000-00006.
 21. Godefroy D., Chevrot A., Morvan G., Rousselin B., Sarazin L. Plain films of pelvis. *J Radiol*. 2008;89(5 Pt 2):679-690.
 22. Gosvig K.K., Jacobsen S., Palm H., Sonne-Holm S., Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:1309-1316. DOI: 10.1302/0301-620X.89B10.19405.
 23. Heyman C.H., Herndon C.H. Legg-Perthes disease; a method for the Measurement of the roentgenographic result. *J Bone Joint Surg*. 1950;32(A:4):767-778. DOI: 10.2106/00004623-195032040-00004.
 24. Jacobsen S. Adult hip dysplasia and osteoarthritis. Studies in radiology and clinical epidemiology. *Acta Orthop Suppl*. 2006;77(324):2-37. DOI: 10.1080/17453690610046505.
 25. Jamali A.A., Mladenov K., Meyer D.C., Martinez A., Beck M., Ganz R., Leunig M. Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the «cross-over-sign». *J Orthop Res*. 2007;25(6):758-765. DOI: 10.1002/jor.20380.
 26. Larson C.M., Stone R.M. Current concepts and trends for operative treatment of FAI: hip arthroscopy. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2013;6(3):242-249. DOI: 10.1007/s12178-013-9170-2.
 27. Lavy C.B., Msamati B.C., Igbigbi P.S. Racial and gender variations in adult hip morphology. *Int Orthop*. 2003;27(6):331-333. DOI: 10.1007/s00264-003-0507-0.
 28. Lequesne M., de Seze. False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic*. 1961;28:643-652 (in French).
 29. Lequesne M.G., Laredo J.D. The faux profil (oblique view) of the hip in the standing position. Contribution to the evaluation of osteoarthritis of the adult hip. *Ann Rheum Dis*. 1998;57(11):676-681.
 30. Lerch T.D., Steppacher S.D., Liechti E.F., Tannast M., Siebenrock K.A. One-third of hips after periacetabular osteotomy survive 30 years with good clinical results, no progression of arthritis, or conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(4):1154-1168. DOI: 10.1007/s11999-016-5169-5.
 31. Li P.L.S., Ganz R. Morphologic features of congenital acetabular dysplasia. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(416): 245-253. DOI: 10.1097/01.blo.0000081934.75404.36.
 32. Lim, S.J., Park, Y.S. Plain Radiography of the Hip: A Review of Radiographic Techniques and Image Features. *Hip Pelvis*. 2015;27(3): 125-134. DOI: 10.5371/hp.2015.27.3.125.
 33. Malizos K.N., Karantanas A.H., Varitimidis S.E., Dailiana Z.H., Bargiotas K., Maris T. Osteonecrosis of the femoral head: Etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol*. 2007;63:16-28. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.03.019.
 34. Murphy S., Tannast M., Kim Y.J., Buly R., Millis M.B. Debridement of the adult hip for femoroacetabular impingement: indications and preliminary clinical results. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(429):178-181. DOI: 10.1097/01.blo.0000150307.75238.b9.
 35. Nestorova R., Vlad V., Petranova T., Porta F., Radunovic G., Mihaela C.M., Iagnocco A. Ultrasonography of the Hip. *Med Ultrason*. 2012;14(3):217-224.
 36. Nötzli H.P., Wyss T.F., Stoecklin C.H., Schmid M.R., Treiber K., Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84(4): 556-560. DOI: 10.1302/0301-620x.84b4.12014.

37. Ogata S., Moriya H., Tsuchiya K., Akita T., Kamegaya M., Someya M. Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72(2):190-196.
38. Polesello G.C., Nakao T.S., de Queiroz M.C., Daniachi D., Ricioli W.Jr, Guimarães R.P., Honda E.K., Ono N.K. Proposal for standardization of radiographic studies on the hip and pelvis. *Giancarlo Rev Bras Ortop.* 2015;46(6):634-642. DOI: 10.1016/s2255-4971(15)30318-9.
39. Pollard T.C., Villar R.N., Norton M.R., Fern E.D., Williams M.R., Simpson D.J., Simpson D.J., Murray D.W., Carr A.J. Femoroacetabular impingement and classification of the cam deformity: the reference interval in normal hips. *Acta Orthop.* 2010;81(1):134-141. DOI: 10.3109/17453671003619011.
40. Reynolds D., Lucas J., Klau K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:281-288. DOI: 10.1302/0301-620x.81b2.8291.
41. Ross J.R., Schoencker P.L., Clohisy J.C. Surgical dislocation of the hip: evolving indications. *HSS J.* 2013;9:60-69. DOI: 10.1007/s11420-012-9323-7.
42. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic inclination on determination of acetabular retroversion: a study on cadaver pelvis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033
43. Siebenrock K.A., Schoeniger R., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement due to acetabular retroversion and its treatment by periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:278-286. DOI: 10.2106/00004623-200302000-00015.
44. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033.
45. Tannast M., Zheng G., Anderegg C., Burckhardt K., Langlotz F., Ganz R., Siebenrock K.A. Tilt and rotation correction of acetabular version on pelvic radiographs. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(438):182-190.
46. The adult hip : hip preservation surgery. Ed by J.C. Clohisy et al. Philadelphia : Wolters Kluwer Health, 2015. Ch. 12. p. 131-143.
47. Toogood P.A., Skalak A., Cooperman D.R. Proximal femoral anatomy in the normal human population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(4):876-885. DOI: 10.1007/s11999-008-0473-3.
48. Wagner S., Hofstetter W., Chiquet M., Mainil-Varlet P., Stauffer E., Ganz R., et al. Early osteoarthritic changes of human femoral head cartilage subsequent to femoroacetabular impingement. *Osteoarthritis Cartilage.* 2003;11:508-518. DOI: 10.1016/S1063-4584(03)00075-X.
49. Wensaas A., Gunderson R.B., Svenningsen S., Terjesen T. Femoroacetabular impingement after slipped upper femoral epiphysis: the radiological diagnosis and clinical outcome at long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(11): 1487-1493. DOI: 10.1302/0301-620X.94B11.29569.
50. Werner C.M., Copeland C.E., Ruckstuhl T., Stromberg J., Turen C.H., Kalberer F., Zingg P.O. Radiographic markers of acetabular retroversion: correlation of the cross-over sign, ischial spine sign and posterior wall sign. *Acta Orthop Belg.* 2010;76(2):166-173.
51. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand.* 1939;83(suppl 58):7-135.
52. Wilson J.J., Furukawa M. Evaluation of the patient with hip pain. *Am Fam Physician.* 2014;89(1):27-34.
53. Zurmühle C.A., Anwander H., Albers C.E., Hanke M.S., Steppacher S.D., Siebenrock K.A., Tannast M. Periacetabular osteotomy provides higher survivorship than rim trimming for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1138-1130. DOI: 10.1007/s11999-016-5177-5.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед. наук профессор директор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Шубняков Игорь Иванович – канд. мед. наук главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Плиев Давид Гивиевич – канд. мед. наук научный сотрудник научного отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Богопольский Олег Евгеньевич – врач травматолог-ортопед отделения № 5 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Гуцаев Максим Сосланович – лаборант-исследователь экспериментально-морфологического отделения «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Rashid M. Tikhilov – Dr. Sci. (Med.) Professor Director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Professor of Mechnikov North-Western State Medical University

Igor I. Shubnyakov – Cand. Sci. (Med.) Chief Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

David G. Pliev – Cand. Sci. (Med.) Researcher, Hip Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Oleg E. Bogopolsky – Orthopedic Surgeon, Department N 5, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Maxim S. Guatsayev – Assistant Researcher of Experimental and Morphological Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

Уважаемые читатели! Представленная в данном разделе статья посвящена одной из нерешенных и актуальных проблем современной ортопедии, что подтверждается многочисленными публикациями на эту тему в зарубежной литературе и значительно меньшим их числом в отечественных журналах.

Поскольку взгляды на проблему коксо-вертебрального синдрома у авторов и рецензентов не совпадают, мы решили опубликовать комментарии специалистов, изучающих данную проблему.

Надеемся, что дискуссия вызовет у вас интерес, и вы примите в ней участие.

УДК [616.728.2+616.711]-007.248-089

ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КОКСО-ВЕРТЕБРАЛЬНЫМ СИНДРОМОМ

А.Л. Кудяшев, В.В. Хомянец, В.М. Шаповалов, П.А. Метленко, Ф.В. Мироевский, М.В. Резванцев, А.В. Теремшонок

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ
Ул. Акад. Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, 194044, Россия

Реферат

Цель исследования – разработать алгоритм выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом.

Материал и методы. В исследование включены 175 пациентов с коксо-вертебральным синдромом, которым было выполнено тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с 2009 по 2016 г. Результаты хирургического лечения изучены в средние сроки 9 мес. (от 8 до 10 мес.) после операции у 134 больных. Их средний возраст составил $54,4 \pm 12,7$ лет. Пациенты были разделены на основную группу (74 больных) и группу сравнения (60 больных). В группе сравнения применялись стандартные подходы к эндопротезированию тазобедренного сустава, предполагающие восстановление анатомического центра ротации и длины нижней конечности. В основной группе использовали разработанный алгоритм выбора оптимальной хирургической тактики. Клинико-функциональные данные оценивали по шкалам Harris и Oswestry. Рентгенологическую оценку проводили по рентгенограммам позвоночно-тазового комплекса в положении стоя, функциональным рентгенограммам, КТ и МРТ. Оценка значимости различий в группах проводили по U-критерию Манна – Уитни и критерию Мак-Немара.

Результаты. Применение разработанных хирургических подходов позволило увеличить долю пациентов с хорошими клинико-функциональными результатами (основная группа – 82,4%, группа сравнения – 26,7%) и достигнуть более высоких показателей функционирования тазобедренного сустава и качества жизни пациентов в послеоперационном периоде. Отличные результаты по шкале Harris в основной группе получены у 53,2% пациентов, в группе сравнения – у 9,7%. Доля пациентов с жалобами на боль в поясничной области, хромоту и необходимость пользоваться тростью, сохранившимися после эндопротезирования тазобедренного сустава, в основной группе была ниже, чем в группе сравнения. Доля пациентов с болью при пальпации остистых отростков, положительным тестом подъема вытянутой ноги и корешковым синдромом также была значимо ниже в основной, чем в группе сравнения.

Заключение. Применение разработанного алгоритма выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с сочетанной дегенеративно-дистрофической патологией тазобедренного сустава и позвоночника позволяет в ближайшие сроки после эндопротезирования тазобедренного сустава улучшить результаты хирургического лечения в сравнении с больными, у которых были применены традиционные подходы к предоперационному планированию и эндопротезированию.

Ключевые слова: коксо-вертебральный синдром, эндопротезирование тазобедренного сустава, предоперационное планирование.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-132-143.

Features of Surgical Tactics for Patients with Coxo-Vertebral Syndrome

A.L. Kudyashev, V.V. Khominets, V.M. Shapovalov, P.A. Metlenko, M.V. Miroevsky, M.V. Rezvantsev, A.V. Teremshonok

Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation
6, ul. Akad. Lebedeva, St. Petersburg, 194044, Russia

Кудяшев А.Л., Хомянец В.В., Шаповалов В.М., Метленко П.А., Мироевский Ф.В., Резванцев М.В., Теремшонок А.В. Особенности хирургической тактики лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1): 132-143. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-132-143.

Cite as: Kudyashev A.L., Khominets V.V., Shapovalov V.M., Metlenko P.A., Miroevsky M.V., Rezvantsev M.V., Teremshonok A.V. [Features of Surgical Tactics for Patients With Coxo-Vertebral Syndrome]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1): 132-143. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-132-143.

Кудяшев Алексей Леонидович. Ул. Акад. Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, 194044, Россия / Alexey L. Kudyashev. 6, ul. Akad. Lebedeva, St. Petersburg, 194044, Russia; e-mail: a.kudyashev@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 03.10.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 02.03.2017.

Abstract

Purpose of the study – to design the algorithm of selection for rational surgical tactics for treatment of patients with coxo-vertebral syndrome.

Material and methods. 175 patients with coxo-vertebral syndrome were included into the study who underwent total hip replacement in the period from 2009 till 2016. The authors analyzed outcomes of treatment of 134 patients at mid-term follow up of 9 months (range from 8 to 10 months) after the surgery. Mean age of patients was $54,4 \pm 12,7$ y.o. Patients were subdivided into a test group (94 patients) and control group (81 patients). Standard THR approaches were used in the control group by restoring anatomical center of rotation and lower leg length. The suggested algorithm of the optimal procedure selection was applied in the test group. Clinical and functional data was evaluated by Harris Hip Score and Oswestry score. Radiographic evaluation was performed based on x-rays of vertebral-pelvic complex in standing position, by functional x-rays, CT and MRI. Evaluation of differences significance between the groups was performed by Mann-Whitney U-test and McNemar test.

Results. Application of proposed surgical approaches allowed to increase the number of patients with good clinical and functional outcomes (test group – 82,4%, control group – 26,7%) and achieve better function of hip joint and patients' life quality in short-term postoperative period. Excellent outcomes by Harris hip score were observed in 53,2% of patients, in control group – in 9,7%. Share of the patients complaining of lumbar pain, limping and need for a walking stick after THR in the test group was less than in control group. Share of patients demonstrating pain at palpation of spinous processes, with positive test of elevated extended leg and radicular syndrome was also significantly less in test group as compared to control group.

Conclusion. Practical application of proposed algorithm for selection of a rational tactics of surgical treatment for patients with combined degenerative and dystrophic pathology of the hip joint and spine allows in short-term after THR to statistically significantly improve treatment outcomes in comparison with patients that underwent conventional preoperative planning and THR.

Keywords: coxo-vertebral syndrome, hip replacement, preoperative planning.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-132-143.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Актуальность проблемы хирургического лечения пациентов с сочетанием дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава (ТБС) и позвоночника не вызывает сомнений [1, 10, 19]. Она определяется значительной долей таких больных как среди лиц с преобладанием явлений коксартроза (22–95%), так и среди пациентов с превалированием симптомов поясничного остеохондроза (10–15%), а также разнообразием клинических форм и степеней выраженности дегенеративно-дистрофических проявлений в рассматриваемых сегментах [2, 6, 11].

До настоящего времени предметом научных дискуссий остаются особенности патогенеза коксо-verteбрального синдрома, определяющие тактику лечения больных рассматриваемого профиля. Ряд исследователей считают, что первопричиной его развития является патология позвоночника, приводящая к формированию коксартроза [14], в то время как другие авторы описывают возникновение и прогрессирование явлений остеохондроза на фоне существования деформирующего артроза ТБС [19]. Вместе с тем, большинство ученых сходятся во мнении о главенствующей роли в развитии коксо-verteбрального синдрома пространственного расположения таза [4, 12, 14].

Анализ немногочисленных публикаций, посвященных особенностям хирургического лечения пациентов с коксо-verteбральным синдромом, свидетельствует о необходимости разработки рациональной хирургической тактики их лечения. В большинстве доступных литературных источников сообщается лишь о неудовлетворенности ряда пациентов результатами эндопротезирования ТБС или исходами операций на позвоночнике и не содержится детального анализа причин таких результатов. Практические же рекомендации сводятся к необходимости выполнения первым этапом хирургического вмешательства на позвоночнике у пациентов с превалированием явлений остеохондроза или эндопротезирования тазобедренного сустава у больных с более выраженным проявлением коксартроза [1, 7, 17].

До настоящего времени не сформулированы четкие рекомендации по оперативной технике в зависимости от результатов комплексного обследования позвоночника и таза [8], а также не определены критерии обоснованной коррекции взаимоотношений в указанных сегментах. Выбор и планирование эндопротезирования ТБС, позиционирование имплантатов, а также степень коррекции укорочения нижней конечности нередко основывается на личном опыте хирурга и осуществляется путем выделения

одного ведущего фактора без учета сложного характера биомеханических взаимоотношений в позвоночно-тазовом комплексе, стадии и проявлений заболевания, степени нарушения функций, особенностей морфологии дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника (ДДЗП) и его компенсаторных возможностей.

Цель исследования – улучшить результаты лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом путем разработки алгоритма выбора рациональной тактики хирургического лечения.

Материал и методы

В исследование были включены 175 пациентов (98 мужчин и 77 женщин), которым по поводу сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии одного или двух тазобедренных суставов и пояснично-крестцового отдела позвоночника с превалированием явлений коксартроза (III ст.) было выполнено тотальное эндопротезирование ТБС. Критерием включения в исследование являлось наличие болевого синдрома как в тазобедренном суставе (суставах), так и в области пояснично-крестцового отдела позвоночника. Критерии исключения: болевой синдром, обусловленный только патологией позвоночника; дегенеративно-дистрофическое поражение тазобедренных суставов без болевого синдрома в позвоночнике; все варианты диспластического сколиоза и спондилолистеза; болезнь Шейермана – Мау; травмы позвоночника; любые воспалительные заболевания в области тазобедренных суставов и позвоночника; опухоли; дисплазии и аномалии развития позвоноч-

ника, способные вызвать его деформацию или болевой синдром.

Больные были разделены на две сравниваемые группы в соответствии с примененной хирургической тактикой. В сформированной путем сплошного отбора группе сравнения (81 больной) применяли стандартные подходы к эндопротезированию ТБС, в основной группе (94 пациента) – разработанный алгоритм выбора хирургической тактики (табл. 1). В группе сравнения лиц мужского пола было 49 (60,5%), а женского – 32 (39,5%). Схожее распределение по гендерному признаку оказалось характерным и для основной группы – 49 мужчин (52,1%) и 45 женщин (47,9%). Возраст обследуемых в группе сравнения составил в среднем $55,5 \pm 12,5$ (от 25 до 85) лет, в основной группе – $53,5 \pm 12,6$ (от 27 до 78) лет.

Распределение пациентов сравниваемых групп по этиологии деформирующего артроза также свидетельствовало об их однородности (табл. 1).

Общее состояние пациентов оценивали на основании данных клинично-неврологического и лабораторного исследований, а при изучении ортопедического статуса пациентов с коксо-вертебральным синдромом применяли диагностический алгоритм, включавший также методы дополнительного инструментального обследования [8].

Особое внимание уделяли изучению рентгенологических параметров глобального сагиттального и фронтального баланса туловища. При этом фронтальными параметрами, измеряемыми на рентгенограммах позвоночно-

Таблица 1/ Table 1

Распределение больных сравниваемых групп по этиологии деформирующего артроза тазобедренного сустава

Patients distribution by etiology of deforming hip joint arthrosis

Этиология деформирующего артроза тазобедренного сустава Etiology of deforming hip joint arthrosis	Основная группа Test group (n = 94)		Группа сравнения Control group (n = 81)		Всего/Total	
	Абс./Abs	%	Абс./Abs	%	Абс./Abs	%
Диспластический коксартроз Dysplastic coxarthrosis	31	32,9	21	25,9	52	29,7
АНГБК Aseptic necrosis of femoral head	34	36,2	23	28,4	57	32,6
Идиопатический коксартроз Idiopathic coxarthrosis	23	24,5	29	35,8	52	29,7
Посттравматический коксартроз Posttraumatic coxarthrosis	6	6,4	8	9,9	14	8,0
Итого/Total	94	100	81	100	175	100

тазового комплекса в положении стоя, были угол перекоса таза – pelvic obliquity (PO), сколиотическая деформация пояснично-крестцового отдела позвоночника – Cobb angle (CA) и угол перекоса крестца относительно таза – sacral obliquity (SO). Сагиттальными тазовыми параметрами являлись тазобедренный угол – pelvic incidence (PI); наклон крестца – sacral slope (SS) и отклонение таза – pelvic tilt (PT). Также дополнительно измеряли тазово-крестцовый угол – pelvisacral angle (PA); наклон таза – pelvic lordosis (PL) и позицию крестца (L). Сагиттальные позвоночные параметры: поясничный лордоз – global lumbar lordosis (GLL), измеряемый по методу Cobb; вершина поясничного лордоза – apex of lordosis (AL); верхняя арка поясничного лордоза – upper arc of lordosis (UA); нижняя арка лордоза – lower arc of lordosis (LA); наивысшая точка поясничного лордоза (место его перехода в грудной кифоз) – inflection point (IP); а также отклонение поясничного лордоза – lordosis tilt (LT) (рис. 1).

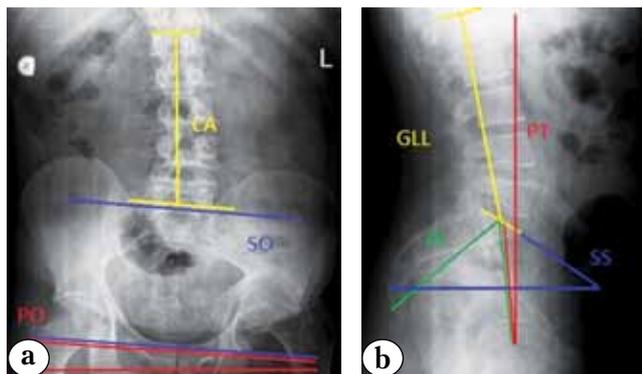


Рис. 1. Рентгенологические параметры комплекса «тазобедренные суставы – таз – позвоночник» больного Б., 42 лет, с неправильно сросшимся переломом задней стенки и крыши вертлужной впадины, подвывихом бедра кверху и кзади: а – в прямой проекции; б – в боковой проекции

Fig. 1. X-ray parameters of “hip joint – pelvis – spine” complex, male patient, 42 y. o., with malunion of posterior wall and roof of acetabulum, femur subluxation upwards and posteriorly: a – AP view; b – lateral view

Также с целью оценки выраженности, локализации и характера изменений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника были изучены пять параметров дегенеративных изменений: остеофиты тел позвонков, артроз дугоотростчатых суставов, высота межпозвонковых отверстий, высота и клиновидность межпозвонковых дисков (рис. 2).

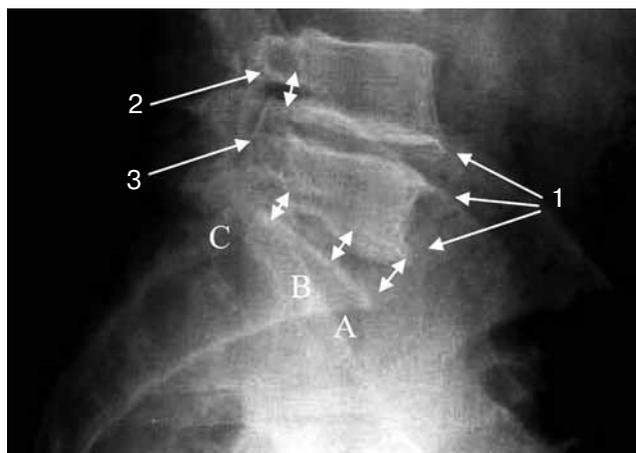


Рис. 2. Параметры дегенеративных изменений позвоночника в боковой проекции:

- 1 – остеофиты тел позвонков;
- 2 – высота межпозвонкового отверстия;
- 3 – артроз дугоотростчатых суставов

Fig. 2. Degenerative spine changes in lateral view:

- 1 – vertebral bodies osteophytes;
- 2 – height of intervertebral foramen;
- 3 – arthrosis of zygapophyseal joints

Высоту межпозвонкового диска в мм определяли по формуле:

$$H = (A+B+C)/3.$$

Клиновидность межпозвонкового диска считывали в мм по формуле:

$$W = C/A \times 100.$$

Статистически значимых различий числовых характеристик рассматриваемых параметров в сравниваемых группах выявлено не было ($p > 0,05$), что также свидетельствует о релевантности выборки.

Контрольное исследование пациентов провели в среднем через 9 мес (от 8 до 10 мес.) после артропластики ТБС. Связь с 41 больным была утрачена, в результате группа сравнения составила 60 человек, а основная – 74. Исследование включало комплексное клиничко-рентгенологическое обследование, оценку субъективной удовлетворенности пациентов результатами лечения, а также оценку функции ТБС и качества жизни пациентов по опросникам Harris и Oswestry.

Результаты клинического, неврологического и рентгенологического обследований сравнивали между группами, проводили оценку значимости различий относительных величин в связанных выборках, а также осуществляли поиск корреляций между исходными параметрами и достигнутыми результатами лечения внутри сравниваемых групп. Статистическую обработку

результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 8.0.

При анализе полученных данных решали такие задачи, как описание изучаемых параметров в группах, проверка значимости различия количественных и качественных показателей в группах, оценка связи между показателями. В ходе исследования применяли следующие процедуры и методы статистического анализа:

1. Оценка числовых характеристик переменных.

2. Проверка гипотезы о значимости различий количественных показателей в независимых выборках по U-критерию Манна – Уитни (Mann-Whitney U Test).

3. Проверка гипотезы о значимости различий количественных показателей в связанных выборках с использованием критерия Вилкоксона (Wilcoxon Matched Pairs Test).

4. Проверка гипотезы о значимости различия относительных величин частоты в независимых выборках по двустороннему точному тесту Фишера (Fisher exact test), в связанных выборках – по критерию Мак-Немара (McNemar Chi-square).

5. Оценка степени влияния качественного фактора на дисперсию количественных показателей с использованием дисперсионного рангового метода ANOVA Kruskal-Wallis H-test (при числе групп более двух).

6. Оценка силы и направления связи между количественными признаками выполнялась с использованием коэффициента корреляции Спирмена (Spearman Rank Order Correlation – r_s).

Статистическая обработка данных проводилась в соответствии с рекомендациями по обработке результатов медико-биологических исследований [5, 9].

Результаты

Анализ субъективной оценки больными группы сравнения исходов хирургического лечения свидетельствовал о превалировании удовлетворительных результатов – 28 (46,6%) пациентов; шкала Harris – 71 ± 14 балла, шкала Oswestry – $21 \pm 20,6\%$. Шестнадцать (26,7%) больных оценили достигнутые результаты как хорошие и еще 16 (26,7%) – как неудовлетворительные (Harris 82 ± 11 балла, Oswestry $5,8 \pm 4,67\%$ и Harris 68 ± 19 баллов, Oswestry $22,6 \pm 16,7\%$ соответственно). Детальное изучение каждого клинического наблюдения позволило определить шесть вариантов предпосылок к достижению неудовлетворительных исходов эндопротезирования у пациентов с коксо-вертебральным синдромом, связанных с особенностями их позвоночно-тазовых взаимоотношений:

1) диагностические ошибки – 2 (3,3%) пациента;

2) декомпенсация ДДЗП при его ригидной деформации – 4 (6,6%);

3) декомпенсация ДДЗП при гипермобильности позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) – 4 (6,6%);

4) краниализация чашки эндопротеза у пациентов с неригидной деформацией позвоночника – 1 (1,7%);

5) удлинение нижней конечности у лиц с ригидной деформацией позвоночника – 4 (6,6%);

6) отказ от восстановления нормальных позвоночно-тазовых взаимоотношений у пациентов с диспластическим коксартрозом при способности позвоночника к компенсации – 1 (1,7%).

Помимо детального анализа причин, приведших к достижению тех или иных исходов хирургического лечения в группе сравнения, был осуществлен корреляционный непараметрический анализ связей результатов эндопротезирования тазобедренного сустава, оцененных посредством опросников Harris и Oswestry, с различными исходными характеристиками пациентов. Было установлено, что достигнутые показатели имели корреляционную связь с исходными уровнями функционирования тазобедренного сустава и качества жизни пациента, исследованными по тем же шкалам ($r_s = 0,251, p = 0,05$ и $r_s = 0,537, p < 0,001$ соответственно). Также была выявлена корреляционная связь исходных уровней функционирования тазобедренного сустава (шкала Harris) и качества жизни пациента (опросник Oswestry) и прироста данных показателей, оцененного как разница между их итоговыми и начальными значениями и отражающего степень улучшения рассматриваемых параметров в результате хирургического лечения ($r_s = -0,479, p < 0,001$ и $r_s = -0,659, p < 0,001$ соответственно).

Были выявлены статистически значимое влияние на исход эндопротезирования ТБС длительности болевого синдрома в нем и статистически значимая тенденция к зависимости достигнутых результатов от длительности существования боли в поясничной области ($r_s = -0,269, p = 0,039$ и $r_s = -0,254, p = 0,05$ соответственно). Еще одним параметром, влиявшим на результат хирургического лечения пациентов, являлась высота межпозвонкового диска в сегменте L5-S1 ($r_s = -0,645, p = 0,032$). Выявленная корреляционная связь означала улучшение качества жизни по опроснику Oswestry при более высоких значениях высоты межпозвонкового диска рассматриваемого позвоночно-двигательного сегмента.

Прогностически неблагоприятными являлись такие клинические признаки, как походка Тренделенбурга, положительный тест подъема выпрямленной ноги (ПВН), наличие боли при пальпации остистых отростков и паравертебральных зон, невропатия, а также невозможность пользоваться общественным транспортом ($p < 0,05$).

Статистически значимого влияния этиологии коксартроза, а также выраженности и характера дегенеративно-дистрофических изменений в пояснично-крестцовых позвоночно-двигательных сегментах (кроме высоты межпозвоночного диска L5-S1) на исход лечения выявлено не было.

Проведенный анализ исходов хирургического лечения больных группы сравнения, а также изучение предпосылок к достижению тех или иных результатов позволил разработать алгоритм выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с сочетанной дегенеративно-дистрофической патологией тазобедренного сустава и позвоночника (рис. 3) и провести его клиническую апробацию при лечении пациентов основной группы. Разработанный алгоритм предполагает оценку компенсаторных возможностей позвоночника пациентов с коксо-вертебральным синдромом, проводимую с применением комплекса клинско-неврологических и дополнительных методик [8], результаты которой определяют дальнейшую хирургическую тактику.

В случае превалирования в клинической картине явлений ДДЗП с признаками прогрессирующего неврологического дефицита пациентов направляют на консультацию ортопеда-вертебролога (нейрохирурга). При неэффективности консервативного лечения таким больным первым этапом следует выполнять декомпрессивную или декомпрессивно-стабилизирующую операцию на позвоночнике, а вторым – эндопротезирование тазобедренного сустава.

При доминировании проявлений коксартроза у пациентов с неригидной деформацией позвоночника и сохранением его компенсаторных возможностей первым этапом целесообразно выполнение стандартного эндопротезирования тазобедренного сустава с восстановлением анатомического центра ротации, длины нижней конечности и офсета. У больных с превалированием патологии тазобедренного сустава и выраженными явлениями остеохондроза с ригидной, как правило, длительно существующей деформацией позвоночника и отсутствием со стороны последнего возмож-

ностей для компенсации целесообразно выполнять артропластику, позволяющую сохранить имеющиеся «привычные» позвоночно-тазовые взаимоотношения. Для этого в зависимости от конкретного типа статической деформации позвоночно-тазового комплекса [8] допустимо использование таких технических приемов, как имплантация вертлужного компонента выше анатомического центра ротации, удлинение нижней конечности, а также укорачивающая остеотомия бедренной кости (при застарелом полном вывихе бедра).

При наличии у пациента конкурирующей патологии тазобедренного сустава и позвоночника (коксартроз III ст. в сочетании с ДДЗП, сопровождающимся неврологическим дефицитом, сегментарной гипермобильностью, болевым вертеброгенным синдромом) первым этапом следует выполнить эндопротезирование тазобедренного сустава с восстановлением анатомического центра ротации, длины нижней конечности и офсета. Декомпрессивную или декомпрессивно-стабилизирующую операцию на позвоночнике целесообразно выполнять вторым этапом. При планировании последней должны быть учтены достигнутые в результате эндопротезирования тазобедренного сустава сагитальные тазовые параметры. Для расчета величины поясничного лордоза (Global Lumbar Lordosis – GLL) могут быть использованы формулы $GLL = PI + 9^\circ$, $GLL = 0,5 \times PI + 27^\circ$ и $GLL = SS + 15^\circ (\pm 1,2^\circ)$ [15, 18].

Эффективность предложенного алгоритма выбора рациональной хирургической тактики была подтверждена путем сравнения результатов лечения больных сравниваемых групп, полученных при контрольном обследовании в среднем через 9 мес. после артропластики. Анализ распределения пациентов с субъективными проявлениями рассматриваемой патологии подтвердил статистически значимые межгрупповые различия в числе наблюдений с болью в области прооперированного тазобедренного сустава и в поясничной области, а также с жалобами на хромоту и необходимость использования трости в основной группе ($p < 0,01$). Доля пациентов, испытывающих боль в поясничной области от интенсивной до умеренной, оказалась значимо выше в группе сравнения, чем в основной – 42 (70%) и 25 (33,8%) клинических наблюдений соответственно ($p < 0,001$) (рис. 4). Значимых различий в частоте встречаемости пациентов с ограничениями движений в поясничной области и ощущением укорочения или удлинения нижней конечности в сравниваемых группах выявить не удалось ($p > 0,05$).

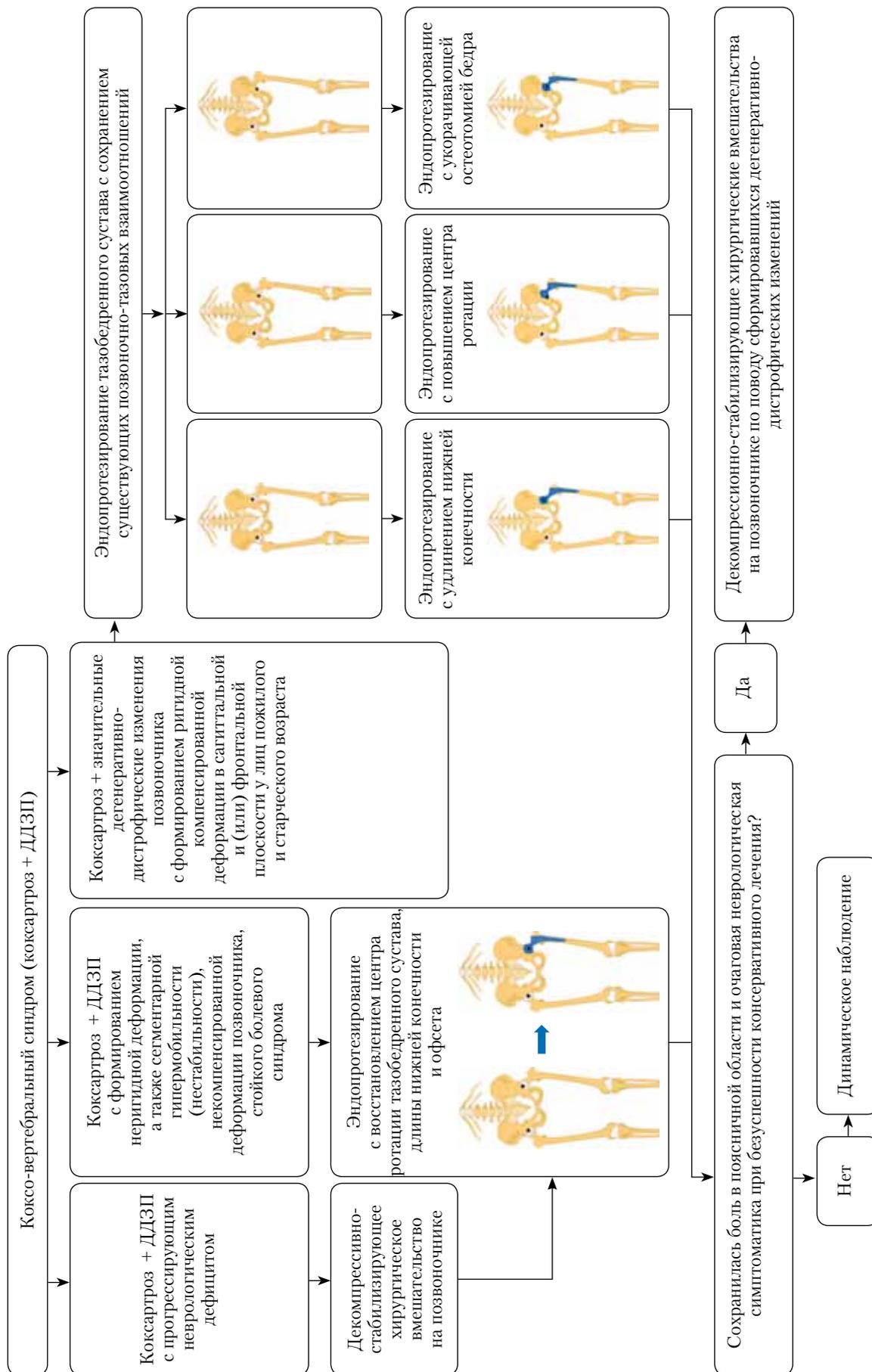


Рис. 3. Алгоритм выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с сочетанием дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника

Fig. 3. Algorithm for selection of rational surgical treatment of patients with combined degenerative-dystrophic pathology of hip joint and spine



Рис. 4. Структура жалоб пациентов сравниваемых групп через 9 мес. после эндопротезирования тазобедренного сустава

Fig. 4. Patients complaints in compared groups in 9 months after hip replacement

При контрольном клиническом обследовании у 100% пациентов сравниваемых групп отсутствовала или была незначительно выражена (преимущественно ротационный компонент) контрактура тазобедренного сустава, являлись отрицательными симптомы «фаберэ», Томаса и Тренделенбурга. Также ни в одном клиническом наблюдении не было выявлено походки Тренделенбурга. Все пациенты в обеих группах были способны к самостоятельному передвижению по лестнице и могли пользоваться общественным транспортом.

Результаты контрольного неврологического обследования пациентов рассматриваемых групп свидетельствовали о меньшей частоте встречаемости изучаемых симптомов у пациентов основной группы. Так, доля пациентов, отмечавших боль при пальпации остистых отростков поясничных позвонков и паравертебральных зон, в основной группе была в пять раз ниже, чем в группе сравнения – 4 (5,4%) и 16 (26,7%) соответственно ($p < 0,001$). В четыре раза реже, чем в группе сравнения, среди пациентов основной группы встретились положительный тест ПВН – 4 (5,4%) и 13 (21,7%) соответственно ($p < 0,001$) и корешковый синдром – 3 (4,1%) и 11 (18,3%) соответственно ($p = 0,006$) (рис. 5).

Результаты сравнительной оценки боли, деформации, а также достигнутых функций и амплитуды движений в тазобедренном суставе у пациентов сравниваемых групп, приглашенных в клинику для контрольного обследования, проанализированные по опроснику Harris, свидетельствовали о превалировании лучших исходов в основной группе. Среднее значение рассматриваемого параметра составило 82 ± 16

балла, в то время как аналогичный результат для контрольной группы был равен 76 ± 16 баллов ($p = 0,052$). Распределение пациентов сравниваемых групп по результатам применения шкалы Harris представлено на рисунке 6.



Рис. 5. Неврологические проявления у пациентов сравниваемых групп через 9 мес. после эндопротезирования тазобедренного сустава

Fig. 5. Neurological symptoms in patients in compared groups in 9 months after hip replacement



Рис. 6. Результаты лечения пациентов сравниваемых групп по шкале Harris через 9 мес. после эндопротезирования тазобедренного сустава

Fig. 6. Treatment outcomes by Harris hip score in 9 months after hip replacement

При изучении достигнутого качества жизни по опроснику Oswestry пациенты основной группы продемонстрировали большую удовлетворенность полученными результатами хирургического лечения, что проявлялось сравнительно низкими средними показателями (чем выше результаты – тем хуже качество жизни): 7,6% в основной группе и 13,0% в группе сравнения.

Анализ субъективной оценки достигнутых результатов хирургического лечения свидетельствует, что количество пациентов, удовлетворенных полученным исходом, составило

в основной группе 74 (100%), а в группе сравнения – 44 (73,3%). Распределение пациентов сравниваемых групп по достигнутым результатам оказалось следующим. Среди больных основной группы хорошие результаты были достигнуты в 61 клиническом наблюдении (82,4%), а удовлетворительные – в 13 (17,6%). Неудовлетворительных исходов в основной группе выявлено не было (рис. 7). В группе сравнения количество хороших и неудовлетворительных результатов оказалось равным – по 16 пациентов (26,7%), в то время как больных с удовлетворительными исходами хирургического лечения было 28 (46,6%).

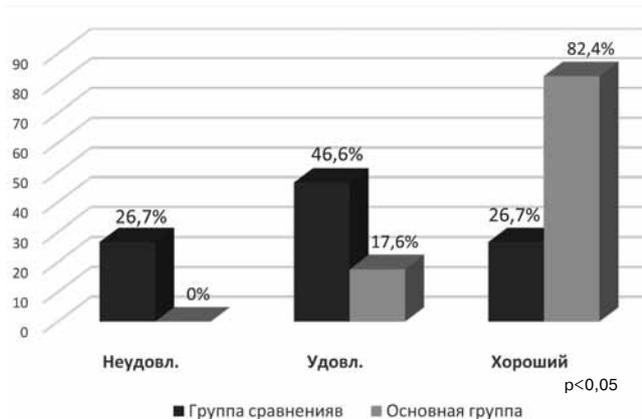


Рис. 7. Субъективная оценка пациентами результатов лечения через 9 мес. после эндопротезирования тазобедренного сустава

Fig. 7. Patients' subjective assessment of treatment outcomes in 9 months after hip replacement

Таким образом, проведенный комплексный анализ показателей, включающих субъективную оценку, результаты применения специализированных опросников, а также клинико-неврологические характеристики пациентов после выполнения эндопротезирования тазобедренного сустава свидетельствуют о преобладании хороших исходов лечения у пациентов после применения разработанного алгоритма выбора рациональной тактики хирургического лечения больных с сочетанными дегенеративно-дистрофическими поражениями тазобедренного сустава и позвоночника.

Сравнительные результаты первичного и контрольного рентгенологического исследования позвоночно-тазового комплекса у пациентов группы сравнения позволили выявить статистически значимые различия по таким рентгенологическим параметрам, как отклонение таза (РТ) ($p = 0,019$), перекос таза (РО) и сколиотическая деформация (СА) ($p < 0,001$).

Полученные данные свидетельствуют, что в результате тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в большинстве клинических наблюдений удалось восстановить фронтальный позвоночно-тазовый баланс.

Сравнительный анализ результатов первичного и контрольного рентгенологического исследования в основной группе также позволил выявить статистически значимые ($p < 0,05$) различия по значениям фронтальных рентгенологических параметров: перекос таза (РО), перекос крестца (СО) и величина сколиотической деформации (СА). Вместе с тем, оценка значимости различий большинства сагиттальных позвоночно-тазовых параметров, измеренных в данной группе перед операцией и при контрольном обследовании, позволила выявить статистически значимые различия в величинах наклона таза (PL) ($p < 0,001$) и крестца (SS) ($p = 0,006$), а также нижней арки поясничного лордоза (LA) ($p = 0,006$). Полученные данные демонстрируют достигнутые в результате эндопротезирования тазобедренного сустава изменения в сагиттальных позвоночно-тазовых взаимоотношениях, приводящие у пациентов с избыточным компенсаторным поясничным лордозом к восстановлению сагиттального позвоночно-тазового баланса за счет уменьшения антеверсии таза и величины поясничного лордоза. Детальный анализ этих изменений, проведенный у каждого пациента, подвергнутого контрольному обследованию, свидетельствовал об их зависимости от выраженности дегенеративно-дистрофических проявлений в пояснично-крестцовых позвоночно-двигательных сегментах и подвижности рассматриваемого отдела позвоночника.

Обсуждение

По нашему мнению, все обследуемые пациенты с сочетанием дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника после выполнения эндопротезирования ТБС должны быть отнесены к группе риска ввиду возможности получения неудовлетворительных результатов хирургического лечения из-за декомпенсации ДДЗП. Это совпадает с данными Г.И. Герцена с соавторами и В.М. Вакуленко с соавторами, описывающих потенциальную возможность усугубления состояния пациента после артропластики ТБС вследствие прогрессирования симптомов поражения позвоночно-двигательных сегментов [1, 2]. В нашем исследовании отрицательное влияние на состояние позвоночника имело место при декомпенсации его патологии, связанной с изменением «привычной» пространственной

ориентацией таза у пожилых пациентов с длительно существующей ригидной статической деформацией пояснично-крестцового отдела позвоночника, а также у лиц с признаками гипермобильности ПДС.

По данным литературы, в лечении пациентов с коксо-вертебральным синдромом нередко имеют место диагностические ошибки, приводящие к выбору неправильной хирургической тактики [1, 17]. Результаты нашего исследования также подтверждают эти данные и свидетельствуют о необходимости специального обследования таких больных, включающего детальный анализ клинично-неврологической картины и исследования поясничного отдела позвоночника [8]. Аналогичное мнение о необходимости учета при планировании хирургического лечения состояния позвоночного столба описано в исследованиях Н.В. Сазионовой с соавторами [7].

Восстановление естественного пространственного расположения таза и, как следствие, сагиттального и фронтального позвоночно-тазового баланса, достигаемое посредством нормализации длины нижней конечности, центра ротации ТБС и офсета, являются обязательным требованием при выполнении артропластики у пациентов с неригидной статической деформацией пояснично-крестцового отдела позвоночника, имеющих достаточные компенсаторные возможности. Эти данные полностью совпадают с результатами исследований Р. Ven Galim с соавторами, описывающих практически полное купирование боли в спине и тазобедренном суставе после артропластики последнего [10].

Напротив, у пациентов пожилого возраста с длительно существующими выраженными дегенеративно-дистрофическими изменениями в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, приводящими к ригидному характеру его деформации, выполнять артропластику ТБС следует, стремясь сохранить существующие «привычные» позвоночно-тазовые взаимоотношения и сформировавшийся двигательный стереотип. Отказ от данного принципа и радикальное исправление деформации позвоночно-тазового комплекса с восстановлением анатомичной пространственной ориентации таза у данной группы пациентов влечет декомпенсацию со стороны позвоночного столба. Эти данные совпадают с мнением А.О. Денисова с соавторами, описывающими возможность усиления болевого синдрома в поясничной области у пожилых пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава [3].

Множественность, а зачастую и полная противоположность встречающихся в литературе взглядов в отношении очередности операций

при конкурирующей патологии тазобедренного сустава и позвоночника свидетельствует об актуальности и нерешенности проблемы выбора рациональной хирургической тактики при коксо-вертебральном синдроме [1, 2, 10, 13]. Результаты нашего исследования свидетельствуют о целесообразности выполнения первым этапом эндопротезирования тазобедренного сустава у всех пациентов с коксо-вертебральным синдромом без признаков прогрессирующего неврологического дефицита. Эта операция позволяет устранить сгибательно-приводящую контрактуру ТБС, восстановить важнейший анатомически постоянный тазовый параметр PI, а также достичь окончательного пространственного расположения таза. При сохранении вертеброгенного и (или) дискогенного болевого синдрома и очаговой неврологической симптоматики, не купируемых при консервативном лечении, вторым этапом возможно выполнение декомпрессивной или декомпрессивно-стабилизирующей операции на позвоночнике. Расчет величины поясничного лордоза при выполнении последней следует осуществлять с учетом восстановленного параметра PI, что полностью согласуется с современными подходами к реконструкции сагиттального профиля позвоночника [15, 16, 18].

Выводы

Причиной диагностических ошибок у пациентов с коксо-вертебральным синдромом является отсутствие должного внимания к интерпретации клинично-неврологической картины, а также отказ от дополнительного исследования позвоночника, включающего рентгенографию позвоночно-тазового комплекса в положении стоя, функциональную рентгенографию, а также выполняемые по специальным показаниям КТ и МРТ.

Факторами, влияющими на достижение результатов эндопротезирования тазобедренного сустава, являются исходные уровни функционирования тазобедренного сустава и качества жизни, длительность болевого синдрома в тазобедренном суставе и высота межпозвонкового отверстия в сегменте L5-S1. Прогностически неблагоприятными факторами также являются походка Тренделенбурга, положительный тест ПВН, наличие боли при пальпации остистых отростков и паравертебральных зон, невропатия и невозможность пользоваться общественным транспортом.

Адаптация позвоночника к новым биомеханическим условиям, возникающим после эндопротезирования тазобедренного сустава, зависит от его функционального состояния:

ригидности, деформации и наличия гипермобильности позвоночно-двигательных сегментов.

Практическое применение разработанного алгоритма выбора рациональной тактики хирургического лечения пациентов с сочетанной дегенеративно-дистрофической патологией тазобедренного сустава и позвоночника позволяет улучшить результаты лечения в сравнении с больными, у которых были применены традиционные подходы к предоперационному планированию и артропластике ТБС.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

- Вакуленко В.М., Худобин В.Ю., Бублик Л.А. Дегенеративно-дистрофические поражения тазобедренных суставов и позвоночника. *Травма*. 2000;1(1):24-26.
- Герцен Г.И., Дыбкалюк С.В., Остапчук Н.П. Лечение дегенеративно-дистрофической патологии позвоночного сегмента при пояснично-тазобедренном синдроме. *Літопис травматології та ортопедії*. 2003;(1/2):75-78.
- Денисов А.О., Шильников В.А., Барнс С.А. Коксовертебральный синдром и его значение при эндопротезировании тазобедренного сустава (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2012;(1):121-127.
- Продан А.И., Радченко В.А., Хвисьюк А.Н., Куценко В.А. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбагией и люмбагоишиалгией. *Хирургия позвоночника*. 2006;(4):61-69.
- Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера; 2003. 312 с.
- Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава / под ред. Р.М. Тихилова, В.М. Шаповалова. СПб., 2008. 324 с.
- Сазонова Н.В., Щурова Е.Н. Влияние комплексной консервативной терапии на динамику интенсивности боли при hip-spine syndrome. *Хирургия позвоночника*. 2008;(3):48-51.
- Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Шаповалов В.М., Мировский Ф.В. Современные подходы к диагностике сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(4):16-26.
- Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., Резванцев М.В. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. 3-е изд., доп. СПб.: ВМедА; 2011. 318 с.
- Ben-Galim P., Ben-Galim T., Rand N. et al. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19):2099-2102. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318145a3c5.
- Burns S.A., Burshteyn M., Mintken P.E. Sign of the buttock following total hip arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(6):377. DOI: 10.2519/jospt.2010.0410.
- During J., Goudfrooij H., Keessen W. et al. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985;10(1):83-87.
- Fogel G.R., Esses S.I. Hip spine syndrome: management of coexisting radiculopathy and arthritis of the lower extremity. *Spine J*. 2003;3(3):238-241.
- Kobayashi T., Atsuta Y., Matsuno T., Takeda N. A longitudinal study of congruent sagittal spinal alignment in an adult cohort. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(6):671-676.
- Le Huec J.C., Saddiki R., Franke J. et al. Equilibrium of the human body and the gravity line: the basics. *Eur Spine J*. 2011;20(Suppl. 5):558-563. DOI: 10.1007/s00586-011-1939-7.
- Legaye J., Duval-Beaupere G., Hecquet J., Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for threedimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J*. 1998;7(2):99-103.
- Officerski C.M., Macnab I. Hip-spine syndrome. *Spine*. 1983;8(3):316-321.
- Schwab F., V. Lafage, A. Patel, Farcy J.P. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1828-1833. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181a13c08.
- Yoshimoto H., Sato S., Masuda T. et al. Spinopelvic alignment in patients with osteoarthritis of the hip: a radiographic comparison to patients with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(14):1650-1657.

References

- Vakulenko V.M., Khudobin V.U., Bublik L.A. [Degenerative-dystrophic lesions of the hip joints and spine]. *Trauma [Trauma]*. 2000;1(1):24-26 (in Russian).
- Gertzen G.I., Dibkaluk S.V., Ostapchuk N.P. [Treatment of degenerative disease of the spinal segment at lumbar-hip syndrome]. *Litopys travmatolohiyi ta ortopediyi [Chronicle of Traumatology and Orthopedics]*. 2003;(1/2):75-78 (in Russian).
- Denisov A.O., Shilnikov V.A., Burns S.A. [Hip-spine syndrome and its significance in hip arthroplasty (review)]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2012;(1):121-127 (in Russian).
- Prodan A.I., Radchenko V.A., Hvisyuk A.N., Kutsenko V.A. [Laws of formation of the vertical posture and spinal parameters of sagittal pelvic balance in patients with chronic sciatica and lumbago]. *Khirurgiya pozvonochnika [Surgery of Spine]*. 2006;(4):61-69 (in Russian).
- Rebrova O.U. [Statistical analysis of medical data. Application software package Statistica]. М.: MediaSfera; 2003. 312 p. (in Russian).
- [Hip arthroplasty guide] / ed. by R.M. Tikhilov, V.M. Shapovalov. St. Petersburg, 2008. 324 p. (in Russian).
- Sazonova N.V., Shchrova E.N. [Influence of complex conservative therapy on the dynamics of the intensity of pain in hip-spine syndrome]. *Khirurgiya pozvonochnika [Surgery of Spine]*. 2008;(3):48-51 (in Russian).
- Khominets V.V., Kudyashev A.L., Shapovalov V.M., Miroevski F.V. [Modern approaches to diagnostics of combined degenerative-dystrophic pathology of hip joint and spine]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2014;(4):16-26 (in Russian).
- Unkerov V.I., Grigorjev S.G., Rezvancev M.V. [Mathematical and statistical processing of data for medical research]. SPb.: MMA; 2011. 318 p. (in Russian).
- Ben-Galim P., Ben-Galim T., Rand N. et al. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on

- low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19): 2099-2102. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318145a3c5.
11. Burns S.A., Burshteyn M., Mintken P.E. Sign of the buttock following total hip arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(6):377. DOI: 10.2519/jospt.2010.0410.
 12. During J., Goudfrooij H., Keessen W. et al. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985;10(1):83-87.
 13. Fogel G.R., Esses S.I. Hip spine syndrome: management of coexisting radiculopathy and arthritis of the lower extremity. *Spine J*. 2003;3(3):238-241.
 14. Kobayashi T., Atsuta Y., Matsuno T., Takeda N. A longitudinal study of congruent sagittal spinal alignment in an adult cohort. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(6):671-676.
 15. Le Huec J.C., Saddiki R., Franke J. et al. Equilibrium of the human body and the gravity line: the basics. *Eur Spine J*. 2011;20(Suppl. 5):558-563. DOI: 10.1007/s00586-011-1939-7.
 16. Legaye J., Duval-Beaupere G., Hecquet J., Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J*. 1998;7(2):99-103.
 17. Offierski C.M., Macnab I. Hip-spine syndrome. *Spine*. 1983;8(3):316-321.
 18. Schwab F, V. Lafage, A. Patel, Farcy J.P. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1828-1833. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181a13c08.
 19. Yoshimoto H., Sato S., Masuda T. et al. Spinopelvic alignment in patients with osteoarthrosis of the hip: a radiographic comparison to patients with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(14):1650-1657.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кудяшев Алексей Леонидович – канд. мед. наук заместитель начальника кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Хоминец Владимир Васильевич – д-р мед. наук начальник кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Шаповалов Владимир Михайлович – д-р мед. наук профессор кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Метленко Павел Анатольевич – канд. мед. наук начальник ортопедического отделения клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Мироевский Филипп Владиславович – канд. мед. наук врач травматолог-ортопед ортопедического отделения клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Резванцев Михаил Владимирович – канд. мед. наук заместитель начальника учебно-методического отдела ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

Теремшонов Андрей Васильевич – канд. мед. наук заведующий учебной частью кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Alexey L. Kudyashev – Cand. Sci. (Med.), Deputy Head of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Vladimir V. Khominets – Dr. Sci. (Med.), Head of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Vladimir M. Shapovalov – Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Pavel A. Metlenko – Cand. Sci. (Med.), Director of Orthopedic Department of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics military MMA them. SM. Kirov

Philipp V. Miroevsky – Cand. Sci. (Med.), Doctor at the Department of Traumatology and Orthopedics Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Mikhail V. Rezvantsev – Cand. Sci. (Med.), Deputy Head of the educational-methodical department Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

Andrei V. Teremshonok – Cand. Sci. (Med.), Head Teacher of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of Russian Federation

КОММЕНТАРИИ

Рассматриваемая тема, безусловно, актуальна по нескольким причинам. Очень часто коксартроз сочетается с дегенеративно-дистрофическим поражением пояснично-крестцового отдела позвоночника. По мнению J. During с соавторами, изменение осанки и походки провоцирует болевой синдром в позвоночнике [4]. Влияет ли порочное положение в тазобедренном суставе на анатомию тазово-поясничного сочленения и развитие дегенеративных изменений в нем? Несомненно, особенно если речь идет о длительно существующем одностороннем диспластическом коксартрозе с подвывихом или вывихом головки бедренной кости со всем комплексом изменений в вышележащих сегментах опорно-двигательного аппарата. Другое дело – быстро развивающееся разрушение головки при асептическом некрозе с развитием приводящей контрактуры сустава и ограниченной по времени перегрузкой позвоночника. Обратимы ли эти изменения и можно ли на основании предоперационного обследования оценить их степень? Это очень дискуссионный вопрос, требующий многоцентрового исследования с привлечением специалистов разного профиля и большого количества наблюдений с самым тщательным анализом рентгенограмм, данных МРТ и КТ. Но очевидно одно – устранение «суставного» фактора с корректной установкой эндопротеза существенным образом улучшает биомеханику пояснично-крестцового отдела позвоночника и походку пациента, уменьшая таким образом болевой синдром [2]. Как меняется положение таза после эндопротезирования? Динамическое наблюдение пациентов в течение 5 лет показало, что таз разворачивается кзади в зависимости от его исходного положения в среднем на $-9,9 \pm 6,3^\circ$ [8]. На каждый градус разворота таза происходит увеличение антеверсии вертлужной впадины (компонента) на 1° и уменьшение инклинации на $0,3^\circ$ [1]. Если же после эндопротезирования тазобедренного сустава сохраняется болевой синдром в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (скорее всего, обусловленный длительностью и выраженностью дегенеративных изменений), а целенаправленное и системное консервативное лечение не дает эффекта, то в этом случае необходимо рассматривать вопрос об оперативном лечении позвоночника. Это достаточно распространенная тактика лечения указанной группы больных, и вряд ли она претендует на какую-либо оригинальность. Однако надо пом-

нить, что хирургическая стабилизация пояснично-крестцового отдела позвоночника приводит к значительному ограничению движений таза и может быть причиной вывихов и других осложнений после эндопротезирования тазобедренного сустава [7].

Приведенные авторами статьи столь разительные различия в 9-месячных результатах лечения двух групп пациентов могут быть связаны с двумя причинами: либо имела место существенная недооценка исходного состояния поясничного отдела позвоночника, и болевой синдром в спине после эндопротезирования вышел на первый план, либо техническое выполнение эндопротезирования оставляло желать лучшего, что подчеркивает и сам автор, приводя примеры 6 пациентов (при очень ограниченном общем количестве наблюдений). Приведенный алгоритм вряд ли может лечь в основу практического применения из-за очень малого числа наблюдений, практической нереализованности целого ряда его положений (т.е. прописанные заключения имеют умозаключительный характер и не нашли практической реализации) и крайней спорности некоторых положений. Мы имеем в виду тезис о сохранении фронтального перекаса таза и анатомических отношений в сегменте «таз-поясничный отдел позвоночника» за счет удлинения конечности. В основе этого положения лежит мнение авторов о том, что при длительно существующем перекасе и так называемой ригидности позвоночника любые изменения в нем могут вызвать нарушения существующей компенсации и развитие стойкого болевого синдрома. Возможно это так, но тогда это положение требует строгого доказательства. В свою очередь, при этом также возникает целый ряд вопросов. Полностью ли надо сохранять перекас, или все же есть компенсаторные резервы в позвоночнике? Что является критерием «стойких» изменений? Какие функциональные пробы могут дать ответ на эти вопросы, и насколько изменится результат операции при краниализации центра ротации или функциональном удлинении бедра? Если восстановить анатомию тазобедренного сустава без относительного переудлинения ноги, возможна ли компенсация позвоночника в течение 12–24 мес. при интенсивном консервативном лечении? Если применять указанные рекомендации, какое положение вертлужного компонента можно считать оптимальным с учетом сохраняющегося перекаса таза и каким образом его можно

контролировать в ходе операции? Только имея ответы на эти вопросы, можно принять приведенную графическую таблицу как алгоритм.

И все же, насколько важны положение таза и его сагиттальный баланс при эндопротезировании тазобедренного сустава? Большинство хирургов рассматривают эту проблему с точки зрения положения вертлужного компонента и профилактики вывиха в суставе [3]. Дело в том, что в случае мобильного тазово-позвоночного сочленения при переходе пациента из положения стоя в положение сидя таз ротируется кзади в среднем на 20°, увеличивая таким образом антеверсию вертлужной впадины практически на те же 20°. При развитии дегенеративных изменений в позвоночнике его мобильность резко уменьшается, поэтому увеличения антеверсии вертлужного компонента в положении пациента сидя не происходит [5], а это чревато импиджментом с передней стенкой чашки или впадины и развитием заднего вывиха бедра при определенных условиях [6].

Тем не менее, авторы подняли вопросы, имеющие большой практический интерес и нуждающиеся во всестороннем обсуждении, за что их следует поблагодарить.

Литература / References

1. Babish J.W., Layher F., Amiot L.P. The rationale for tilt-adjusted acetabular cup navigation. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(2):357-365. DOI: 10.2106/JBJS.F.00628.
2. Ben-Galim P., Ben-Galim T., Rand N., Haim A., Hipp J., Dekel S., Floman Y. The effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine.* 2007;32(19):2099-2102.
3. Buckland A.J., Vigdorichik J., Schwab F.J., Errico T.J., Lafage R., Ames C., Bess S., Smith J., Mundis G.M., Lafage V. Acetabular anteversion changes due to spinal deformity correction: bridging the gap between hip and spine surgeons. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(23):1913-1920. DOI: 10.2106/JBJS.O.00276.
4. Doring J., Goudfrooij H., Keessen W., Beeker T.W., Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine.* 1985;10(1):83-87.
5. Esposito C.I., Miller T.T., Kim H.J., Barlow B.T., Wright T.M., Padget D.E., Jerabek S.A., Mayman D.J. Does degenerative lumbar spine disease influence femoroacetabular flexion in patients undergoing total hip arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(8):1788-1797. DOI: 10.1007/s11999-016-4787-2.
6. Gebhart J.J., Weinberg D.S., Bohl M.S., Liu R.W. Relationship between pelvic incidence and osteoarthritis of the hip. *Bone Joint Res.* 2016;5(2):66-72. DOI: 10.1302/2046-3758.52.2000552.
7. Sing D.C., Barry J.J., Aguilar T.U., Theologis A.A., Patterson J.T., Tay B.K., Vail T.P., Hansen E.N. Prior lumbar spinal arthrodesis increases risk of prosthetic-related complication in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2016;31(9):227-232. DOI: 10.1016/j.arth.2016.02.069.
8. Suzuki H., Yutaka I., Kobayashi N., Ishida T., Ike H., Saito T. Postural and chronological change in pelvic tilt five years after total hip arthroplasty in patients with developmental dysplasia of the hip: a three-dimensional analysis. *J Arthroplasty.* 2016;31(1):317-322. DOI: 10.1016/j.arth.2015.07.026.

Р.М. Тихилов

д-р мед. наук, профессор директор ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

И.И. Шубняков

канд. мед. наук главный научный сотрудник ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

А.О. Денисов

канд. мед. наук ученый секретарь ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Коксо-verteбральный синдром – чрезвычайно актуальная тема в травматологии и ортопедии, поскольку одновременное существование проблем в тазобедренном суставе и позвоночнике встречается достаточно часто, и клиническая картина может носить перекрещивающийся характер. Проблему усугубляет и организационный аспект: врачи, занимающиеся хирургией тазобедренного сустава, редко практикуют операции на позвоночнике, а вертебрологи, наоборот, как правило, не занимаются эндопротезированием тазобедренного сустава.

Ввиду схожести субъективных жалоб зачастую очень сложно отличить внутрисуставную либо внесуставную патологию от дегенератив-

ного стеноза поясничного отдела позвоночника. Более того, эти состояния могут существовать одновременно, что осложняет определение преобладающего источника боли, и лишь точно определив его, можно выбрать оптимальный вид операции или последовательность операций [7].

Жалобы на боль в ягодице, бедре и/или колене вместе с хромотой или без нее весьма обычны для пациентов с дегенеративными изменениями в тазобедренном суставе и позвоночнике [16, 20, 22]. Невозможность точно определить основной источник боли приводит к неэффективному лечению и, соответственно, разочарованию пациента в возможностях медицины и появлению недоверия к врачам. Подробный структуриро-

ванный сбор анамнеза и физикальное обследование вместе с выполнением специализированных тестов позволяют отличить остеоартроз тазобедренного сустава от дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника.

Клинический сценарий одновременного конкурентного существования коксартроза и дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника, или так называемый hip-spine синдром, был впервые описан С.М. Offierski и I. MacNab в ретроспективном обзоре, опубликованном в 1983 г. [22]. Авторы выделили три типа hip-spine-синдрома: простой, комплексный и вторичный. При простом hip-spine синдроме патологические изменения имеют место и в тазобедренном суставе, и в поясничном отделе позвоночника, но к дисфункции приводит только один явный источник: либо тазобедренный сустав, либо позвоночник. При вторичном hip-spine синдроме патологические процессы взаимосвязаны и отягощают друг друга. С.М. Offierski и I. MacNab описали три сценария вторичного hip-spine-синдрома:

– остеоартроз со сгибательной контрактурой в тазобедренном суставе вызывает компенсаторный поясничный гиперлордоз и связанный с ним фораминальный стеноз сегмента L3-L4 (hip-spine-синдром, т.е. проблема с тазобедренным суставом порождает проблему в позвоночнике);

– приводящая контрактура бедра, которая может вызвать сколиоз и, соответственно, дегенеративный стеноз (hip-spine-синдром, т.е. проблема с тазобедренным суставом порождает проблему в позвоночнике);

– деформация позвоночника компенсаторно изменяет наклон таза, что может приводить к уменьшению площади покрытия головки бедренной кости вертлужной впадиной и, соответственно, прогрессированию артроза, особенно при диспластических предпосылках (spine-hip синдром, т.е. проблема с позвоночником порождает проблему в тазобедренном суставе) [36].

Проблема хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника при hip-spine синдроме становится все более актуальной, что подтверждается появлением множества работ как в отечественной, так и в зарубежной печати [1, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 19, 26]. Появление еще одной отечественной работы, посвященной проблеме коксо-вертебрального синдрома, опубликованной на страницах этого выпуска журнала «Травматология и ортопедия России», еще больше приблизит нас к эффективному лечению этого синдрома. Однако в процессе дискуссии мы считаем, что необходимо обсу-

дить некоторые ограничения представленной работы.

В первую очередь, важно подчеркнуть, что название статьи («Особенности хирургической тактики лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом») звучит шире, чем изучаемая авторами проблема. Существуют разные подходы к лечению, а тактика «hip replacement first» (сначала – протез) – лишь одна из них. В статье авторы описывают только такие случаи. С этой точки зрения, статью следовало бы назвать следующим образом: «Тактика эндопротезирования у пациентов с hip-spine синдромом». Авторы при описании тактики указывают, что в случае одновременного существования коксартроза и дегенеративного заболевания позвоночника с прогрессирующим неврологическим дефицитом они направляли пациентов для декомпрессивно-стабилизирующего хирургического вмешательства на позвоночнике. Однако:

1. Результаты лечения этих пациентов, равно как и последующая их нуждаемость в эндопротезировании, не описаны, пациенты вообще не вошли в исследование. Это накладывает серьезные ограничения на исследование, так как неполное включение пациентов не решает проблему hip-spine синдрома, а направлено только на оптимизацию ориентирования компонентов и восстановление центра ротации.

2. В качестве ключевого критерия используется прогрессирующий неврологический дефицит. Яркая прогрессия неврологии, очевидно, диктует тактику «spine first» (сначала позвоночник). Но что делать с пациентами, у которых главной проблемой является патология позвоночника, а не тазобедренного сустава? Просто эти пациенты не имеют прогрессивного неврологического дефицита. А ведь именно они создают проблему неэффективного лечения и разочарования.

С. J. Devin с соавторами [14] предложили следующую комплексную консервативно-хирургическую схему при hip-spine синдроме (рис.). Если в спектре жалоб пациента с hip-spine синдромом доминируют парестезия и радикулопатия, то требуется углубленное обследование позвоночной патологии. Сложную диагностическую дилемму представляет собой остеоартроз тазобедренного сустава со сгибательной контрактурой и конкурентными симптомами стеноза поясничного отдела. При вторичном hip-spine синдроме эти процессы взаимосвязаны и усугубляют друг друга. Например, у пациентов с имеющейся деформацией сагиттального баланса и одновременно остеоартрозом тазобедренного сустава со сгибательной контрактурой авторы рекомендуют начинать

консервативное или хирургическое лечение именно сгибательной контрактуры тазобедренного сустава, даже если создается впечатление, что именно поясничный стеноз является главным источником боли. Это мнение разделяют В.К. Кwon с соавторами [17], которые, подчеркивая важность такой последовательности, объясняют ее тем, что в условиях сгибательной контрактуры тазобедренного сустава хирургический спондилодез не сможет восстановить правильный сагиттальный баланс, и результаты лечения будут плохими. При эндопротез-

ировании важно учитывать фиксированный наклон таза пациента: сгибательная контрактура с деформацией поясничного лордоза и сагиттальным дисбалансом может приводить к избыточной ретроверсии вертлужного компонента [18]. Кроме того, наклон таза динамичен и может меняться после эндопротезирования. Этот факт нужно учитывать при ориентировании вертлужного компонента, особенно с использованием компьютерной навигации [23].

Изменение угла наклона таза зависит и от положения тела. По данным Р. Chanplakorn

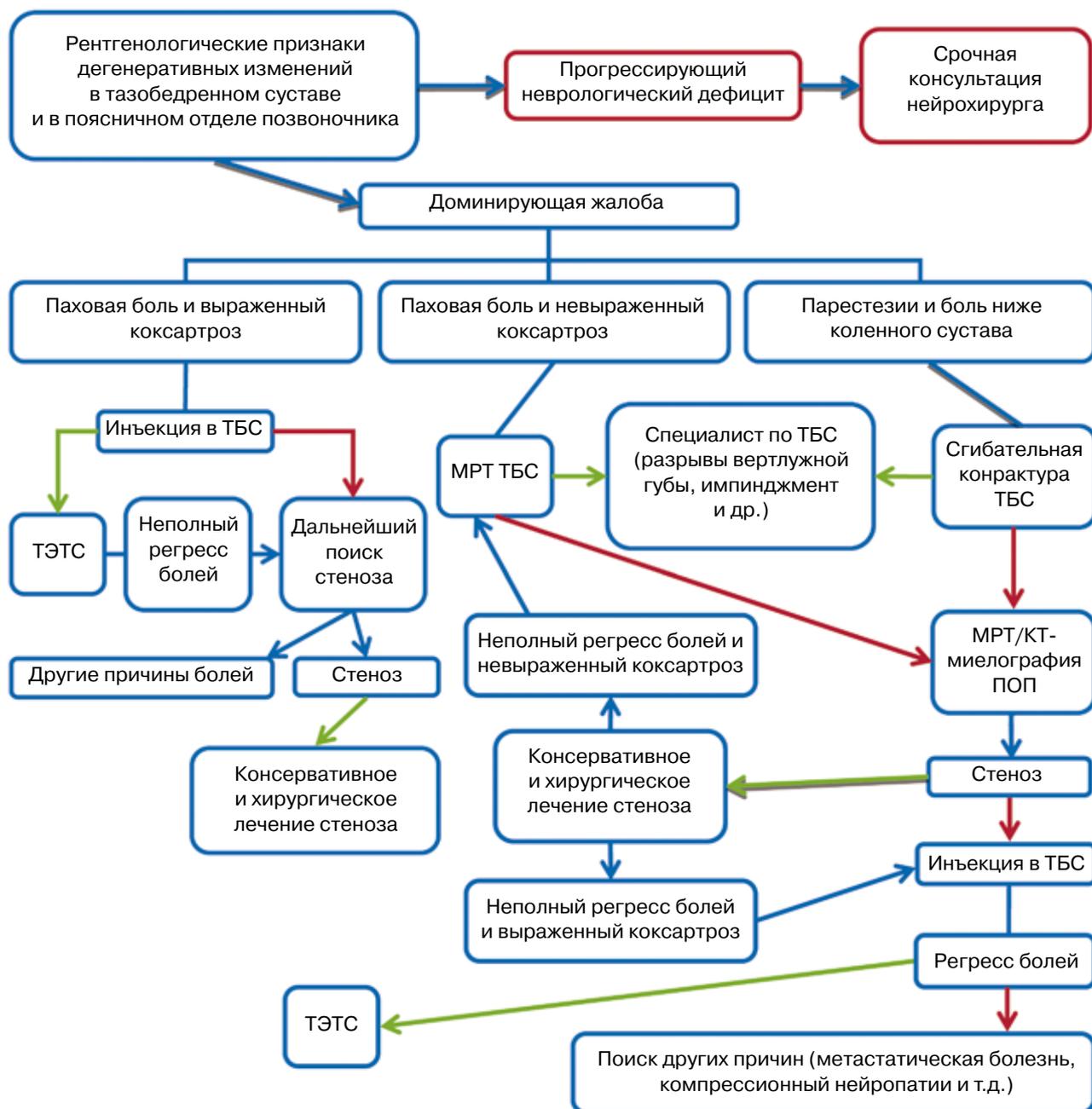


Рис. Схема комплексного консервативно-хирургического лечения при коксо-вертебральном синдроме [14]

с соавторами, при наличии сгибательной контрактуры пациент в вертикальном положении пытается выпрямиться за счет увеличения поясничного лордоза, что вызывает болевой синдром (в положении стоя и лежа углы поясничного лордоза разные). Поэтому при планировании эндопротезирования необходимо учитывать, что в вертикальном положении тела все углы меняются, и ориентация вертлужного компонента становится некорректной. Это может привести к неправильной походке, нерациональному покрытию головки, а в дальнейшем – к прогрессированию изменений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. Авторы отмечают, что в положении стоя вертлужный компонент принимает менее вертикальное положение, чем в положении сидя. Это наблюдение является очень важным, так как от этого зависит срок службы эндопротеза, в частности скорость формирования остеолиза при стирании полиэтилена в связи с некорректным соотношением углов ориентации ацетабулярного компонента [13].

При отсутствии сгибательной контрактуры тазобедренного сустава рекомендуется провести МРТ поясничного отдела позвоночника, чтобы подтвердить диагноз стеноза поясничного отдела позвоночника. Пациентам, которым противопоказана МРТ, можно провести КТ-миелографию. Возможно проведение эпидуральных инъекций глюкокортикостероидов под флюороскопическим контролем с тщательной оценкой динамики болевого синдрома. Если эпидуральные инъекции не дают никакого эффекта, хирург все равно может выполнить декомпрессию, которая может сопровождаться спондилитом, а может быть выполнена и без него.

Эндопротезирование считается «золотым стандартом» лечения клинически выраженного коксартроза и позволяет надежно и прогнозируемо улучшить качество жизни пациентов. В недавнем проспективном когортном исследовании S.A. Mokhtar и соавторы показали, что декомпрессия и спондилит при стенозе поясничного отдела позвоночника или при приобретенном дегенеративном спондилолистезе приводят к значительному улучшению качества жизни и приносят результат, сопоставимый с эндопротезированием тазобедренного сустава [21].

В некоторых случаях хирургическое лечение одной болезни облегчает симптомы, вызванные другой патологией. Этот феномен был хорошо проиллюстрирован P. Ven Galim, который изучал последствия эндопротезирования с точки зрения hip-spine синдрома у 25 пациентов. После эндопротезирования средний результат боли в спине по визуальной аналоговой шкале уменьшился с 5,04 до 3,68 баллов ($p = 0,006$), а выраженность

спинальной боли по шкале Oswestry снизилась с 36,72 до 24,08 баллов ($p = 0,0011$) [10].

Феномен был подтвержден и в недавней работе J. Parvizi и соавторов, которые показали, что 170 из 344 пациентов, которым планировалось произвести эндопротезирование тазобедренного сустава, жаловались до операции на боль в поясничной области (47%). Из этих 170 пациентов у 113 поясничная боль после эндопротезирования тазобедренного сустава прошла [24].

Но возможна и обратная ситуация. В частности, после хирургического лечения патологии позвоночника или тазобедренного сустава повышается уровень физической активности, что с течением времени может усилить симптомы другой патологии, которая до этого была относительно компенсированной ввиду низкой физической активности. Таким образом, пациент должен быть предупрежден, что у него могут не исчезнуть все симптомы, несмотря на четкую верификацию основного источника боли.

Впервые этот феномен описали W.R. Bohl и A.D. Steffee в 1979 году [11]. В серии из 8 пациентов с упорным болевым синдромом после эндопротезирования тазобедренного сустава было обнаружено, что паховая и переднемедиальная бедренная боли исчезли, но усилилась или появилась задняя бедренная боль, свойственная патологии позвоночника. Эти симптомы разрешились у 6 пациентов, которым провели декомпрессию поясничную ламинэктомию. Позже аналогичную работу опубликовали M.J. McNamara с соавторами [20]. В их исследовании в первой группе 5 пациентам с сопутствующими остеоартрозом тазобедренного сустава и поясничным стенозом сначала было произведено эндопротезирование. После эндопротезирования двоим из пяти пациентов потребовалась декомпрессия в поясничном отделе позвоночника. Вторая группа исследования состояла из 9 пациентов, у которых симптомы поясничного стеноза были замаскированы тазобедренной болью и в последующем обострились после эндопротезирования тазобедренного сустава. Семерым из девяти пациентов позже провели поясничную декомпрессию, и у шести из них (85%) наблюдался хороший или отличный результат.

Феномен усиления поясничных болей после успешно выполненной операции тотального эндопротезирования тазобедренного сустава может иметь и несколько иной генез. Предполагается, что усиление болей может быть обусловлено изменением длины конечности после эндопротезирования, которое, в свою очередь, ведёт к разрыву сформировавшегося функционального стереотипа, изменению подвижности поясничного отдела

позвоночника, регрессу перекоса таза и динамической компрессии корешков спинномозговых нервов [5].

По мнению G.R. Fogel и S.I. Esses, у пациентов с асимптомным спинальным стенозом, которым выполняется эндопротезирование, существует больший риск возникновения интраоперационных неврологических осложнений, поэтому у таких пациентов нужно рассматривать и возможность спинальной операции [16].

Существуют убедительные данные о том, что при тяжелом стенозе поясничного отдела позвоночника перед тем, как выполнить эндопротезирование, нужно сначала провести декомпрессию. J.W. Pritchett сообщил о 21 пациенте с тяжелым стенозом поясничного отдела позвоночника, у которых после эндопротезирования тазобедренного сустава развился парез малоберцового нерва с соответствующей «шлепающей стопой». Из 16 пациентов, которым произвели поясничную декомпрессию, только у 6 полностью восстановились функции мышц-разгибателей. У остальных 5 пациентов, которым проводили консервативное лечение, неврологического улучшения отмечено не было [25].

C.J. Davin и соавторы описывают клиническое наблюдение 52-летней женщины с остеоартрозом тазобедренного сустава и дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника [14]. Остеоартроз левого тазобедренного сустава был обнаружен рентгенографически. Также были диагностированы стеноз поясничного отдела позвоночника и приобретенный дегенеративный спондилолистез. Анамнестически и физикально было выявлено, что основной субъективной жалобой была нейрогенная хромота. Пациентке была выполнена эпидуральная инъекция глюкокортикостероидов, которая значительно ослабила часть ее симптомов. После безуспешного консервативного лечения пациентке произвели ламинэктомию L4-L5 и задний спондилодез. После операции пациентка стала более подвижной, и в клинической картине стали превалировать жалобы, характерные для остеоартроза тазобедренного сустава (боль локализовалась в паховой области). Пациентке было выполнено тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, после которого симптомы значительно уменьшились.

В пожилом возрасте имеющиеся контрактуры конечностей, резкое ограничение движений, а также фиксированные деформации позвоночника, как правило, не вызывают выраженного болевого синдрома. Это можно объяснить тем, что параартикулярные и паравертебральные костные разрастания приводят к ограничению движений и своеобразной иммобилизации тазобедренных

суставов и позвоночника. Эндопротезирование тазобедренного сустава у этих больных не всегда приводило к ожидаемым результатам, а иногда и усугубляло ситуацию [8].

В.М. Вакуленко с соавторами пришли к выводу, что если в клинической картине доминирует патология тазобедренного сустава, то артропластика, как правило, приводит к уменьшению поясничных болей. В случае преобладания патологического процесса в позвоночнике в зависимости от его стадии и клинических проявлений вышеуказанные действия могут не только не привести к положительному эффекту в лечении, но и усугубить состояние пациента. В такой ситуации часто первым этапом требуется оперативное вмешательство на позвоночнике [3].

Наибольшие трудности возникают при равноценных патологических изменениях в тазобедренных суставах и позвоночнике. Такие больные требуют особенного индивидуального подхода и тесной кооперации между ортопедом и вертебрологом [3, 8].

Если врач при лечении коксартроза, осложненного дегенеративно-дистрофическим поражением пояснично-крестцового отдела позвоночника, игнорирует статус позвоночника, то после эндопротезирования сохраняется болевой синдром, который требует проведения длительных курсов консервативного лечения, а довольно часто – вмешательства на позвоночнике. Это нивелирует ожидания пациента, приводит его к уверенности в том, что операция на тазобедренном суставе прошла неудачно [8].

Таким образом, перед выбором варианта лечебного воздействия на коксартроз необходимо адекватно оценить необходимость оперативного вмешательства на пояснично-крестцовом отделе позвоночника. В зависимости от длительности, выраженности и характера изменений со стороны тазового пояса целесообразна коррекция техники операции эндопротезирования, включающая, например, в определенных случаях целенаправленное сохранение укорочения или удлинения нижней конечности, изменение офсета, что может являться профилактикой срыва так называемого адаптационно-компенсаторного статико-динамического функционального стереотипа между тазобедренным суставом и пояснично-крестцовым отделом позвоночника [7].

Сочетанная патология пояснично-крестцового отдела позвоночника и тазобедренных суставов не без оснований считается одной из самых серьезных проблем современной ортопедии. Тактика лечения коксо-вертебрального синдрома, описанного почти тридцать лет назад, до сих пор является трудной и нерешенной задачей.

Литература / References

1. Агеенко А.М., Кириллина С.И., Лебедева М.Н., Козлов Д.М., Ашуркова И.А. Анестезиологическое обеспечение хирургического лечения дегенеративных заболеваний позвоночника у пожилых людей. *Хирургия позвоночника*. 2004;(4):103-106.
Ageenko A.M., Kirillina S.I., Lebedeva M.N., Kozlov D.M., Ashurkova I.A. [Anaesthetic management of surgical treatment for spine degenerative diseases in elderly patients]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of spine surgery]. 2004;(4):103-106. (in Russian).
2. Брискин Б.С. Геронтология и хирургия: проблемы и перспективы. *Клиническая геронтология*. 2004;(2):3-7.
Briskin B.S. [Gerontology and surgery: problems and prospects]. *Klinicheskaja gerontologija* [Clinical gerontology]. 2004;(2):3-7. (in Russian).
3. Вакуленко В.М., Худобин В.Ю., Бублик Л.А. Дегенеративно-дистрофические поражения тазобедренных суставов и позвоночника. *Травма*. 2000;1(1):24-26.
Vakulenko V.M., Hudobin V.Ju., Bublik L.A. [Degenerative and dystrophic lesions of the hip joints and spine]. *Travma* [Trauma]. 2000;1(1):24-26. (in Russian).
4. Вакуленко В.М. Концепция ведения больных коксартрозом на фоне дегенеративно-дистрофического поражения пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Травма*. 2008;9(1):6-12.
Vakulenko V.M. [The concept of managing patients with coxarthrosis on the background of a degenerative-dystrophic lesion of the lumbosacral spine]. *Travma* [Trauma]. 2008;9(1):6-12. (in Russian).
5. Герцен Г.И., Дыбкалюк С.В., Остапчук Н.П. Лечение дегенеративно-дистрофической патологии позвоночного сегмента при пояснично-тазобедренном синдроме. *Литопис травматології та ортопедії*. 2003;(1-2):75-78.
Gertsen G.I., Dybkajluk S.V., Ostapchuk N.P. [Treatment of degenerative-dystrophic pathology of the vertebral segment in the lumbosacral syndrome]. *Litopis travmatologії ta ortopedії* [Litopys of traumatology and orthopedics]. 2003;(1-2):75-78. (in Russian).
6. Денисов А.О., Шильников В.А., Барнс С.А. Коксартроз тазобедренного сустава (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2012;(1):121-127.
Denisov A.O., Shilnikov V.A., Barns S.A. [Coxa-vertebral syndrome and its significance in hip arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;63(1):121-127. (in Russian).
7. Кавалерский Г.М., Коркунов А.Л., Лычагин А.В., Серeda А.П., Черепанов В.Г. Тактика хирургического лечения дегенеративно-дистрофических поражений пояснично-крестцового отдела позвоночника при hip-spine-синдроме. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2014;(5):54-59.
Kavalerskiy G.M., Korkunov A.L., Lychagin A.V., Sereda A.P., Cherepanov V.G. [Tactics of surgical treatment of degenerative-dystrophic lesions of the lumbosacral spine in case of HIP-SPINE-syndrome]. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova* [Journal Surgery named after N.I. Pirogov]. 2014;(5):54-59. (in Russian).
8. Сазонова Н.В., Щурова Е.Н. Влияние комплексной консервативной терапии на динамику интенсивности боли при hip-spine syndrome. *Хирургия позвоночника*. 2008;9(3):48-51.
Sazonova N.V., Schurova E.N. [The influence of complex conservative treatment on pain severity in hip-spine syndrome]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of spine surgery]. 2008;9(3):48-51. (in Russian).
9. Слинjakов Л.Ю., Кавалерский Г.М., Макиров С.К., Ченский А.Д., Бобров Д.С. Особенности использования интраоперационного рентгенологического контроля при малоинвазивных стабилизирующих операциях на грудном и поясничном отделах позвоночника. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2009;(4 Приложение):116-117.
Slinjakov L.Ju., Kavalerskiy G.M., Makirov S.K., Chenskij A.D., Bobrov D.S. [Features of the use of intraoperative X-ray control in minimally invasive stabilizing operations on the thoracic and lumbar spine]. *Vestnik Rossijskoj Voenno-meditsinskoj akademii* [Bulletin of Russian Military Medical Academy]. 2009;(4 Appendix):116-117. (in Russian).
10. Ben-Galim P. Ben-Galim T., Rand N., Haim A., Hipp J., Dekel S., Floman Y. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine*. 2007;32(19):2099-2102. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318145a3c5.
11. Bohl W.R., Steffee A.D. Lumbar spinal stenosis: A cause of continued pain and disability in patients after total hip arthroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1979;4(2):168-173.
12. Bresnahan L., Ogden A.T., Natarajan R.N., Fessler R.G. A Biomechanical Evaluation of Graded Posterior Element Removal for Treatment of Lumbar Stenosis: Comparison of a Minimally Invasive Approach With Two Standard Laminectomy Techniques. *Spine*. 2009;34(1):17-23. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318191438b.
13. Chanplakorn P., Wongsak S., Woratanarat P., Wajanavit W., Laohacharoensombat W. Lumbopelvic alignment on standing lateral radiograph of adult volunteers and the classification in the sagittal alignment of lumbar spine. *Eur Spine J*. 2011;20(5):706-712. DOI: 10.1007/s00586-010-1626-0.
14. Devin C.J., McCullough K.A., Morris B.J., Yates A.J., Kang J.D. Hip-spine Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(7):434-442. DOI: 10.5435/JAAOS-20-07-434.
15. DeWald Ch.J., Stanley T. Instrumentation-Related Complications of Multilevel Fusions for Adult Spinal Deformity Patients Over Age 65: Surgical Considerations and Treatment Options in Patients With Poor Bone Quality. *Spine*. 2006;31(19 Suppl):S 144-151. DOI: 10.1097/01.brs.0000236893.65878.39
16. Fogel G.R., Esses S.I. Hip spine syndrome: Management of coexisting radiculopathy and arthritis of the lower extremity. *Spine J*. 2003;3(3):238-241.
17. Kwon B.K., Elgafy H., Keynan O. et al. Progressive junctional kyphosis at the caudal end of lumbar instrumented fusion: Etiology, predictors, and treatment. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(17):1943-1951. DOI: 10.1097/01.brs.0000229258.83071.db.
18. Legaye J. Influence of the sagittal balance of the spine on the anterior pelvic plane and on the acetabular orientation. *Int Orthop*. 2009;33(6):1695-1700. DOI: 10.1007/s00264-008-0702-0.
19. Martin C.R., Gruszczynski A.T., Braunsfurth H.A., Fallatah S.M., O'Neil J., Wai E.K. The Surgical Management of Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: A Systematic Review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(16):1791-1798. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3180bc219e.
20. McNamara M.J., Barrett K.G., Christie M.J., Spengler D.M. Lumbar spinal stenosis and lower extremity arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1993;8(3):273-277.
21. Mokhtar S.A., McCombe P.F., Williamson O.D., Morgan M.K., White G.J., Sears W.R. Health-related quality of life: A comparison of outcomes after lumbar fusion for degenerative spondylolisthesis with large joint replacement

- surgery and population norms. *Spine J.* 2010;10(4):306-312. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.01.018.
22. Offierski C.M., MacNab I. Hip-spine syndrome. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8(3):316-321.
23. Parratte S., Pagnano M.W., Coleman-Wood K., Kaufman K.R., Berry D.J. The 2008 Frank Stinchfield award: Variation in postoperative pelvic tilt may confound the accuracy of hip navigation systems. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(1):43-49. DOI: 10.1007/s11999-008-0521-z.
24. Parvizi J., Pour A.E., Hillibrand A., Goldberg G., Sharkey P.F., Rothman R.H. Back pain and total hip arthroplasty: A prospective natural history study. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(5):1325-1330. DOI: 10.1007/s11999-010-1236-5.
25. Pritchett J.W. Lumbar decompression to treat foot drop after hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(303):173-177.
26. Schnake K.J., Schaeren S., Jeanneret B. Dynamic Stabilization in Addition to Decompression for Lumbar Spinal Stenosis with Degenerative Spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(4):442-449. DOI: 10.1097/01.brs.0000200092.49001.6e.

А.П. Середа

д-р мед. наук заместитель руководителя ФМБА России

В повседневной практике хирурги-ортопеды часто наблюдают сочетание остеоартроза тазобедренных суставов с дегенеративными изменениями в крестцово-подвздошных сочленениях и поясничном отделе позвоночника – так называемый коксо-вертебральный синдром (hip-spine syndrome).

Очевидно, что вариабельность его проявления во многом определяется факторами этиологии и патогенеза основного заболевания.

Например, прогрессирующая дисплазия тазобедренного сустава III и IV типов по Crowe может сопровождаться сколиотической деформацией позвоночника той или иной степени тяжести [1].

Первичное поражение крестцово-подвздошных сочленений и позвоночного столба при анкилозирующем спондилоартрите у 30% пациентов приводит к развитию вторичного двустороннего протрузионного коксартроза [10].

Аваскулярный некроз головки бедренной кости (АНГБК) встречается у больных молодого и среднего возраста, быстро прогрессирует и поэтому редко комбинируется с тяжелой вертебральной патологией. Хотя в литературе описаны единичные наблюдения, когда АНГБК проявлялся болями в поясничной области (low back pain), симулируя клиническую картину протрузии межпозвоночного диска [7].

Посттравматический коксартроз, как правило, является следствием высокоэнергетического перелома вертлужной впадины у пациентов в возрасте до 55 лет с мало отягощенным вертебрологическим анамнезом. Для развития тяжелых дегенеративных изменений в позвоночнике непременным условием должен быть длительно существующий перекос таза и крестца из-за отсутствия репозиции отломков, что в XXI в. можно расценивать как «ортопедическую экзотику».

Таким образом, когда мы говорим об «истинном» коксо-вертебральном синдроме, перед нами возникает модель пациента старше 55 лет с крайней степенью медленно прогрессирую-

щего первичного (идиопатического, инволютивного) коксартроза и дегенеративно-дистрофическими изменениями в поясничном отделе позвоночника – остеохондрозом, деформирующим спондилоартрозом, и стенозом канала [9]. При этом необходимо помнить, что боли в нижнем отделе спины – наиболее частая патология опорно-двигательного аппарата, поражающая до 73% населения [4]. Первичный же остеоартроз тазобедренного сустава – гораздо более редкое состояние, встречающееся у 3,2% [6].

Сочетание обоих заболеваний ухудшает их течение. Приводящие и сгибабельные контрактуры тазобедренного сустава способствуют изменению пространственного расположения таза (перекос в сагиттальной и коронарной плоскостях), увеличению наклона крестца, поясничному гиперлордозу, сколиозу и возможному спондилолистезу [2].

Практический подход к лечению коксо-вертебрального синдрома, на наш взгляд, должен быть максимально простым, прагматичным и рациональным.

1. При наличии клинической картины неврологического дефицита, связанного со сдавлением корешков спинного мозга, необходимо начинать с соответствующих декомпрессивно-стабилизирующих операций на поясничном отделе позвоночника. Тотальная артропластика тазобедренного сустава планируется вторым этапом (так называемый подход «сверху вниз»).

2. Во всех остальных случаях первым этапом производится эндопротезирование тазобедренного сустава (подход «снизу вверх»). Вне зависимости от наличия ригидной или неригидной деформации позвоночника у пациента, эндопротез имплантируется строго в анатомическом положении с восстановлением центра вращения сустава, суммарного офсета и длины конечности. Причем имеется в виду ее абсолютная длина, сократившаяся за счет деформации и краниализации головки бедра и вертлужной впадины.

Разницей в относительной длине конечности, связанной с наклоном таза и искривлением позвоночника, можно пренебречь. Такое восстановление пространственных взаимоотношений в тазобедренном суставе создает оптимальные условия для нормального функционирования окружающих мышц.

Трудно согласиться с предложением сохранить существующие позвоночно-тазовые взаимоотношения в ходе эндопротезирования за счет избыточного удлинения конечности, повышения центра ротации или укорачивающей остеотомии бедра, когда имеется ригидная вертебральная деформация. Имплантация чашки краниально от анатомического центра вращения создает невыгодные биомеханические условия для нормальной функции эндопротеза и увеличивает угрозу его расшатывания [8]. Укорачивающая остеотомия бедра или, как вариант, операция по Т. Раавилайнен – вынужденная мера, применяемая при реконструктивной артропластике тяжелой дисплазии с высоким врожденным вывихом [3]. Подобные вмешательства не подлежат широкому тиражированию из-за технических трудностей и высокого риска дополнительных осложнений.

Приведем высказывание нашего первого учителя в тотальной артропластике суставов, профессора ортопедической школы Йельского университета Кристапса Ю. Кегги (Коннектикут, США): «Главная задача эндопротезирования тазобедренного сустава – устранение болевого синдрома с типичной локализацией и создание условий увеличения амплитуды движений. Для удлинения или укорочения конечности существуют другие, более эффективные операции».

3. Если в сроки 2–3 мес. после эндопротезирования сохраняются (или усиливаются) боли в поясничном отделе позвоночника, проводится весь имеющийся комплекс реабилитационных мероприятий, включая массаж, ЛФК, физиолечение, терапию НПВС и блокады с локальными анестетиками [5]. Особое внимание уделяется устранению относительной разницы в длине конечностей консервативными мероприятиями (стельки, каблуки, ортопедическая обувь). Обычно коррекция неригидной деформации и пространственное выравнивание таза с регрессом симптоматики происходит к 10–12 мес. после эндопротезирования.

Даже при наличии длительно существующих дегенеративно-дистрофических изменений

в позвоночнике ситуация после эндопротезирования тазобедренного сустава может улучшиться за счет устранения контрактур и включения оставшихся компенсаторных возможностей [9]. И только в сроки 12–18 мес., при наличии стойкого болевого синдрома, не связанного с тотальной артропластикой (исключить перипротезные переломы, отсутствие остеоинтеграции протеза и инфекционные осложнения), мы обращаемся за помощью к вертебрологам или нейрохирургам. Диагностируется вертеброгенный источник боли и намечаются пути ее устранения.

Литература / References

1. Гладких Н.Н. Информативность сочетания внешних стигм с пролапсом митрального клапана в диагностике костно-мышечных и экстракардиальных висцеральных изменений. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2008;(2):50-54.
Gladkih N.N. [Informativity of combinations of external stigmas with mitral valve prolapsed in diagnostics of osteomuscular and extracardial visceral changes]. *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza* [Medical news of the North Caucasus]. 2008;(2):50-54. (in Russian).
2. Денисов А.О., Шильников В.А., Барнс С.А. Коксо-вертебральный синдром и его значение при эндопротезировании тазобедренного сустава (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2012;(1):121-127.
Denisov A.O., Shilnikov V.A., Barns S.A. [Coxa-vertebral syndrome and its significance in hip arthroplasty]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2012;(1):121-127. (in Russian).
3. Bicanic Barbaric G., K., Bohacek I. Current concepts in dysplastic hip arthroplasty: techniques of acetabular and femoral reconstruction. *World J Orthop*. 2014;18(5):412-424.
4. Cassidy J.D., Carroll L.J., Cote P. The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of low back pain and related disability in Saskatchewan adults. *Spine*. 1998;23(17):1860-1866.
5. Delitto A., George S.Z., Dillen L.V. Low back pain. Clinical practice guidelines. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(4):57.
6. Fear J., Hillman W., Tennant A. Prevalence of hip problems in the population aged 55 years and over: access to specialist care and future demand for hip arthroplasty. *Br J Rheumatol*. 1997;36(1):74-76.
7. Malas F.U., Ozcakar L., Akinci A. Low back pain vexed by avascular necrosis of the femoral head. *Orthopedics*. 2007;30(8):600.
8. Nie Y, Pei F, Li Z. Effect of high hip center on stress for dysplastic hip. *Orthopedics*. 2014;37(7):637-643. DOI: 10.3928/01477447-20140626-55.
9. Parvizi J., Pour A.E., Hillibrand A. Back pain and total hip arthroplasty: a prospective natural history study. *CORR*. 2010;486(5):1325-1330.
10. Salgam Y. Total hip arthroplasty in patients with ankylosing spondylitis. Midterm radiologic and functional results. *Acta Orthop Traumatol Turcica*. 2016;(50):3443-3447.

В.В. Даниляк

канд. мед. наук заведующий ортопедическим отделением
Ярославского областного клинического госпиталя ветеранов войн

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛОМОВ В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

С. Саакян¹, А.Г. Закроева², Р. Галстян³, Т. Ханамирян³, А. Ароян⁴,
Н. Мамиконян⁴, В. Бабалян⁵, А.К. Лебедев⁷, Е.Н. Гладкова^{2,6},
О.М. Лесняк^{2,7}

¹ Медицинский центр Арташата

Ул. Арама Хачатуряна, д. 7, г. Арташат, 0701, Армения

² ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Ул. Репина, д. 3, г. Екатеринбург, 620028, Россия

³ Научный центр травматологии и ортопедии Минздрава Республики Армения

Ул. Норк-Мараш, д. 9, г. Ереван, 0047, Армения

⁴ Медицинский центр «Эребуни»

Ул. Титоградяна, д. 14, Ереван, 0087, Армения

⁵ ООО «Диавант»

Ул. Аргиштиш, д. 7, Ереван, 0015, Армения

⁶ ГБУЗ СО «Верхнепышминская ЦГБ им. П.Д. Бородина»

Ул. Чайковского, д. 32, г. Верхняя Пышма, 624090, Россия

⁷ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»

Минздрава России

Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Реферат

До настоящего времени в Армении отсутствовали данные о частоте низкоэнергетических переломов, что не позволяло оценить масштабы проблемы остеопороза.

Целью исследования было определение инцидентности низкоэнергетических (остеопорозных) переломов проксимального отдела бедренной кости (ППОБК), переломов дистального отдела предплечья, плечевой кости, а также дистальных отделов голени у лиц 50 лет и старше.

Методы. В 2011–2013 гг. в двух регионах страны было проведено наблюдательное популяционное исследование количества переломов, произошедших при небольшой травме. В 2011–2012 гг. сбор информации проводился на основе данных травматологической службы, а в 2013 г. к ним добавили другие источники, включая первичное звено здравоохранения.

Результаты. Инцидентность ППОБК среди лиц 50 лет и старше составила 136 и 201 на 100 тыс. у мужчин и женщин соответственно. При этом было госпитализировано только 57,7% пациентов. Инцидентность переломов дистального отдела предплечья у мужчин и женщин составила соответственно 56 и 176 на 100 тыс., переломов проксимального отдела плечевой кости – 39 и 86 на 100 тыс., костей дистального отдела голени – 39 и 86 на 100 тыс. Прогнозируемое ежегодное число ППОБК составляет 2067 случаев, переломов дистального отдела предплечья – 1205, переломов проксимального отдела плечевой кости – 640.

Выводы. Проведенное исследование выявило низкий уровень оказания специализированной травматологической помощи пожилым пациентам с низкоэнергетическими переломами. Республика Армения остро нуждается в программах, направленных на профилактику, раннее выявление и лечение остеопороза.

Ключевые слова: остеопороз, низкоэнергетические переломы, перелом дистального отдела предплечья, перелом проксимального отдела бедренной кости, перелом проксимального отдела плечевой кости.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-153-162.

Саакян С., Закроева А.Г., Галстян Р., Ханамирян Т., Ароян А., Мамиконян Н., Бабалян В., Лебедев А.К., Гладкова Е.Н., Лесняк О.М. Эпидемиологическое исследование низкоэнергетических переломов в Республике Армения. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):153-162. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-153-162.

Cite as: Saakyan S., Zakroyeva A.G., Galstyan R., Khanamiryan T., Aroyan A., Mamikonyan N., Babalyan V., Lebedev A.K., Gladkova E.N., Lesnyak O.M. [Epidemiological Study of Low Energy Fractures in Republic of Armenia]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):153-162. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-153-162.

Лесняк Ольга Михайловна. Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия / Olga M. Lesnyak. 41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia; e-mail: olga.m.lesnyak@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 26.01.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 02.03.2017.

Epidemiological Study of Low Energy Fractures in Republic of Armenia

S. Saakyan¹, A.G. Zakroyeva², R. Galstyan³, T. Khanamiryan³, A. Aroyan⁴, N. Mamikonyan⁴, V. Babalyan⁵, A.K. Lebedev⁷, E.N. Gladkova^{2,6}, O.M. Lesnyak^{2,7}

¹ Artashat Medical Center
7, Aram Khachaturian street, Artashat, 0701, Armenia

² Ural State Medical University
3, ul. Repina, Yekaterinburg, 620028, Russia

³ Scientific center for traumatology and orthopaedics under the Health Ministry of Republic of Armenia
9, Nork-Marash street, Yerevan, 0047, Armenia

⁴ Erebovni Medical Center,
14, Titohradyan street, Yerevan, 0087, Armenia

⁵ Diavant LLC,
7, Argishtii street, Yerevan, 0015, Armenia

⁶ Verkhnyaya Pyshma Central City Hospital named after P.D. Borodin
32, ul. Chaykovskogo, Verkhnyaya Pyshma, 624090, Russia

⁷ Mechnikov North-Western State Medical University
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia

Abstract

Until present no data was available in Armenia in respect of incidence of low energy fractures that are typical of osteoporotic locations which consequently did not allow to evaluate the scope of this problem across the country.

Purpose of the study – to identify the incidence of low energy fractures in proximal femur, in distal forearm, in proximal humerus and in distal tibia across population of Armenia aged 50 years and older.

Materials and methods. An observing population study was performed in two regions of Armenia during 2011-2013 where the frequency of selected locations in cases of moderate trauma was identified. During 2011-2012 the information was collected based on traumatology service records adding in 2013 other sources including primary level of healthcare due to observed infrequent applications for medical help in cases of trauma.

Results. In 2013 the incidence of proximal femur fractures in men was reported as 136 cases per 100 000 of population aged 50 years and older, in women – 201 cases per 100 000. At the same time only 57.7% of patients with proximal femur fractures were admitted to hospital. Distal forearm fractures incidence in men and women was observed correspondingly 56/100 000 and 176/100 000 cases, proximal humerus fractures – 39/100 000 and 86/100 000 cases and distal tibia fractures – 39/100 000 and 86/100 000 cases. The predicted annual number of proximal femur fracture in Armenia amounts to 2067 cases, distal forearm fractures – 1205, proximal humerus fractures – 640.

Conclusion. Epidemiological data that was collected for the first time on low energy fractures incidence confirmed the acute osteoporosis issue in Armenia and revealed the problems in organization of medical care for the group of senior patients with injuries.

Keywords: osteoporosis, low energy fractures, distal forearm fracture, proximal femur fracture, proximal humerus fracture, distal tibia fracture.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-153-162.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Здравоохранение Армении испытывает возрастающую нагрузку, связанную со старением населения [5] и увеличением бремени болезней, специфичных для пожилых людей. Среди этих болезней одно из ведущих мест занимает остеопороз (ОП) – системное заболевание, характеризующееся снижением минеральной плотности и нарушением микроархитектоники костной ткани, приводящее к хрупкости костей и малотравматичным переломам [3].

Между тем, планирование травматологической помощи при ОП возможно лишь при условии четкого представления о ситуации в популяции [2–4]. Этой цели в наибольшей

степени отвечают проспективные эпидемиологические проекты, построенные на репрезентативных выборках, пришедшие на смену «традиционным» медико-демографическим исследованиям, оперирующим понятиями смертности, травматизма и т.д. Новый формат исследований позволяет рассчитать инцидентность «остеопорозных» переломов, какowymi считают переломы при незначительной травме – так называемые низкоэнергетические переломы [6]. Полученные данные становятся основой для расчета популяционного бремени ОП и разработки программ профилактики [29]. Однако подобных исследований в Армении не проводилось.

Цель исследования – определить инцидентность низкоэнергетических переломов проксимального отдела бедренной кости (ППОБК), переломов дистального отдела предплечья, проксимального отдела плечевой кости, а также дистальных отделов голени у жителей Армении 50 лет и старше.

Материал и методы

Для достижения цели нам было важно выявить все остеопорозные переломы в репрезентативной выборке Армении за продолжительный период, а затем экстраполировать эти данные на население страны, общая численность которого, согласно данным ВОЗ, составляет 3,018 млн чел. Расходы на здравоохранение в период исследования составляли 3,62\$ на душу населения в год [1], при этом отмечались несовершенство системы регистрации по большинству классов болезней [11].

Нами были определены два региона (марза) Армении как наиболее подходящие для документирования частоты остеопорозных переломов: Арарат и Вайоц Дзор. Первый находится на западной границе страны, его площадь – 2096 км², второй – на юго-востоке, и его площадь 2300 км². В обоих марзах преобладает население армянской национальности (96,6%), занятое сельским хозяйством. В марзе Арарат на момент начала исследования (2011 г.) проживало 284 574 чел., в марзе Вайоц Дзор – 52 252 чел., что составляло около 11% населения страны [8]. В обоих районах имелись организационные, кадровые и технические возможности для исследования. Учитывалась также их удаленность от крупных городов, что минимизировало обращение жителей с переломами в медицинские учреждения Еревана и Гюмри.

Учитывая специфику изучаемой патологии, для анализа частоты переломов применялся эпидемиологический показатель инцидентности – «число случаев, возникших в течение определенного времени в определенной популяции», рассчитываемый на 100 тыс. населения [10]. Этот показатель близок к понятию травматизма – «совокупности травм, возникших в определенной группе населения за ограниченный отрезок времени», но не имеет социального и судебно-медицинских аспектов. Как и в других исследованиях, у лиц старше 50 лет низкоэнергетическими (osteoporозными) переломами мы считали переломы, возникающие при небольшой травме, т.е. при падении с высоты собственного роста и ниже, или спонтанно [6], кодирующиеся по МКБ-10 как «osteoporоз с патологическим переломом» (M80).

У нас были основания предполагать, что в Армении многие пациенты с переломами не обращаются за специализированной травматологической помощью, в связи с чем часть случаев не представлена в официальной медицинской статистике. Так, при ППОБК (шейки и межverteльных) обязательная госпитализация и хирургическое вмешательство не являются стандартом ведения пациентов. Поэтому получение информации только из документов о госпитализации, регистров больных, получивших вмешательство по поводу ППОБК, статистических талонов и т.п., как принято в странах Западной Европы, нами было отклонено.

Мы организовали исследование в два этапа. На первом, предварительном, в течение 2011–2012 гг. в выбранных нами регионах ретроспективно собиралась информация обо всех случаях низкоэнергетических переломов у лиц 50 лет и старше на основе данных обращаемости за травматологической помощью. Таким образом мы изучали существующее состояние медпомощи при переломах и выявляли все места, где пациенты могут находиться после перелома, либо куда они могут обратиться помимо травматологической службы. Мы исследовали все журналы госпитализаций в травматологические отделения, журналы регистрации травматологических пунктов, журналы отказов от госпитализации, а также записи журналов регистрации вызовов скорой медицинской помощи к больным от 50 лет и старше. Учитывались коды диагнозов по МКБ-10 и рентгенографическое подтверждение переломов. Проверялись возраст и место жительства. При этом подтвердилось наше предположение о том, что большая часть пациентов с переломами не обращалась за специализированной медицинской помощью, и данные о них отсутствуют в документации травматологической службы.

Оценив потенциальные источники недостающей информации, на следующем, основном, этапе мы организовали проспективный сбор данных в течение 2013 г., в ходе которого, наряду с прежними источниками, использовали данные, полученные из общей врачебной практики, от населения, а также от лиц, практикующих в рамках альтернативной (народной) медицины. При этом случаи, не зарегистрированные специализированной травматологической службой и не попавшие в поле зрения официальной статистики травматизма, оценивались сертифицированным травматологом клинически, в рамках протокола исследования. При наличии возможности таким пациентам выполнялось рентгенологическое исследование. В случае низкоэнергетического характера травмы, соответствующего возраста больного и специфических клинических симпто-

мов перелома с высокой прогностической значимостью выявленные случаи расценивались как низкоэнергетические (остеопорозные) и включались в базу данных. В общей сложности на 2013 г. были получены сведения из 7 стационаров и 71 центра первичной медицинской помощи.

Таким образом, мы документировали все случаи переломов проксимального отдела плечевой кости (МКБ-10 код S42.2), дистального отдела предплечья (S52.5, S52.6), дистального отдела голени (S82.3, S82.5, S82.6) и проксимального отдела бедренной кости (S72.0, S72.1, S72.2). И хотя перелом лодыжки большинство исследователей не относит к категории остеопорозных [21], мы собирали данные и об этом виде травмы, чтобы более точно оценить состояние дел в организации травматологической службы и нагрузку, которую несет система здравоохранения в связи с этим переломом.

Для исключения дублирования информации по одному и тому же случаю данные из разных источников (травмпункт, стационар и т.д.) сверялись, а случаи повторной регистрации одного и того же пациента из базы данных удалялись. Анализировались источники потерь информации, и принимались меры для их устранения. Патологические переломы, вызванные другой патологией, и переломы, произошедшие в результате падения с высоты, превышающей высоту собственного роста, также были исключены. Если у пациента один и тот же тип перелома происходил повторно, он регистрировался как

новый случай. Случаи переломов вычислялись в 5-летних возрастных интервалах для мужчин и женщин отдельно для каждого марза. Затем данные из двух марзов были объединены и взвешены по численности населения для вычисления инцидентности переломов анализируемых локализаций.

Результаты

Частота переломов в изучаемых регионах лиц одного пола и возраста была сопоставимой, что позволило рассматривать марзы Арарат и Вайоц Дзор как единую выборку. В течение всех трех лет наибольшую долю лиц с низкоэнергетическими переломами составили пожилые женщины. Соотношение женщин и мужчин среди больных с переломами ППОБК и плечевой кости, а также дистальных отделов предплечья и голени составило 1,8/1, 2,7/1, 3,9/1, и 1,5/1 соответственно. На ретроспективном этапе в 2011 и 2012 гг. мы выявили 228 и 225 низкоэнергетических переломов соответственно. Среди них было 199 ППОБК, 130 переломов дистального предплечья, 67 переломов проксимального отдела плеча и 87 переломов костей голени. В 2013 г. благодаря данным из дополнительных источников число выявленных переломов увеличилось почти вдвое и составило 439 (табл. 1). Это увеличение было отмечено во всех возрастных и половых группах, касалось всех категорий переломов и существенно повлияло на показатели инцидентности (рис. 1–4).

Таблица 1/ Table 1

Количество случаев низкоэнергетических переломов, выявленных за время исследования* Low energy fractures incidence reported during the period of study*

Локализация травмы Fracture location	2011			2012			2013		
	муж. men	жен. women	всего total	муж. men	жен. women	всего total	муж. men	жен. women	всего total
Проксимальный отдел бедренной кости Proximal femur	35	58	93	32	74	106	63	114	177
Дистальный отдел предплечья Distal forearm	10	48	58	15	57	72	26	100	126
Проксимальный отдел плечевой кости Proximal humerus	4	32	36	7	24	31	18	48	66
Дистальный отдел голени Distal tibia	20	21	41	17	29	46	28	42	70
Все переломы/All fractures	69	159	228	71	184	255	135	304	439

* 2011–2012 гг. источником информации служили документы травматологической службы, в 2013 г. включили данные на пациентов, не зарегистрированных в травматологической службе.

* 2011–2012 – information was collected based on traumatology service records, in 2013 – including data of patients not recorded in traumatology service.

Наиболее частым из изучаемых переломов был ППОБК. При этом из 376 лиц с ППОБК за три года госпитализировано было только 217 чел. (57,7%). Инцидентность ППОБК в 2011–2012 гг. составила 134 на 100 тыс. у женщин, 73 на 100 тыс. у мужчин, а в 2013 г. 201 и 136 на 100 тыс у женщин и мужчин соответственно. Рост инцидентности в 2013 г. был вызван преимущественно лучшим выявлением случаев среди женщин 80–89 лет. В целом частота ППОБК увеличивалась экспоненциально с возрастом у лиц обоих

полов, достигая максимума в 80–89 лет, а затем резко снижалась. Среди лиц моложе 70 лет инцидентность ППОБК была выше у мужчин, а среди лиц более старшего возраста – у женщин (среди лиц 80–85 лет практически вдвое). Если экстраполировать данные Араратского марза и Вайоц Дзор на все население Армении, ежегодное число ППОБК в стране в 2015 г. составило 2067 случаев и, по прогнозам, будет увеличиваться с каждым годом вследствие увеличения числа пожилых людей [5].

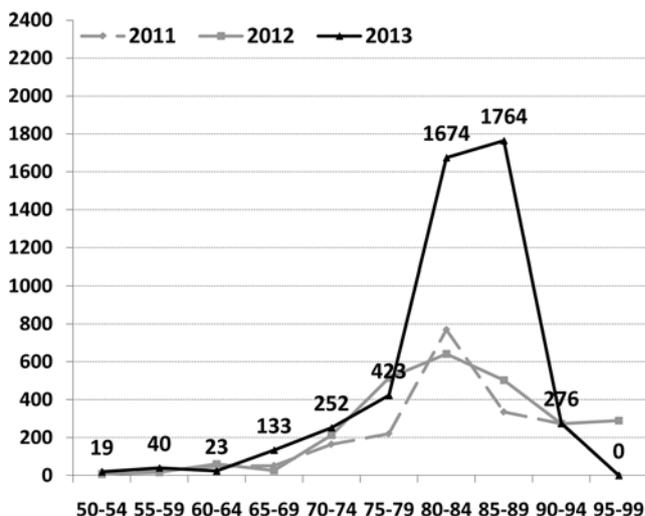
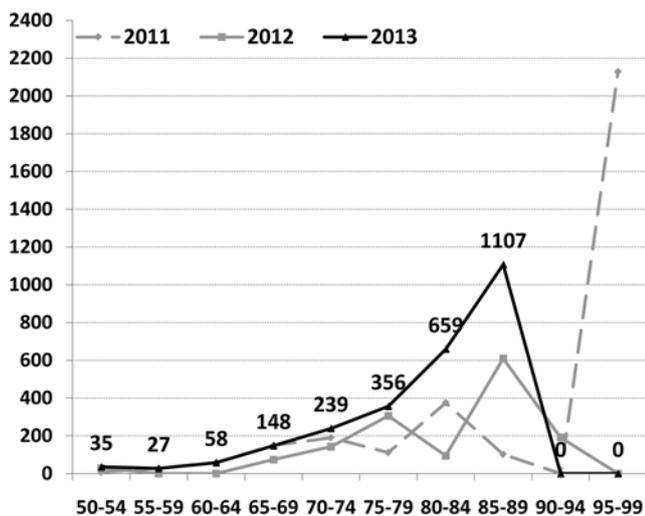


Рис. 1. Ежегодная инцидентность переломов проксимального отдела бедра у мужчин (слева) и женщин (справа) в различных возрастных группах Армении (на 100 тыс. населения)

Fig. 1. Annual incidence of proximal femur fractures in men (left chart) and women (right chart) in various age groups of Armenia (per 100 000 of population)

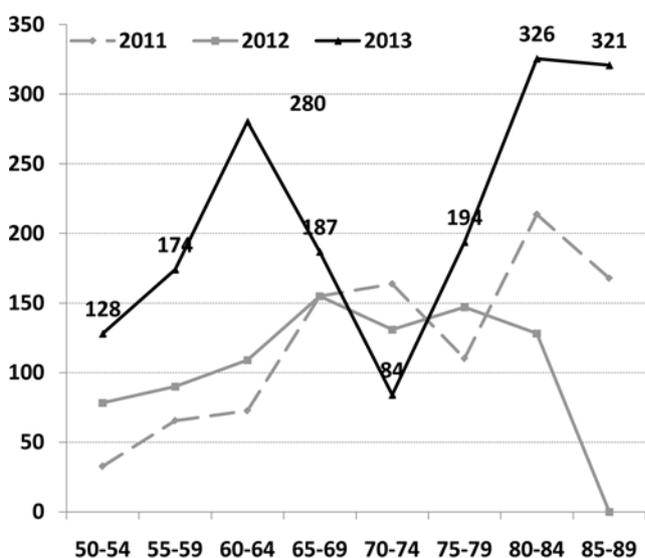
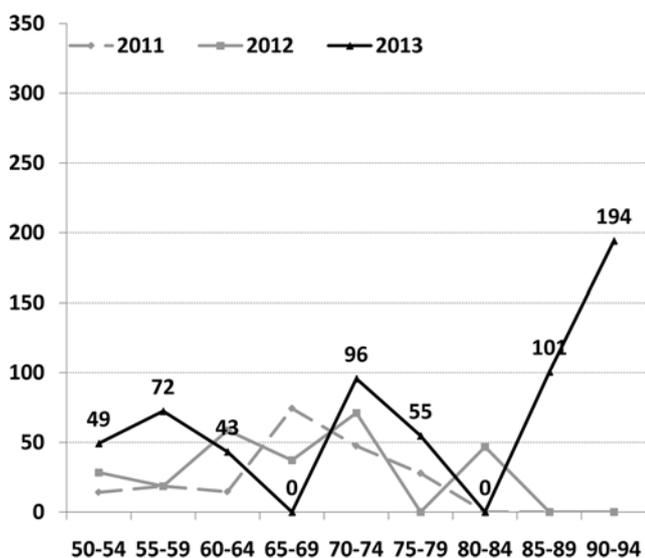


Рис. 2. Ежегодная инцидентность низкоэнергетических переломов дистального отдела предплечья у мужчин (слева) и женщин (справа) в различных возрастных группах Армении (на 100 тыс. населения 50 лет и старше)

Fig. 2. Annual incidence of low energy fractures of distal forearm in men (left chart) and women (right chart) in various age groups of Armenia (per 100 000 of population aged 50 years and older)

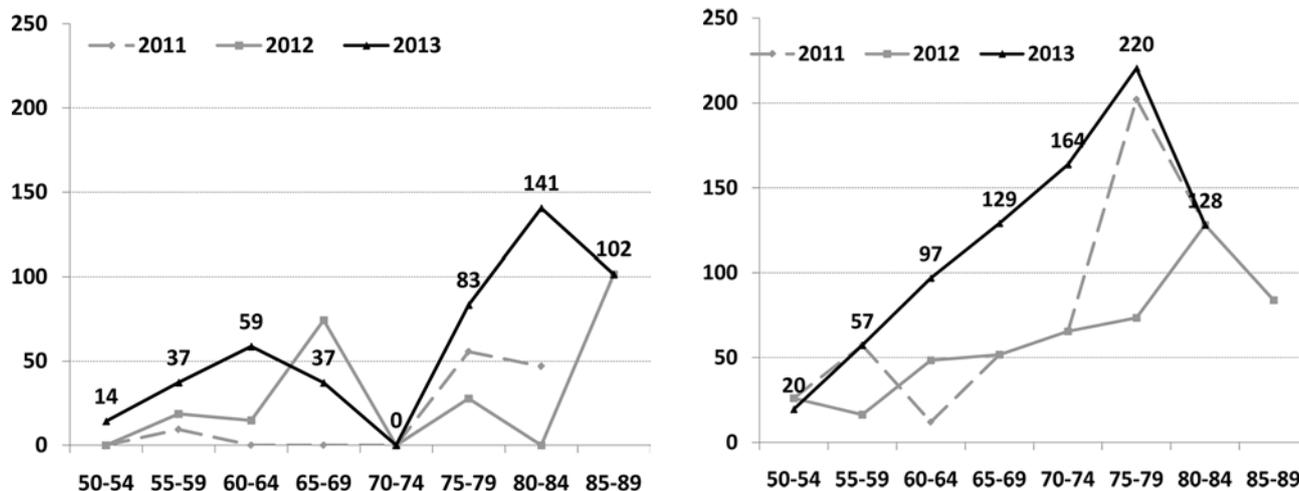


Рис. 3. Ежегодная инцидентность низкоэнергетических переломов проксимального отдела плечевой кости у мужчин (слева) и женщин (справа) в различных возрастных группах Армении (на 100 тыс. населения)

Fig. 3. Annual incidence of low energy fractures of proximal humerus in men (left chart) and women (right chart) in various age groups of Armenia (per 100 000 of population)

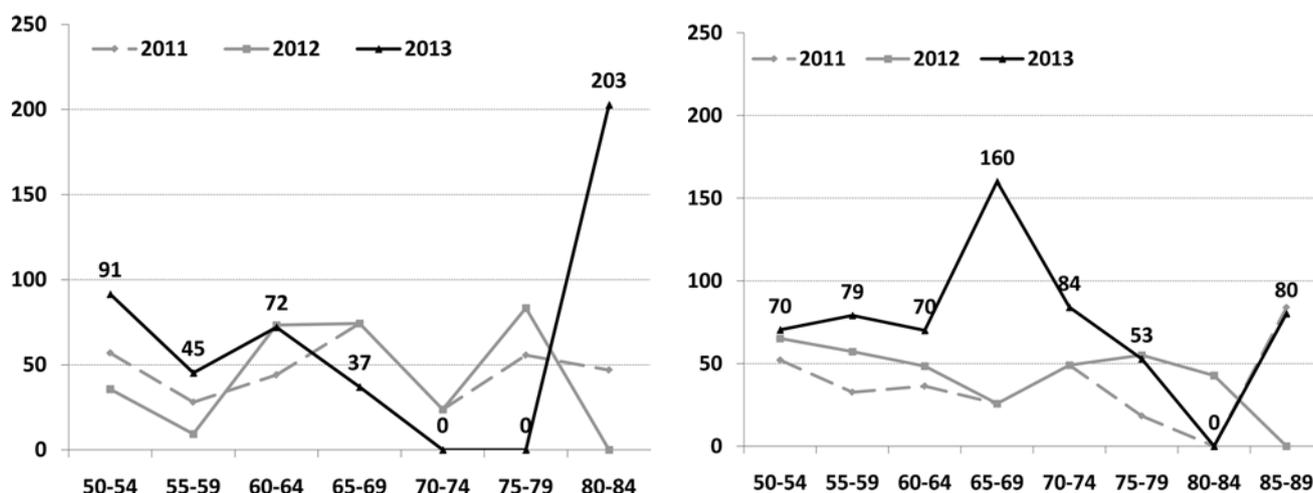


Рис. 4. Ежегодная инцидентность низкоэнергетических переломов дистального отдела голени у мужчин (слева) и женщин (справа) в различных возрастных группах Армении (на 100 тыс. населения)

Fig. 4. Annual incidence of low energy fractures of distal tibia in men (left chart) and women (right chart) in various age groups of Armenia (per 100 000 of population)

Вторыми по частоте были низкоэнергетические переломы дистального отдела предплечья. В 2013 г. мы выявили 126 таких переломов, что в 2,2 раза больше, чем в 2011 г. и в 1,8 раз, чем в 2012 г. (см. табл. 1). Инцидентность этого вида травмы в 2013 г. составила среди женщин и мужчин 176,4 на 100 тыс. и 56,1 на 100 тыс. соответственно, а соотношение женщин и мужчин было 3:1. Число выявленных в 2013 г. низкоэнергетических переломов проксимального отдела плечевой кости (48 у женщин, 18 у мужчин) было в 1,8 раз больше, чем в 2011 г., и в 2,1 раз больше, чем в 2102 г. Число перело-

мов голени в 2013 г. (42 у женщин, 28 у мужчин) было в 1,7 раз выше, чем в 2011 г. и в 1,5 раза выше, чем в 2012 г.

Тенденция к увеличению частоты низкоэнергетических переломов предплечья, плеча и голени в 2013 г. в сравнении с 2011–2012 гг., была очевидной практически во всех половозрастных группах (см. рис. 2–4).

Таким образом, основываясь на данных нашего исследования, ожидаемое ежегодное число остеопорозных переломов проксимального отдела бедра в Армении достигает 2067 случаев, переломов дистального отдела предплечья –

1205, а переломов проксимального отдела плечевой кости – 640. Общее ожидаемое ежегодное число остеопорозных внепозвоночных переломов – 3912.

Обсуждение

В данном исследовании мы впервые изучили инцидентность остеопорозных переломов в Армении на основе региональных оценок, экстраполируя их на всю территорию страны. Подобная методология рассматривается J. Kanis с соавторами [19] в качестве наиболее приемлемой при отсутствии достоверных общепопуляционных данных о травматизме и национальных регистров переломов. Схожий дизайн был использован при исследованиях в Бразилии [28]; Хорватии [21], Греции [24], Испании [11], России [22] и Польше [16].

Наши результаты подтвердили предположение, что в Армении значительная часть переломов не регистрировалась в документах травматологической службы. Этому способствовали, на наш взгляд, удаленность медицинских учреждений, недобро оснащение ЛПУ, отмечаемые и другими авторами [7]. Поэтому для анализа инцидентности остеопорозных переломов мы использовали данные лишь за 2013 г., когда методология сбора информации была изменена на проспективную, и была выстроена система по выявлению максимального количества переломов из всех доступных достоверных источников. Подобная методология представлена в проекте ЭВА, которое проводится по инициативе Российской ассоциации по остеопорозу в России, Беларуси, Молдове, Узбекистане, Украине, Казахстане и Кыргызстане [27].

Таким образом, ежегодная инцидентность ППОБК в Армении, составившая 136,1 и 201,1 на 100 тыс. у мужчин и женщин соответственно, была примерно на 30% ниже, чем в Рос-

сии [22]. При этом уровень ППОБК в Армении среди женщин был сопоставим с таковым в Чили (207/100 000), Таиланде (207/100 000) и Бразилии (199/100 000) и мог быть охарактеризован как промежуточный между умеренным и низким [26]. Частота ППОБК у мужчин в Армении была существенно ниже, но отвечала, тем не менее, критериям «умеренной» и была близка к таковой в Канаде (131/100 000), Польше (133/100 000), Новой Зеландии (140/100 000) и Италии (140/100 000) [13, 19, 25]. При этом инцидентность ППОБК в Греции, стране Средиземноморского региона, наиболее близкой Армении по географической широте, была в 1,3 раз выше [24]. Мы сравнили наши результаты с данными еще одной страны, близкой к Армении географически и по продолжительности жизни, – Румынии [18]. Мы выявили как общие эпидемиологические тенденции, так и различия. Так, в обеих странах ППОБК происходила чаще других остеопорозных переломов, почти в 1,5 раза чаще были у женщин, а их инцидентность нарастала с возрастом. Наибольшие показатели частоты были среди лиц старше 75 лет именно за счет женской части населения. Вместе с тем, частота ППОБК в Армении у лиц моложе 70 лет была ниже, а среди людей старше 75 лет была значительно выше, чем в Румынии [18].

Мы сравнили соотношение частоты ППОБК и переломов других локализаций в Армении, а затем сравнили эти показатели с аналогичными в Швеции, где эпидемиология остеопороза изучена особенно хорошо [20].

Так, индекс, представляющий собой отношение частоты переломов предплечья к частоте ППОБК, рассчитанный в результате крупного исследования в шведском г. Мальмё (индекс Мальмё), сопоставим для многих стран. Данные таблицы 2 показывает, что в Армении соотношение частоты ППОБК к частоте других переломов также было близко индексу Мальмё,

Таблица 2/ Table 2

Ежегодная инцидентность низкоэнергетических переломов у мужчин и женщин старше 50 лет (на 100 тыс. населения) в Армении и г. Мальмё (Швеция)
Annual incidence of low energy fractures in men and women aged 50 years and older (per 100 000 of population) in Armenia and Malmö (Sweden)

Локализация переломов Fracture locations	Армения Armenia		Мальмё (Швеция) Malmö (Sweden)	
	мужчины men	женщины women	мужчины men	женщины women
Соотношение инцидентности переломов предплечья/ППОБК Incidence ratio of forearm/proximal femur fractures	0,41	0,88	0,48	0,87

что согласуется с современными представлениями о природе остеопорозных переломов и подтверждает правомочность выбранного нами способа сбора данных.

Стоит отметить, что наши результаты показали, что в Армении не только ППОБК «ускользали» от официальной статистики. Увеличение в 1,8–1,9 раз числа невертебральных остеопорозных переломов (помимо ППОБК), констатированное в 2013 г., в сравнении с 2011–2012 гг., свидетельствовало, что данные травматологической службы не выявляли большую долю и этих переломов. Таким образом, ожидаемое общее ежегодное число малотравматичных внепозвоночных переломов, ассоциированных с остеопорозом, рассчитанное согласно нашему исследованию, в Армении достигало 3912. Наблюдаемые демографические тенденции [8] позволяют предположить, что старение населения будет увеличивать это число ежегодно, усиливая бремя ОП в стране.

Наше исследование имело свои ограничения. Так, в ряде проектов было показано, что инцидентность переломов может варьировать внутри одной страны в разных регионах [11, 14], среди представителей разных этнических и социальных слоев [15]. Дискутируются ассоциативные связи частоты переломов с образовательным и семейным статусом [12]. Показана большая частота остеопорозных переломов среди жителей города в сравнении с сельчанами, в частности, в Швеции [20], Норвегии [17], Швейцарии [23], Хорватии [21] США и Китая [15]. При этом изученные нами регионы являются территориями с преимущественно сельским населением и расположены на некотором расстоянии от столицы [8]. Однако небольшие территория и численность населения Армении, а также явная этническая однородность страны позволяют предположить минимальные вариации эпидемиологии переломов на различных территориях. Также мы не можем исключить, что часть пожилых сельских жителей с переломами, не обращавшиеся ни к врачу, ни к народным целителям, вообще не попала в наше поле зрения. Скорее всего, эти случаи существенно не отразились бы на инцидентности переломов, констатированной нами. Однако не выявленные нами переломы увеличили бы ожидаемое число ППОБК в Армении в год.

Таким образом, низкоэнергетические переломы у людей старшего возраста являются серьезной проблемой в Армении. Проведенное исследование выявило низкий уровень оказания специализированной травматологической помощи этому контингенту и целесообразность организационных мероприятий по ее оптимизации.

Учитывая увеличение доли пожилых людей в обществе, республика остро нуждается в программах, направленных на профилактику, раннее выявление и лечение остеопороза.

Важным направлением предупреждения повторных переломов должны стать диагностика и инициация терапии заболевания в этой группе (службы профилактики повторных переломов).

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Армения. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Режим доступа: <http://www.who.int/countries/arm/ru/>. (дата обращения: 13.01.2017).
2. Иванов С.Н., Кочиш А.Ю., Санникова Е.В. Опыт создания службы вторичной профилактики остеопоротических переломов костей в РНИИТО им. Р.Р. Вредена. *Фарматека*. 2015;(S4):27-33.
3. Клинические рекомендации по профилактике и ведению больных с остеопорозом. Изд. 2-е, доп. Под ред. О.М. Лесняк; Российская ассоциация по остеопорозу. Ярославль: Литера; 2012. 24 с.
4. Кочиш А.Ю., Лесняк О.М. Профилактика повторных переломов костей у пациентов с остеопорозом. В кн.: Остеопороз. Под ред. О.М. Лесняк. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. Гл. 22. с. 446-462.
5. Маркарян А.Г. Особенности современной демографической ситуации в Армении. *Медицинская наука Армении*. 2010;(4):101-107.
6. Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И. Эпидемиология остеопороза и переломов. В кн.: Руководство по остеопорозу. Под ред. Л.И. Беневоленской. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2003. Гл. 1. с. 10-55.
7. Никогосян Р.В. Проблемы медицинского обеспечения населения Армении при возможных катастрофах. *Медицинская наука Армении*. 2008;(4):8-17.
8. Результаты переписи населения Республики Армения 2011 г. (показатели республики Армения). Режим доступа: <http://www.armstat.am/ru/?nid=542>. (дата обращения: 13.01.2017).
9. Тадевосян А.Э. Состояние здоровья и субъективные жалобы жителей сельских районов араратской долины. *Медицинская наука Армении*. 2007;(1):86-88.
10. Эпидемиологический словарь. Под ред. Дж. М. Ласта. М.: Глобус; 2009. 316 с.
11. Azagra R., Zwart M., Encabo G., Aguyé A., Martín-Sánchez J.C., Puchol-Ruiz N. et al. GROIMAP study group. Rationale of the Spanish FRAX model in decision-making for predicting osteoporotic fractures: an update of FRIDEX cohort of Spanish women. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2016;17:262. DOI: 10.1186/s12891-016-1096-6.
12. Benetou V., Orfanos P., Feskanich D., Michaëlsson K., Pettersson-Kymmer U., Ahmed L.A. Education, marital status, and risk of hip fractures in older men and women: the CHANCES project. *Osteoporos Int*. 2015;26(6):1733-1746.
13. Boufous S., Finch C., Lord S., Close J., Gothelf T., Walsh W. The epidemiology of hospitalised wrist fractures in older people, New South Wales, Australia. *Bone*. 2006;39:1144-1148.

14. Cauley J.A., Chalhoub D., Kassem A.M., Fuleihan Gel-H. Geographic and ethnic disparities in osteoporotic fractures. *Nat Rev Endocrinol.* 2014;10(6):338-351.
15. Cheung E.Y.N., Bow C.H., Cheung C.L., Soong C., Yeung S., Loong C., Kung A. Discriminative value of FRAX for fracture prediction in a cohort of Chinese postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2012;23:871-878.
16. Czerwiński E., Borowy P., Kumorek A., Amarowicz J., Górkiewicz M., Milert A. Fracture risk prediction in outpatients from Krakow Region using FRAX tool versus fracture risk in 11-year follow-up. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2013;15(6):617-28. DOI: 10.5604/15093492.1091517.
17. Emaus N., Olsen L.R., Ahmed L.A., Balteskard L., Jacobsen B.K., Magnus T., Ytterstad B. Hip fractures in a city in Northern Norway over 15 years: time trends, seasonal variation and mortality: the Harstad Injury Prevention Study. *Osteoporos Int.* 2011;22(10):2603-2610.
18. Grigorie D., Sucaliuc A., Johansson H., Kanis J., McCloskey E. Incidence of Hip Fracture in Romania and the Development of a Romanian FRAX Model. *Calcif Tissue Int.* 2013;92(5):429-436.
19. Kanis J.A., Oden A., McCloskey E.V., Johansson H.D., Wahl A., Cooper C. A systematic review of hip fracture incidence and probability of fracture worldwide. *Osteoporos Int.* 2013;23(9):2239-2256.
20. Kanis J.A., Johnell O., Oden A., Sembo I., Redlund-Johnell I., Dawson A. et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malmö. *Osteoporos Int.* 2001;11(8):669-674.
21. Karacić T.P., Kopjar B. Hip fracture incidence in Croatiaian patients aged 65 years and more. *Lijec Vjesn.* 2009;131(1-2):9-13.
22. Lesnyak O., Ershova O., Belova K., Gladkova E., Sinitina E., Ganert O. et al. Epidemiology of fracture in the Russian Federation and the development of a FRAX model. *Arch Osteoporos.* 2012;(7):67-73.
23. Lippuner K., Johansson H., Kanis J.A., Rizzoli R. FRAX assessment of osteoporotic fracture probability in Switzerland. *Osteoporos Int.* 2010;21(3):381-389.
24. Lyritis G.P., Rizou S., Galanos A., Makras P. Incidence of hip fractures in Greece during a 30-year period: 1977-2007. *Osteoporos Int.* 2013;24(5):1579-1585. DOI: 10.1007/s00198-012-2154-z.
25. Piscitelli P., Chitano G., Johansson H., Brandi M.L., Kanis J.A., Black D.M. Updated fracture incidence rates for the Italian version of FRAX. *Osteoporos Int.* 2013;24(3):859-866.
26. Pongchaiyakul C., Nguyen N.D., Eisman J.A., Nguyen T.V. Clinical risk indices, prediction of osteoporosis, and prevention of fractures: diagnostic consequences and costs. *Osteoporos Int.* 2005;16(11):1444-1450.
27. The Eastern European & Central Asian Regional Audit Epidemiology, costs & burden of osteoporosis in 2010. Режим доступа: <https://www.iofbonehealth.org/eastern-european-central-asian-audit>. (дата обращения: 13.01.2017).
28. Zerbini C.A., Szejnfeld V.L., Abergaria B.H., McCloskey E.V., Johansson H., Kanis J.A. Incidence of hip fracture in Brazil and the development of a FRAX model. *Arch Osteoporos.* 2015;10:224. DOI: 10.1007/s11657-015-0224-5.
29. 2013-2020 A Global action plan for the prevention and control of NCDs. Режим доступа: <http://www.who.int/pmh/publications/ncd-action-plan/en/>. (дата обращения: 13.01.2017).
30. Armenia. World Health Organization (WHO). (in Russian). Available at: <http://www.who.int/countries/arm/ru/>. (assessed: 13.01.2017).
31. Ivanov S.N., Kochish A.Yu., Sannikova E.V. [Experience of creation the osteoporotic bone fractures secondary prevention service in RNIITO im. R.R. Vredena]. *Farmateka* [Farmateka]. 2015;(S4):27-33. (in Russian).
32. [Clinical guidelines for the osteoporosis prevention and management of patients with OP]. 2nd ed. Ed. by O.M. Lesnyak. Yaroslavl : Litera; 2014. 24 p. (in Russian).
33. Kochish A.Y., Lesnyak O.M. [Prevention of recurrent bone fractures in patients with osteoporosis]. In: Lesnyak O.M., ed. [Osteoporosis]. M. : GEOTAR-Media; 2016. p. 446-462. (in Russian).
34. Markarian A.G. [Features of the current demographic situation in Armenia]. *Meditsinskaya nauka Armenii* [Medical Science of Armenia]. 2010(4):101-107. (in Russian).
35. Mikhailov E.E., Benevolenskaya L.I. [Epidemiology of osteoporosis and fractures] In: Benevolenskaya L.I., ed. [Guidelines on Osteoporosis]. M. : BINOM; 2003. p. 10-55 (in Russian).
36. Nikoghosian R.V. [The problems of providing the population of Armenia with medical assistance in case of possible disasters]. *Meditsinskaya nauka Armenii* [Medical Science of Armenia]. 2008;(4):8-17 (in Russian).
37. [Results of the population census of the Republic of Armenia in 2011. (Indicators of the Republic of Armenia)] 2011. (in Russian). Available at: <http://www.armstat.am/ru/?nid=542>. (дата обращения 13.01.2017).
38. Tadevosyan A.E. [Health status and subjective complaints of people in rural areas of the Ararat valley]. *Meditsinskaya nauka Armenii* [Medical Science of Armenia] 2007;(1): 86-88. (in Russian).
39. Last J., ed. [Epidemiologic dictionary]. – Moscow : Globus; 2009. 316 p. (in Russian).
40. Azagra R., Zwart M., Encabo G., Aguyé A., Martín-Sánchez J.C., Puchol-Ruiz N. et al. GROIMAP study group. Rationale of the Spanish FRAX model in decision-making for predicting osteoporotic fractures: an update of FRIDEX cohort of Spanish women. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:262. DOI: 10.1186/s12891-016-1096-6.
41. Benetou V., Orfanos P., Feskanich D., Michaëlsson K., Pettersson-Kymer U., Ahmed L.A. Education, marital status, and risk of hip fractures in older men and women: the CHANCES project. *Osteoporos Int.* 2015;26(6):1733-1746.
42. Boufous S., Finch C., Lord S., Close J., Gothelf T., Walsh W. The epidemiology of hospitalised wrist fractures in older people, New South Wales, Australia. *Bone.* 2006;39:1144-1148.
43. Cauley J.A., Chalhoub D., Kassem A.M., Fuleihan Gel-H. Geographic and ethnic disparities in osteoporotic fractures. *Nat Rev Endocrinol.* 2014;10(6):338-351.
44. Cheung E.Y.N., Bow C.H., Cheung C.L., Soong C., Yeung S., Loong C., Kung A. Discriminative value of FRAX for fracture prediction in a cohort of Chinese postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2012;23:871-878.
45. Czerwiński E., Borowy P., Kumorek A., Amarowicz J., Górkiewicz M., Milert A. Fracture risk prediction in outpatients from Krakow Region using FRAX tool versus fracture risk in 11-year follow-up. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2013;15(6):617-28. DOI: 10.5604/15093492.1091517.
46. Emaus N., Olsen L.R., Ahmed L.A., Balteskard L., Jacobsen B.K., Magnus T., Ytterstad B. Hip fractures in a city in Northern Norway over 15 years: time trends, seasonal variation and mortality: the Harstad Injury Prevention Study. *Osteoporos Int.* 2011;22(10):2603-2610.
47. Grigorie D., Sucaliuc A., Johansson H., Kanis J., McCloskey E. Incidence of Hip Fracture in Romania and

References

- the Development of a Romanian FRAX Model. *Calcif Tissue Int.* 2013;92(5):429-436.
19. Kanis J.A., Oden A., McCloskey E.V., Johansson H.D., Wahl A., Cooper C. A systematic review of hip fracture incidence and probability of fracture worldwide. *Osteoporos Int.* 2013;23(9):2239-2256.
 20. Kanis J.A., Johnell O., Oden A., Sembo L., Redlund-Johnell I., Dawson A. et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malmö. *Osteoporos Int.* 2001;11(8):669-674.
 21. Karacić T.P., Kopjar B. Hip fracture incidence in Croatian patients aged 65 years and more. *Lijec Vjesn.* 2009;131(1-2):9-13.
 22. Lesnyak O., Ershova O., Belova K., Gladkova E., Sinitsina E., Ganert O. et al. Epidemiology of fracture in the Russian Federation and the development of a FRAX model. *Arch Osteoporos.* 2012;(7):67-73.
 23. Lippuner K., Johansson H., Kanis J.A., Rizzoli R. FRAX assessment of osteoporotic fracture probability in Switzerland. *Osteoporos Int.* 2010;21(3):381-389.
 24. Lyritis G.P., Rizou S., Galanos A., Makras P. Incidence of hip fractures in Greece during a 30-year period: 1977-2007. *Osteoporos Int.* 2013;24(5):1579-1585. DOI: 10.1007/s00198-012-2154-z.
 25. Piscitelli P., Chitano G., Johansson H., Brandi M.L., Kanis J.A., Black D.M. Updated fracture incidence rates for the Italian version of FRAX. *Osteoporos Int.* 2013;24(3):859-866.
 26. Pongchaiyakul C., Nguyen N.D., Eisman J.A., Nguyen T.V. Clinical risk indices, prediction of osteoporosis, and prevention of fractures: diagnostic consequences and costs. *Osteoporos Int.* 2005;16(11):1444-1450.
 27. The Eastern European & Central Asian Regional Audit Epidemiology, costs & burden of osteoporosis in 2010. Available at: <https://www.iofbonehealth.org/eastern-european-central-asian-audit>. (assessed: 13.01.2017).
 28. Zerbini C.A., Szejnfeld V.L., Abergaria B.H., McCloskey E.V., Johansson H., Kanis J.A. Incidence of hip fracture in Brazil and the development of a FRAX model. *Arch Osteoporos.* 2015;10:224. DOI: 10.1007/s11657-015-0224-5.
 29. 2013-2020 A Global action plan for the prevention and control of NCDs. Available at: <http://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/en/>. (assessed: 13.01.2017).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Саакян Саркис – заведующий отделением травматологии и ортопедии, Медицинский центр Арташат

Закроева Алла Геннадьевна – д-р мед. наук, доцент, заведующая кафедрой профилактической и семейной медицины ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Галстян Рубен – канд. мед. наук, заместитель директора Научного центра травматологии и ортопедии Министерства здравоохранения Республики Армения

Ханамирян Татевик – д-р мед. наук, профессор, заместитель директора Научного центра травматологии и ортопедии Министерства здравоохранения Республики Армения

Ароян Армине – канд. мед. наук, заведующая отделением ревматологии медицинского центра «Еребуни»

Мамиконян Нарине – главный врач медицинского центра «Еребуни»

Бабалян Варта – менеджер ООО «Диавант»

Лебедев Анатолий Константинович – канд. мед. наук, доцент кафедры семейной медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Гладкова Елена Николаевна – канд. мед. наук, заведующая отделением организационно-методической работы ГБУЗ СО «Верхнепышминская ЦГБ им. П.Д. Бородин»

Лесняк Ольга Михайловна – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры семейной медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; профессор кафедры профилактической и семейной медицины ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sarkis Sahakyan – Head, Department of Traumatology and Orthopedic, Artashat Medical Center

Alla G. Zakroyeva – Dr. Sci. (Med.), Head, Department of Preventive and Family Medicine, Ural State Medical University

Ruben Galstyan – Cand. Sci. (Med.), Deputy Director, Scientific Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Republic of Armenia

Tatevik Khanamiryan – Dr. Sci. (Med.), Professor Deputy Director for Science, Scientific Center of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Republic of Armenia

Armine Haroyan – Cand. Sci. (Med.), Head, Department of Rheumatology, Erebouni Medical Center Closed Joint-Stock Company (CJSC)

Narine Mamikonyan – General Manager, Erebouni Medical Center Closed Joint-Stock Company (CJSC)

Varta Babalyan – Manager, “Diavant” LLC

Anatoliy K. Lebedev – Cand. Sci. (Med.), Lecturer, Family Medicine Department, Mechnikov North West State Medical University

Elena N. Gladkova – Cand. Sci. (Med.), Head of Administration and Guidance Department, Verkhnyaya Pyshma Central City Hospital named after P.D. Borodin

Olga M. Lesnyak – Dr. Sci. (Med.), Professor, Family Medicine Department, Mechnikov North West State Medical University; Professor, Department of Preventive and Family Medicine, Ural State Medical University

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАВИГАЦИИ НА КЛИНИЧЕСКИЕ И РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРИГИРУЮЩИХ ОКОЛОСУСТАВНЫХ ОСТЕОТОМИЙ БЕДРЕННОЙ И БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ ГОНАРТРОЗОМ (обзор литературы)

П.Г. Кочергин¹, Н.Н. Корнилов^{1,2}, Т.А. Куляба¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Минздрава России
Ул. Киричная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Реферат

В течение последнего десятилетия отмечается тенденция к более широкому клиническому применению цифровых технологий на всех этапах лечения пациентов с ортопедическими заболеваниями: от диагностики и предоперационного планирования до интраоперационного контроля за точностью хирургических манипуляций и последующей количественной оценки достигаемых результатов.

Целью настоящего исследования является анализ научных публикаций, посвященных корригирующим остеотомиям бедренной и большеберцовой костей с использованием компьютерной навигации у больных гонартрозом. Гипотеза исследования заключалась в следующем: проведение корригирующих остеотомий с компьютерной навигацией улучшает точность коррекции оси конечности во фронтальной и сагиттальной плоскостях, что благоприятно сказывается как на функциональных исходах лечения, так и на продолжительности клинического эффекта.

В электронных базах данных PubMed, PubMedCentral, GoogleScholar и eLIBRARY был выполнен поиск публикаций на английском и русском языках по ключевым словам: остеартроз коленного сустава, остеотомия бедренной кости, остеотомия большеберцовой кости, компьютерная навигация и их английским аналогам.

В большинстве проанализированных работ подтверждается выдвинутая гипотеза. Компьютерная навигация позволяет более точно, по сравнению с традиционной методикой, контролировать коррекцию оси конечности во фронтальной и сагиттальной плоскостях, в том числе наклон плато большеберцовой кости кзади. Несмотря на то, что изучение функциональных результатов лечения в меньшей степени привлекало исследователей, чем точность интраоперационных манипуляций, можно констатировать, что навигация способствовала достижению более высоких показателей, хотя выявляемые различия чаще всего статистически значимо не отличались. В единичных работах, в которых анализируются отдаленные исходы лечения, предпочтение отдается использованию навигационных технологий, позволяющих добиться 10-летней выживаемости околосуставных остеотомий на уровне 97%, что сопоставимо с результатами современного эндопротезирования коленного сустава.

Таким образом, анализ опубликованных работ подтвердил гипотезу исследования, а также не выявил повышенной частоты осложнений, ассоциированных с использованием данной инновационной технологии.

Ключевые слова: гонартроз, остеотомия бедренной кости, остеотомия большеберцовой кости, компьютерная навигация.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-163-175.

Кочергин П.Г., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Влияние компьютерной навигации на клинические и рентгенологические результаты корригирующих околосуставных остеотомий бедренной и большеберцовой костей у больных гонартрозом (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):163-175. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-163-175.

Cite as: Kochergin P.G., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. [The Influence of Computer-Assisted Surgery on Clinical and Radiographic Outcomes of Periarticular Femur and Tibia Osteotomies in Osteoarthritic Patients (Review)]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):163-175. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-163-175.

Кочергин Павел Геннадьевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Pavel G. Kochergin. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: dr.kochergin2015@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 01.06.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 13.02.2017.

The Influence of Computer-Assisted Surgery on Clinical and Radiographic Outcomes of Periarticular Femur and Tibia Osteotomies in Osteoarthritic Patients (Review)

P.G. Kochergin, N.N. Kornilov, T.A. Kulyaba

¹ *Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia*

² *Mechnikov North-Western State Medical University
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia*

Abstract

Nowadays the clinical application of digital technologies became a growing trend at every stage of orthopedic patient treatment: from diagnostic procedures and pre-operative planning to intra-operative control of surgical manipulations and evaluation of final results later.

The aim of this research was to analyze the studies dedicated to application of computer-assisted surgery (CAS) for femur and tibial osteotomies in patients with gonarthrosis. The hypothesis was that CAS improves the precision of leg alignment correction in frontal and sagittal planes that positively influencing both functional result of treatment and longevity of clinical effect.

The PubMed, PubMedCentral, GoogleScholar and eLIBRARY searched for relevant studies using following key words: knee, osteoarthritis, gonarthrosis, osteotomy, CAS, navigation and its russian analogs.

The majority of publications favored CAS in comparison to traditional osteotomy techniques both for leg alignment and tibial slope control. Despite generally researchers paid less attention to functional results after CAS-osteotomies than to precision of surgical manipulations it is possible to confirm that there is strong tendency to better knee scores after navigation while the difference is not always statistically significant. Rare publications dedicated to long term results favor CAS: 10 years survival rate is 97% that correspond to outcomes of modern total knee arthroplasty.

Hence, the current literature confirms the hypothesis of our study and don't reveal increase of complications rate associated with CAS.

Keywords: knee osteoarthritis, gonarthrosis, femur osteotomy, tibial osteotomy, CAS, computer-assisted navigation.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-163-175.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

В течение последнего десятилетия отмечается тенденция к более широкому клиническому применению цифровых технологий на всех этапах лечения пациентов с ортопедическими заболеваниями: от диагностики и предоперационного планирования до интраоперационного контроля за точностью хирургических манипуляций и последующей количественной оценки достигаемых результатов.

Целью настоящего исследования является анализ научных публикаций, посвященных корригирующим остеотомиям бедренной и большеберцовой костей с использованием компьютерной навигации у больных гонартрозом. Гипотеза исследования заключалась в следующем: проведение корригирующих остеотомий с компьютерной навигацией улучшает точность коррекции оси конечности во фронтальной и сагиттальной плоскостях, что благоприятно сказывается как на функциональных исходах лечения, так и на продолжительности клинического эффекта.

В электронных базах данных PubMed, PubMedCentral, GoogleScholar и eLIBRARY

был выполнен поиск публикаций на английском и русском языках по ключевым словам: остеоартроз коленного сустава, остеотомия бедренной кости, остеотомия большеберцовой кости, компьютерная навигация и их английским аналогам.

К гонартрозу в настоящее время относят гетерогенную группу заболеваний различной этиологии со сходными биологическими, морфологическими, клиническими проявлениями и исходом, при которых имеет место поражение всех элементов коленного сустава: хряща, субхондральной кости, менисков, синовиальной оболочки, связок, капсулы и околоуставных мышц [1].

По данным различных авторов, доля остеоартроза колеблется от 30 до 55% среди всех ортопедических заболеваний, по поводу которых пациенты обращаются к врачу [2, 3]. В частности, М.В. Головаха с соавторами приводят сведения о том, что рентгенологические признаки артроза крупных суставов есть у 70% пациентов старше 55 лет, а удельный вес пациентов с артрозом коленного сустава составляет 30–50% [3].

Гонартроз широко распространен среди средних возрастных групп, активно занимающихся трудовой деятельностью и спортом.

При гонартрозе снижение качества жизни отмечают до 80% пациентов, а инвалидизация происходит у 10–21% больных [3]. Это связано с тем, что до настоящего времени не разработаны консервативные методы и средства лечения, способные остановить развитие заболевания, в связи с чем по мере его прогрессирования большинству пациентов требуется частичная или тотальная артропластика коленного сустава.

По данным М.А. Колесникова, 58% больных гонартрозом, перенесших эндопротезирование коленных суставов, были моложе 60 лет [5]. Регистр эндопротезирования РНИИТО им. Р.Р. Вредена также свидетельствует о ежегодном росте больных в возрастной группе моложе 55 лет, которым выполняется этот вид хирургического лечения [9]. Как данные зарубежных регистров эндопротезирования, так и посвященные анализу осложнений этой операции исследования свидетельствуют, что частота ревизионных вмешательств у пациентов моложе 55 лет в 5 раз выше, чем в группе старше 75 лет, и достигает 53,1% [9]. Следовательно, артропластика коленного сустава у больных этого возраста является не лучшим хирургическим решением.

Вместе с тем остеотомии позволяют отсрочить необходимость эндопротезирования коленного сустава у пациентов средней возрастной группы на 10–15 лет. Так, А. Sternheim с соавторами, проанализировав результаты 45 корригирующих остеотомий со средним сроком наблюдения 13,3 года (максимум – 25 лет) у пациентов, средний возраст которых на момент операции составлял 46 лет, установили, что 10-летняя выживаемость составила 89,9%, 15-летняя – 78,9%, а 20-летняя – 21,5% [50]. Таким образом, органосохраняющее хирургическое лечение больных гонартрозом может быть столь же успешным, как и артропластика коленного сустава. При этом для достижения успеха важно проводить тщательное предоперационное планирование с правильным выбором сегмента конечности и постоянный контроль точности действий хирурга во время операции. Тогда, по данным D. Saragaglia с соавторами, результаты эндопротезирования коленного сустава после корригирующих остеотомий не будут значимо отличаться от исходов стандартной артропластики [45].

Корригирующие околосуставные остеотомии бедренной или большеберцовой костей более 100 лет применяются для лечения больных

гонартрозом, однако в настоящее время частота их использования существенно уступает эндопротезированию. Корригирующая остеотомия направлена на перенос нагрузки с пораженного отдела сустава на интактный, восстановление измененной оси нижней конечности, улучшение соотношения суставных поверхностей и восстановление биомеханических свойств коленного сустава [13]. По данным литературы, внутренний отдел коленного сустава подвергается дегенеративно-дистрофическим изменениям в 10 раз чаще, чем наружный. Известно, что при нормальной оси нижней конечности около 60% нагрузки приходится на внутренний отдел коленного сустава. По мере появления и прогрессирования варусной деформации перегрузка медиального отдела возрастает в несколько раз. Тем не менее, в большинстве случаев заболевание на протяжении многих лет продолжает локализоваться в том отделе сустава, который впервые был поражен патологическим процессом [6, 13].

Причины снижения болевого синдрома после остеотомии до конца не ясны, но, по данным различных авторов, наряду с изменением нагрузки и ликвидацией повышенного внутрисуставного давления, остеотомия стимулирует локальное кровоснабжение и ремоделирование субхондральной кости в пораженном отделе сустава [10]. Хотя в некоторых работах сообщается о пролиферации фиброзного хряща на внутренних мышечках большеберцовой и бедренной костей, по мнению большинства авторов, прямая связь между клиническими результатами и степенью восстановления суставной поверхности, по данным гистологического, рентгенологического и артроскопического исследований, отсутствует [39, 49].

По данным М.В. Coventry, после обычной корригирующей подмышечковой остеотомии большеберцовой кости вследствие нормализации механической оси конечности происходит декомпрессия и бедренно-надколенникового сочленения, из-за чего выраженность боли в переднем отделе коленного сустава уменьшается без дополнительных вмешательств [24]. По данным автора, через 10 лет купирование болевого синдрома и сохранение хорошей функции было отмечено у 62% из 213 пациентов [23].

Клинический результат остеотомии, как и любого оперативного вмешательства, зависит от соблюдения показаний и противопоказаний к операции, тщательности подготовки пациентов и точности оперативной техники. По данным Н.А. Коржа с соавторами, показаниями к выполнению корригирующих остеотомий бедренной и большеберцовой костей являются:

– нарушение функции коленного сустава при низкой эффективности комплексной консервативной терапии у пациентов моложе 55 лет с I–II стадиями гонартроза и индексом массы тела не более 32;

– повреждение хряща в смежном отделе бедренно-большеберцового сочленения не более II стадии по Outerbridge;

– отсутствие системного остеопороза;

– варусная или вальгусная деформация конечности, не превышающая при нагрузке 15° [6, 49].

В. Мюллер отмечает, что стабильная фиксация костных фрагментов после остеотомии является одним из важнейших условий достижения оптимального результата, так как, с одной стороны, делает возможным быстрое восстановление движений в коленном суставе, а с другой – сохраняет достигнутую коррекцию оси конечности до завершения консолидации. У пациентов с гонартрозом дополнительная иммобилизация нежелательна, так как потеря подвижности в коленном суставе напрямую ассоциируется с прогрессированием заболевания [12].

Околосуставная остеотомия большеберцовой кости получила широкое распространение в конце 1950-х г. как метод выбора хирургического лечения физически активных пациентов среднего возраста с остеоартритом коленных суставов и варусной деформацией конечности. На протяжении последующих пяти десятилетий среди ортопедов превалировала догма о том, что при варусных деформациях показана остеотомия большеберцовой кости, а при вальгусной – бедренной [17, 23]. Однако, по данным S. Hofmann с соавторами, в 59% случаев варусная деформация конечности обусловлена бедренной костью, и только в 31% – большеберцовой, у 10% больных наблюдается комбинированная деформация. Вальгусная деформация за счет большеберцовой кости составляет 45% всех наблюдений, бедренной – 22%, а обоих сегментов – 33% [32, 49]. Не удивительно, что выполнение остеотомии без учета локализации деформации приводило к изменению наклона суставной линии во фронтальной плоскости, что способствовало дальнейшему прогрессированию деформирующего артроза и отсутствию клинического эффекта от вмешательства [32, 43]. Кроме этого, после некорректно выполненных остеотомий нередко наблюдались изменение угла наклона плато большеберцовой кости в сагиттальной плоскости и развитие низкого положения надколенника, что в дальнейшем существенно затрудняло проведение эндопротезирования коленного сустава, негативно отражаясь как

на количестве осложнений, так и на его функциональных исходах [4, 7].

Недостаточная коррекция оси конечности во время операции, равно как и гиперкоррекция или ее потеря до завершения процесса консолидации, признаются всеми исследователями как следующий по важности, после выбора сегмента, фактор, негативно сказывающийся на результате лечения [32, 43]. Однако практически у каждого пятого пациента после операции ось конечности не совпадает с запланированной. Это происходит из-за неточного предоперационного планирования, неправильного выбора высоты удаляемого или открываемого клина, погрешностей интраоперационного контроля и потери достигнутой коррекции из-за недостаточно надежной фиксации фрагментов [26, 36, 40].

Прецизионность предоперационного планирования напрямую зависит от условий выполнения рентгенограмм, то есть соблюдения правильной рентгенологической укладки, которой нелегко добиться при наличии деформации и сгибательной контрактуры конечности [11]. Поэтому традиционные, основывающиеся на одноплоскостной рентгенографии методы расчета степени требуемой коррекции могут оказаться недостаточно точными [26].

Обязательным условием положительного исхода околосуставной вальгизирующей остеотомии большеберцовой кости большинство авторов считают гиперкоррекцию механической оси конечности на 3–6°. J. Insall с соавторами при наблюдении 95 пациентов отметили 97% хороших и отличных результатов через 2 года, 85% – через 5 лет, 63% – через 7 лет и через 10 лет – только 37%. В 23% случаях в дальнейшем потребовалось тотальное эндопротезирование коленного сустава из-за прогрессирующего болевого синдрома [21, 33].

Однако интраоперационно невозможно получить рентгенограммы сразу всей нижней конечности. Поэтому для контроля степени коррекции оси применяется ее последовательная визуализация (тазобедренный сустав, коленный сустав и зона остеотомии, голеностопный сустав) с использованием электронно-оптического преобразователя и длинных стержней или шнура от электрокоагулятора. Это позволяет лишь количественно судить о достигаемой коррекции и дает погрешность в несколько градусов, которая возрастает при ротации конечности [34]. Следует отметить, что все современные инструментальные системы, используемые для проведения остеотомии, имеют фундаментальные, лимитирующие их точность ограничения, главным из которых является необходимость постоянного контроля хирургом нескольких

пространственных параметров *adoculus*, поэтому от ошибок не застрахованы даже опытные хирурги.

Перевести точность как планирования, так и непосредственно последующей хирургической реализации на качественно новый уровень позволяют только цифровые технологии, в частности компьютерная навигация, которая успешно применяется в ортопедии на протяжении последних 15 лет [4, 7, 8]. Из опыта применения компьютерной навигации при эндопротезировании коленного сустава известно, что она позволяет точно оценить величину деформации нижней конечности, осуществить трехмерный интраоперационный контроль коррекции оси в реальном времени, адекватно воспроизвести запланированные костные резекции, тем самым избежав случайных технических ошибок, наблюдаемых в традиционной хирургии [4, 8, 27].

На протяжении последнего десятилетия компьютерная навигация стала использоваться и при проведении околосуставных остеотомий бедренной и большеберцовой костей. Этому предшествовали экспериментальные исследования S. Hankemeier с соавторами, которые продемонстрировали, что использование навигации в сравнении с традиционной техникой повышает точность выполнения остеотомий, сокращает лучевую нагрузку, однако для проведения вмешательства требуется больше времени [30, 31]. Схожие результаты получили J. Lützneg с соавторами. Они сообщили о сокращении отклонений оси конечности во фронтальной плоскости с 8,6 до 1% при использовании навигации [37]. Вместе с тем ограничения точности контроля положения фрагментов в сагиттальной и вертикальной плоскостях при использовании навигации были отмечены в экспериментальном исследовании P. Goleski с соавторами, применявшими для контроля компьютерную томографию [29]. Одним из вариантов повышения точности, особенно при выполнении открытых клиновидных остеотомий, может быть использование дополнительного датчика, который фиксируется к проксимальному фрагменту большеберцовой кости, что было убедительно продемонстрировано Y. Yamamoto с соавторами в эксперименте [52].

Существующие системы компьютерной навигации можно разделить на два типа. В более редких системах первого типа трехмерная виртуальная модель создается на основании данных предоперационных лучевых исследований (КТ, МРТ или 3D-флюороскопии), а затем анатомические ориентиры дополнительно уточняются во время операции [7, 8, 38].

В навигационных установках второго типа (оптическая компьютерная навигация) усредненная анатомическая модель нижней конечности и коленного сустава приводится в соответствии с индивидуальными особенностями пациента интраоперационно за счет регистрации ключевых анатомических ориентиров и отслеживания калиброванного инструмента с отражающими датчиками, устанавливаемыми чрескостно в рабочем поле при помощи инфракрасных камер [7, 8, 38]. Необходимость в дополнительном предоперационном планировании с использованием как компьютерной, так и магнитно-резонансной томографии или рентгенографии в таком случае отпадает. Это снижает уровень лучевой нагрузки на пациента по сравнению с навигаторами первого типа. Однако при использовании оптической компьютерной навигации точность соответствия виртуальной анатомической модели реальной ситуации всегда зависит от качества определения хирургом референтных контрольных точек [4, 7, 14, 38].

Таким образом, система компьютерной оптической навигации состоит из датчиков (неподвижных и мобильных), инфракрасной камеры с излучателем (улавливающей перемещение датчиков в пространстве) и компьютера со специальным программным обеспечением. Датчики могут быть активными и излучать инфракрасное излучение, что требует электропитания от аккумулятора или постоянного источника тока. Однако чаще в клинической практике применяются пассивные датчики, отражающие инфракрасный сигнал, генерируемый источником, смонтированным в камеру. Неподвижные датчики фиксируются к диафизу бедренной и большеберцовой костей на 1–2 стержнях через дополнительные пункционные разрезы в пределах обзора камеры, но вне зоны непосредственного хирургического вмешательства. Стационарные датчики не должны случайно смещаться во время операции, иначе процесс регистрации анатомических ориентиров придется выполнять заново. Для регистрации анатомических ориентиров в области коленного и голеностопного суставов используют мобильные датчики. Центр головки бедренной кости определяется за счет ротации в тазобедренном суставе. В связи с тем, что компьютерные оптические навигационные системы имеют одинаковый алгоритм регистрации анатомических ориентиров и сходные принципы построения виртуальной модели коленного сустава, степень погрешности измерений у них также одинаковая: $0,5^\circ - 0,5 \text{ мм}$ [4, 8, 38].

В проанализированных работах наиболее часто упоминались три навигационных систе-

мы: Orthopilot (B-Braun Aesculap, Tuttlingen, Германия), VectorVision (BrainLab Inc, Heimstetten, Германия) и SurgiGATE (Medivision, Oberdorf, Швейцария). Первые две, на протяжении последнего десятилетия применяемые в РНИИТО им. Р.Р. Вредена, относятся к классическим системам оптической навигации: цифровая модель нижней конечности создается путем интраоперационной верификации определенных анатомических ориентиров. Комплекс SurgiGATE отличается от них тем, что дополнительно использует данные интраоперационной рентгенографии. Все вышеупомянутые системы могут использоваться для выполнения остеотомий различного типа: клиновидных закрытых, клиновидных открытых, а также шарнирных [51].

Навигационная система OrthoPilot (Aesculap) позволяет динамически контролировать изменение оси конечности во фронтальной и сагиттальной плоскостях. В исследовании D. Saragaglia и J. Roberts было выполнено 56 открытых клиновидных остеотомий: 28 – при помощи системы Orthopilot и 28 – традиционным способом. Точность достижения коррекции оси конечности $184 \pm 2^\circ$ в первой группе составила 96%, во второй – всего лишь 71%, несмотря на скрупулезное предоперационное планирование [45]. При этом осложнений ни в одной из групп отмечено не было. E.K. Song с соавторами, используя аналогичную систему навигации при 40 открытых клиновидных остеотомиях, также продемонстрировали высокую точность как коррекции механической оси конечности во фронтальной плоскости, так и сохранение индивидуального уровня наклона большеберцового плато [48]. Учет изменения длины конечности и планирование коррекции в двух плоскостях позволяет устранить сложные варусные деформации с минимальными погрешностями, что было успешно продемонстрировано в исследовании D. Saragaglia и M. Vlaysat с соавторами, представившим клинические и рентгенологические исходы лечения 42 пациентов, которым проводились двухуровневые остеотомии бедренной и большеберцовой костей с помощью системы Orthopilot с 2001 по 2010 г. [42]. Первым этапом выполнялась закрытая клиновидная остеотомия бедренной кости (толщина клина варьировала в пределах 4–7 мм). После измерения остаточной варусной деформации производилась открытая клиновидная остеотомия большеберцовой кости с применением остеозамещающего материала Biosorb. Период наблюдения за пациентами составил 46 ± 27 мес. Функциональные результаты, оцененные по шкале Tenger-Lysholm,

составили $83 \pm 7,5$ баллов. Ни одному из пациентов за период наблюдения не потребовалось тотальное эндопротезирование коленного сустава [42].

О схожих результатах сообщают исследователи, использовавшие навигационную систему VectorVision. В частности, F. Gebhard с соавторами успешно выполнили открытые клиновидные остеотомии большеберцовой кости у 51 пациента, затратив на оперативное вмешательство в среднем 105 минут и достигнув желаемого уровня коррекции оси конечности в 85% случаев [28]. D.K. Baе с соавторами оценили изменение длины конечности после 78 закрытых и 30 открытых высоких остеотомий большеберцовой кости с использованием компьютерной навигации VectorVision [19]. Дополнительно изменение длины конечности контролировалось при помощи послеоперационных рентгенограмм. Оказалось, что после закрытых высоких остеотомий большеберцовой кости, по данным компьютерной навигации и рентгенограмм, изменение длины конечности составило $-1,3 \pm 1,9$ и $-1,3 \pm 10,7$ мм соответственно. В то же время после открытых высоких остеотомий большеберцовой кости эти показатели были выше, составляя $6,2 \pm 2,6$ и $7,8 \pm 2,9$ мм. Средний угол коррекции оси во фронтальной плоскости составил $11,6 \pm 3,2^\circ$ для закрытых остеотомий большеберцовой кости и $11,5 \pm 1,9^\circ$ для открытых. Изменение угла коррекции деформации при закрытых остеотомиях не приводило к существенному изменению длины конечности, в то время как при открытых вызывало ее значимое увеличение. После закрытых остеотомий большеберцовой кости изменение длины конечности было незначительным, после открытых – увеличивалось. Исследователи пришли к выводу о том, что этот факт необходимо принимать во внимание при планировании проведения открытых остеотомий большеберцовой кости, особенно когда требуется большой угол коррекции деформации [19].

В исследовании G. Wang с соавторами, применявшими навигационную систему SURGIGATE, корригирующие остеотомии были проведены у 25 пациентов [51]. Отличительной чертой технологического обеспечения системы является рентгенологическое сопровождение, позволяющее интраоперационно выбрать инструмент для устранения деформации, провести измерения и интерактивное планирование с достижением точной коррекции

Обобщенные данные клинических исследований, представленных в таблице, свидетельствуют, что навигация повышает точность коррекции оси конечности во фронтальной

и сагиттальной плоскостях; позволяет контролировать изменение наклона плато большеберцовой кости при проведении открытых клиновидных остеотомий, что весьма затруднительно при использовании традиционной техники; не

вызывает развития каких-либо специфических осложнений и положительно сказывается на отдаленных результатах – функции оперированной конечности и продолжительности достигаемого эффекта.

Таблица

Авторы	Вид остеотомии	Количество наблюдений (навигация/контроль)	Время операции в мин (навигация/контроль)	Точность коррекции оси конечности во фронтальной плоскости (навигация/контроль)	Наклон плато большеберцовой кости в сагиттальной плоскости (навигация/контроль)	Срок наблюдения	Результаты (навигация/контроль)	Осложнения
Вае D.K. с соавт. [18]	Закрытая клиновидная б/б кости	100 (50/50)	–	2,3°/3,7°, p = 0,012 Вариабельность достоверно ниже в группе с применением компьютерной навигации	Сохранение угла наклона плато большеберцовой кости кзади при использовании навигации	12 лет	–	Нет
Вае D.K. с соавт. [20]	Закрытая клиновидная б/б кости	150 (75/75)	–	–	–	10 лет	KSS knee score: через 1 год – 90,1/86,0; KSS function score: 82,0/76,0 10-летняя выживаемость: 97,1%/89,6%	Нет
Chang J. с соавт. [22]	Медиальная открытая клиновидная б/б кости	107 (41/66)	–	Точность коррекции в группе с использованием компьютерной навигации – 75,8%, в группе контроля – 66,2%	Различий не отмечено	–	–	Нет
Gebhard F. с соавт. [28]	Открытая клиновидная б/б кости	51 (51/0)	105	Желаемый уровень коррекции достигнут у 85% пациентов	–	4,4–18 нед.	–	Нет
Na Y.G. с соавт. [38]	Открытая клиновидная б/б кости	40 (20/20)	41,3/39,2 (время рентгено-скопии: 10,4/24,8 с)	Различия не значимы, однако при навигации меньше разброс отклонений оси конечности	+0,3° (p = 0,732)/ +3° (p<0,001)	–	–	Нет
Ribiero C.H. с соавт. [41]	Открытая клиновидная б/б кости	38 (18/20)	–	3,07±1°/ 3,35 ±3,27° (p<0,001)	10,1°±0,18/ 13,75±3,75° (p<0,001)	8 лет	Шкала Tegner-Lysholm: 91/87,6 баллов	Нет
Saragaglia D. с соавт. [45]	Открытая клиновидная б/б кости	56 (28/28)	–	96% / 71% (p<.0015)	–	–	–	Нет

Окончание таблицы

Авторы	Вид остеотомии	Количество наблюдений (навигация/контроль)	Время операции в мин (навигация/контроль)	Точность коррекции оси конечности во фронтальной плоскости (навигация/контроль)	Наклон плато большеберцовый кости в сагиттальной плоскости (навигация/контроль)	Срок наблюдения	Результаты (навигация/контроль)	Осложнения
Saragaglia D. с соавт. [44]	Двухуровневая бедренной и б/б костей	42 (42/0)	–	92,7%	–	46±27 мес.	Шкала Tegner-Lysholm: 83±7,5 баллов (отличные и хорошие результаты)	Нет
Schröter S. с соавт. [46]	Открытая клиновидная б/б кости	120 (120/0)	–	2,1°±1,4°/ 1,7°±1,2° (p<0,001)	2,7°±3,9°/ 2,1°±3,9° (p<0,001)	3 года	–	Нет
Stanley J.C. с соавт. [49]	Открытая клиновидная б/б кости	117 (52/65)	–	59% / 56%	–	12 мес.	–	Нет
Sternheim A. с соавт. [50]	Закрытая варизирующая клиновидная б/б кости	45 (0/45)	–	–	–	10–20 лет	Выживаемость после проведения вмешательства: 10 лет – 90%; 15 лет – 79%; 20 лет – 21,5%	Нет
Yan J. с соавт. [53] (метаанализ)	Корректирующие закрытые и открытые б/б кости	2216 (1608/608)	–	Компьютерная навигация позволяет осуществить более точную коррекцию оси	–	–	Шкала Tegner-Lysholm: 87,8±5,9/ 88,8±5,9 баллов (различия недостоверны)	Нет
Kim S.J. с соавт. [35]	Открытая клиновидная б/б кости	90 (47/43)	74,8±6,9/ 73,8±8,5	Варусная деформация: 2,2–11,3 / 2,0–10,3 (p<0,01)	9,5±2,3 (от 5,6 до 14,6) / 10,2±2,3 (от 6,3 до 15,1) (p<0,01)	1 год	Шкала Tegner-Lysholm: 85±6 (от 73 до 92) / 83±5 (от 74 до 92) баллов	Перелом латерального мыщелка б/б кости у 2 пациентов в контрольной группе.

Следует отметить, что высказываемые опасения о повышенном риске осложнений, ассоциированных с использованием компьютерной навигации, например, повреждении сосудисто-нервных образований чрескостными стержнями, инфицировании мягких тканей в зоне прохождения стержней или даже повышении частоты хирургической инфекции из-за увеличения времени хирургического вмешательства, не нашли клинического подтверждения [15].

Преимущества систем компьютерной навигации при выполнении околосуставных остеотомий позволяют:

– создать интраоперационно точную цифровую модель метаэпифизов костей,

составляющих коленный сустав, и визуализировать ось нижней конечности пациента в режиме реального времени (в двух или трех плоскостях в зависимости от программного обеспечения);

– спланировать и проконтролировать все этапы операции с погрешностью 0,5° – 0,5 мм;
– выполнять в сочетании со специальным инструментарием подобные операции из менее протяженного хирургического доступа с меньшей травматизацией тканей.

Вместе с тем, при использовании оптической компьютерной навигации диагностика анатомических ориентиров и оси нижней конечности выполняется интраоперационно (без пред-

варительной КТ, МРТ или ЭОП-контроля во время операции). Поэтому от того, насколько точно хирург определит соответствующие точки, зависит степень соответствия показателей в навигаторе реальной клинической ситуации. Большинство проанализированных нами исследований свидетельствуют о повышении точности коррекции механической оси конечности при использовании компьютерной навигации за счет уменьшения допускаемых хирургами погрешностей. Однако мало внимания уделено изучению преимуществ в функциональных исходах лечения данной категории больных [20]. Говоря об ограничениях этой технологии, следует упомянуть, что погрешности в работе навигационной системы могут быть обусловлены смещением фиксированных к костям датчиков во время операции, кроме этого применение этого метода иногда затруднено у тучных пациентов [14, 15, 38].

В целом, характеризуя интерес исследователей к применению цифровых технологий в хирургии коленного сустава, мы с сожалением отмечаем, что корригирующие околосуставные остеотомии бедренной и большеберцовой костей не привлекают должного внимания, несмотря на очевидную перспективность направления. Так, при поиске по ключевым словам в системе Medline с 2013 по 2016 г. нами обнаружено всего 33 релевантных публикации (для сравнения: количество работ, посвященных эндопротезированию коленного сустава превышало 400).

Таким образом, гипотеза исследования подтвердилась: проведение корригирующих остеотомий с компьютерной навигацией улучшает точность достигаемой коррекции оси конечности во фронтальной и сагиттальной плоскостях, что благоприятно сказывается как на функциональных исходах лечения, так и на продолжительности достигаемого клинического эффекта. По нашему мнению, это направление хирургического лечения больных гонартрозом требует дальнейшего изучения, причем акцент должен быть смещен с уже доказанной более высокой точности хирургических манипуляций, достигаемых при помощи навигации, на анализ среднесрочных и отдаленных функциональных результатов лечения, особенно среди пациентов средней возрастной группы, активно занимающихся спортом или тяжелым физическим трудом.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература

1. Алексеева Л.И., Цветкова Е.С. Остеоартроз: из прошлого в будущее. *Научно-практическая ревматология*. 2009;(2):31-37.
2. Багирова Г.Г., Мейко О.Ю. Остеоартроз: эпидемиология, клиника, диагностика, лечение. М., 2005. 224 с.
3. Головаха М.Л. Алгоритм дифференцированного лечения остеоартроза коленного сустава. *Запорожский медицинский журнал*. 2011;(4):16-19.
4. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.Л., Середа А.П. Применение компьютерной навигации для тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с грубыми деформациями механической оси нижней конечности. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2015;(3):8-12.
5. Колесников М.А. Лечение гонартроза: современные принципы и подходы. *Практическая медицина*. 2010;(8):97-99.
6. Корж Н.А., Головаха М.Л., Орляндский В. Повреждения хряща коленного сустава. Запорожье: Просвита, 2013. 128 с.
7. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Игнатенко В.Л., Петухов А.И. Использование компьютерной навигации при тотальной артропластике коленного сустава. В кн.: Артропластика коленного сустава. СПб., 2012. с. 175-180.
8. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Тихилов Р.М. и др. Компьютерная навигация при тотальном замещении коленного сустава. Эндопротезирование в России. Вып. 4. Казань; СПб., 2008. С. 175-180.
9. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Муравьева Ю.В. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011–2013 годы. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(1):137-152.
10. Макушин В.Д., Чегуров В.К., Гордиевских Н.И. Динамика внутрикостного давления при лечении гонартроза. *Гений ортопедии*. 2003;(4):101-113.
11. Малышев Е.Е., Павлов Д.В., Блинов С.В. Динамический контроль угловых деформации в коленном суставе. *Новые технологии в травматологии и ортопедии*. 2013;(3):136-142.
12. Мюллер В. Высокая остеотомия большеберцовой кости: условия, показания, техника, проблемы, результаты. *Margo Anterior*. 2003;(1-2):2-10.
13. Орляндский В., Головаха М.Л., Шабус Р. Корригирующие остеотомии в области коленного сустава. Днепрпетровск: Пороги, 2009. 160 с.
14. Петухов А.И., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Тихилов Р.М. Анализ пространственного расположения компонентов эндопротеза коленного сустава и ранние функциональные результаты эндопротезирования с использованием компьютерной навигации. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2009;(3):51-55.
15. Петухов А.И., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Тихилов Р.М. Осложнения при использовании компьютерной навигации во время тотальной артропластики коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2009;(3):161-163.
16. Петухов А.И., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Тихилов Р.М. Тотальное эндопротезирование коленного сустава у больных с посттравматическим гонартрозом: возможности компьютерной навигации. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(1):115-123.
17. Стаценко О.А., Волна О.А., Ардашев И.П., Плотников Г.А. Комплексное лечение деформаций коленного сустава. В кн.: Тезисы докладов VII съезда травматологов-ортопедов России. Новосибирск, 2002. 528 с.

18. Bae D.K., Song S.J., Yoon K.H. Closed-wedge high tibial osteotomy using computer-assisted surgery compared to the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(9): 1164-1171. DOI: 10.1302/0301-620X.91B9.22058.
19. Bae D.K., Song S.J., Kim H.J., Seo J.W. Change in limb length after high tibial osteotomy using computer-assisted surgery: a comparative study of closed-andopen-wedge osteotomies. *Knee Surgical Sports Traumatology Arthroscopy.* 2013;21(1):120-126. DOI: 10.1007/s00167-012-1898-5.
20. Bae D.K., Song S.J., Kim K.I., Hur D., Jeong H.Y. Mid-term survival analysis of closedwedge high tibial osteotomy: A comparative study of computer-assisted andconventional techniques. *Knee.* 2016;23(2):283-288. DOI: 10.1016/j.knee.2015.10.005.
21. Cameron H.U., Botsford D.J., Park Y.S. Prognostic factors in the outcome of supracondylar femoral osteotomy for lateral compartment osteoarthritis of the knee. *Can J Surg.* 1997;40(2):114-118.
22. Chang J., Scallon G., Beckert M., Zavala J., Bollier M., Wolf B., Albright J. Comparing the accuracy of high tibial osteotomies between computer navigation and conventional methods. *Comput Assist Surg (Abingdon).* 2017;22(1):1-8. DOI: 10.1080/24699322.2016.1271909.
23. Coventry M.B., Ilstrup D.M., Wallrichs S.L. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):196-201.
24. Coventry M.B. Osteotomy of upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47:984-990.
25. Coventry M.B. Upper tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(7):1136-1140.
26. Dahl M.T. Preoperative planning in deformity correction and limb lengthening surgery. *Instr Course Lect.* 2000;49:503-509.
27. Decking R., Markmann Y., Fuchs J., Puhl W., Scharf H.P. Leg axis after computer-navigated total knee arthroplasty: a prospective randomized trial comparing computer-navigated and manual implantation. *J Arthroplasty.* 2005;20(3):282-290.
28. Gebhard F., Krettek C., Hüfner T., Grütznier P.A., Stöckle U., Imhoff A.B., Lorenz S., Ljungqvist J., Keppler P., AO CSEG. Reliability of computer-assisted surgery as an intraoperative ruler in navigated high tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131(3):297-302. DOI: 10.1007/s00402-010-1145-9.
29. Goleski P., Warkentine B., Lo D., Gyuricza C., Kendoff D., Pearle A.D. Reliability of navigated lower limb alignment in high tibial osteotomies. *Am J Sports Med.* 2008;36(11):2179-2186. DOI: 10.1177/0363546508319314.
30. Hankemeier S., Hufner T., Wang G., Kendoff D., Zeichen J., Zheng G., Krettek C. Navigated open-wedge high tibial osteotomy: advantages and disadvantages compared to the conventional technique in a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(10):917-921. DOI: 10.1007/s00167-006-0035-8.
31. Hankemeier S., Hufner T., Wang G., Kendoff D., Zheng G., Richter M., Gosling T., Nolte L., Krettek C. Navigated intraoperative analysis of lower limb alignment. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125(8):531-535. DOI: 10.1007/s00402-005-0038-9.
32. Hofmann S., Lobenhoffer P., Staubli A., Van Heerwarden R. Osteotomies of the knee joint in patients with monocompartmental arthritis. *Orthopade.* 2009;38(8): 755-769; quiz 770 (in German). DOI: 10.1007/s00132-009-1458-y.
33. Insall J., Shoji H. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee: a changing concept. *Int Surg.* 1976;61(1):11-14.
34. Kawakami H., Sugano N., Yonenobu K., Yoshikawa H., Ochi T., Hattori A., Suzuki N. Effects of rotation on measurement of lower limb alignment for knee osteotomy. *J Orthop Res.* 2004;22(6):1248-1253. DOI: 10.1016/j.orthres.2004.03.016.
35. Kim S.J., Koh Y.G., Chun Y.M., Kim Y.C., Park Y.S., Sung C.H. Medial opening wedge high-tibial osteotomy using a kinematic navigation system versus a conventional method: a 1-year retrospective, comparative study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(2):128-134. DOI: 10.1007/s00167-008-0630-y.
36. Lobenhoffer P. Importance of osteotomy around to the knee for medial gonarthrosis. Indications, technique and results. *Orthopade.* 2014;43(5):425-431. DOI: 10.1007/s00132-013-2189-7.
37. Lütznier J., Gross A.F., Günther K.P., Kirschner S. Precision of navigated and conventional open-wedge high tibial osteotomy in a cadaver study. *Eur J Med Res.* 2010;30;15(3):117-120.
38. Na Y.G., Eom S.H., Kim S.J., Chang M.J., Kim T.K. The use of navigation in medial opening wedge high tibial osteotomy can improve tibial slope maintenance and reduce radiation exposure. *Int Orthop.* 2016;40(3):499-507. DOI: 10.1007/s00264-015-2880-x.
39. Oakley S.P., Lassere M.N. A critical appraisal of quantitative arthroscopy as an outcome measure in osteoarthritis of the knee. *Semin Arthritis Rheum.* 2003;33(2):83-105.
40. Pearle A.D., Goleski P., Musahl V., Kendoff D. Reliability of image-free navigation to monitor lower-limb alignment. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(Suppl 1):90-94. DOI: 10.2106/JBJS.H.01439.
41. Ribeiro C.H., Severino N.R., Moraes de Barros Fucs P.M. Opening wedge high tibial osteotomy: navigation system compared to the conventional technique in a controlled clinical study. *Int Orthop.* 2014;38(8):1627-1631. DOI: 10.1007/s00264-014-2341-y.
42. Saragaglia D., Blaysat M., Mercier N., Grimaldi M. Results of forty two computer-assisted double level osteotomies for severe genu varum deformity. *Int Orthop.* 2012;36(5):999-1003. DOI: 10.1007/s00264-011-1363-y.
43. Saragaglia D., Massfelder J., Refaie R., Rubens-Duval B., Mader R., Rouchy R.C., Pailhé R. Computer-assisted total knee replacement after medial opening wedge high tibial osteotomy: medium-term results in a series of ninety cases. *Int Orthop.* 2016;40(1):35-40. DOI: 10.1007/s00264-015-2791-x.
44. Saragaglia D., Mercier N., Colle P.E. Computer-assisted osteotomies for genu varum deformity: which osteotomy for which varus. *Int Orthop.* 2010;34(2):185-190. DOI: 10.1007/s00264-009-0757-6.
45. Saragaglia D., Roberts J. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics.* 2005;28(10 Suppl): s1269-1274.
46. Schröter S., Ihle C., Elson D., Döbele S., Stöckle U., Ateschrang A. Surgical accuracy in high tibial osteotomy: coronal equivalence of computer navigation and gap measurement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(11):3410-3417. DOI: 10.1007/s00167-016-3983-7.
47. Sikorski J.M., Chauhan S. Computer-assisted orthopaedic surgery: do we need CAOS? *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(3):319-323.
48. Song E.K., Seon J.K., Park S.J., Seo H.Y. Navigated open wedge high tibial osteotomy. *Sports Med Arthrosc.* 2008;16(2):84-90. DOI: 10.1097/JSA.0b013e318172b547.

49. Stanley J.C., Robinson K.G., Devitt B.M., Richmond A.K., Webster K.E., Whitehead T.S., Feller J.A. Computer assisted alignment of opening wedge high tibial osteotomy provides limited improvement of radiographic outcomes compared to fluoroscopic alignment. *Knee*. 2016;23(2):289-294. DOI: 10.1016/j.knee.2015.12.006.
50. Sternheim A., Garbedjan S., Backstein D. Distal femoral varus osteotomy: unloading the lateral compartment: long-term follow-up of 45 medial closing wedge osteotomies. *Orthopedics*. 2011;34(9):e488-490. DOI: 10.3928/01477447-20110714-37.
51. Wang G., Zheng G., Gruetzner P.A., Mueller-Alsbach U., von Recum J., Staubli A., Nolte L.P. A fluoroscopy-based surgical navigation system for high tibial osteotomy. *Technol Health Care*. 2005;13(6):469-483.
52. Yamamoto Y., Ishibashi Y., Tsuda E., Tsukada H., Kimura Y., Toh S. Validation of computer-assisted open-wedge high tibial osteotomy using three-dimensional navigation. *Orthopedics*. 2008;31(10 Suppl 1).
53. Yan J., Musahl V., Kay J., Khan M., Simunovic N., Ayeni O. Outcome reporting following navigated high tibial osteotomy of the knee: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(11):3529-3555. DOI: 10.1007/s00167-016-4327-3.
- ### References
- Alekseeva L.I., Tsvetkova E.S. [Osteoarthritis from past to future]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Research and Practice Rheumatology]. 2009;(2):31-37 (in Russian).
 - Bagirova G.G., Meiko O.Yu. Osteoartroz: ehpidemiologiya, klinika, diagnostika, lechenie [Osteoarthritis: epidemiology, clinical features, diagnosis, treatment]. Moscow, 2005. 224 p. (in Russian).
 - Golovakha M.L. [Algorithm differentiated treatment of osteoarthritis of the knee]. *Zaporozhskij medicinskij zhurnal* [Zaporozhye Medical Journal]. 2011;(4):16-19. (in Russian).
 - Kavalerskiy G.M., Murylev V.Yu., Rukin Ya.L., Sereda A.P. [The use of computer navigation for total knee arthroplasty in patients with severe deformities of the lower limb mechanical axis]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [The Chair of Traumatology and Orthopedics]. 2015;(3):8-12. (in Russian).
 - Kolesnikov M.A. [Treatment of gonarthrosis: the modern principles and approaches]. *Prakticheskaya medicina* [Practical medicine]. 2010;(8):97-99. (in Russian).
 - Korz N.A., Golovaha M.L., Orlyandskiy V. [Damage to the knee cartilage]. Zaporozh'e: Prosvita; 2013. 128 p. (in Russian).
 - Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Ignatenko V.L., Petukhov A.I. [The use of computer navigation during total knee arthroplasty]. In: [Arthroplasty of the knee joint]. SPb., 2012. P. 175-180. (in Russian).
 - Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Tikhilov R.M. [Computer navigation at total replacement of the knee joint]. In: [Endoprosthesis in Russia]. Vol. 4. Kazan ; SPb.; 2008. P. 175-180. (in Russian).
 - Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Fil A.S., Murav'eva Yu.V. [Data register of knee arthroplasty RNIITO them. R.R. Vreden for 2011–2013]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2015;(1): 137-152. (in Russian).
 - Makushin V.D., Chegurov V.K., Gordievskikh N.I. [Dynamics of intraosseous pressure in the treatment of gonarthrosis]. *Genij ortopedii* [The Genius of Orthopedics]. 2003;(4):112-114. (in Russian).
 - Malyshev E.E., Pavlov D.V., Blinov S.V. [Dynamic control of angular deformation in the knee joint]. *Novye tekhnologii v travmatologii i ortopedii* [New Technologies in Traumatology and Orthopedics]. 2013;(3):136-142. (in Russian).
 - Myuller B. [High tibial osteotomy: the conditions, indications, techniques, problems and results]. *Margo Anterior*. 2003;(1-2):2-10. (in Russian).
 - Orlyanskiy V., Golovakha M.L., Shabus R. [Corrective osteotomy in the knee joint]. Dnepropetrovsk : Porogi. 2009. 160 p. (in Russian).
 - Petukhov A.I., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Tikhilov R.M. [Analysis of the spatial arrangement of the components of the knee prosthesis and early functional results of arthroplasty using computer navigation]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov] 2009;(3):51-55. (in Russian).
 - Petuhov A.I., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Tikhilov R.M. [Complications with the use of computer navigation in total knee arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2009;(3):161-163. (in Russian).
 - Petukhov A.I., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Tikhilov R.M. [Total knee arthroplasty in patients with post-traumatic gonarthrosis: the possibility of computer navigation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2010;(1):115-123. (in Russian).
 - Statsenko O.A., Volna O.A., Ardashev I.P., Plotnikov G.A. [Comprehensive treatment of knee joint deformities]. In: [Abstracts VII Congress of Trauma and Orthopaedic Russia]. Novosibirsk, 2002. 528 p. (in Russian).
 - Bae D.K., Song S.J., Yoon K.H. Closed-wedge high tibial osteotomy using computer-assisted surgery compared to the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(9):1164-1171. DOI: 10.1302/0301-620X.91B9.22058.
 - Bae D.K., Song S.J., Kim H.J., Seo J.W. Change in limb length after high tibial osteotomy using computer-assisted surgery: a comparative study of closed- and open-wedge osteotomies. *Knee Surgical Sports Traumatology Arthroscopy*. 2013;21(1):120-126. DOI: 10.1007/s00167-012-1898-5.
 - Bae D.K., Song S.J., Kim K.I., Hur D., Jeong H.Y. Mid-term survival analysis of closed wedge high tibial osteotomy: A comparative study of computer-assisted and conventional techniques. *Knee*. 2016;23(2):283-288. DOI: 10.1016/j.knee.2015.10.005.
 - Cameron H.U., Botsford D.J., Park Y.S. Prognostic factors in the outcome of supracondylar femoral osteotomy for lateral compartment osteoarthritis of the knee. *Can J Surg*. 1997;40(2):114-118.
 - Chang J., Scallon G., Beckert M., Zavala J., Bollier M., Wolf B., Albright J. Comparing the accuracy of high tibial osteotomies between computer navigation and conventional methods. *Comput Assist Surg (Abingdon)*. 2017;22(1):1-8. DOI: 10.1080/24699322.2016.1271909.
 - Coventry M.B., Ilstrup D.M., Wallrichs S.L. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(2):196-201.
 - Coventry M.B. Osteotomy of upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1965;47:984-990.
 - Coventry M.B. Upper tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(7):1136-1140.
 - Dahl M.T. Preoperative planning in deformity correction and limb lengthening surgery. *Instr Course Lect*. 2000;49:503-509.
 - Decking R., Markmann Y., Fuchs J., Puhl W., Scharf H.P. Leg axis after computer-navigated total knee arthroplasty: a prospective randomized trial comparing computer-

- navigated and manual implantation. *J Arthroplasty*. 2005;20(3):282-290.
28. Gebhard F, Krettek C., Hüfner T., Grützner P.A., Stöckle U., Imhoff A.B., Lorenz S., Ljungqvist J., Keppler P., AO CSEG. Reliability of computer-assisted surgery as an intraoperative ruler in navigated high tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131(3):297-302. DOI: 10.1007/s00402-010-1145-9.
 29. Goleski P, Warkentine B., Lo D., Gyuricza C., Kendoff D., Pearle A.D. Reliability of navigated lower limb alignment in high tibial osteotomies. *Am J Sports Med*. 2008;36(11):2179-2186. DOI: 10.1177/0363546508319314.
 30. Hankemeier S., Hufner T., Wang G., Kendoff D., Zeichen J., Zheng G., Krettek C. Navigated open-wedge high tibial osteotomy: advantages and disadvantages compared to the conventional technique in a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(10):917-921. DOI: 10.1007/s00167-006-0035-8.
 31. Hankemeier S., Hufner T., Wang G., Kendoff D., Zheng G., Richter M., Gosling T., Nolte L., Krettek C. Navigated intraoperative analysis of lower limb alignment. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(8):531-535. DOI: 10.1007/s00402-005-0038-9.
 32. Hofmann S., Lobenhoffer P., Staubli A., Van Heerwarden R. Osteotomies of the knee joint in patients with monocompartmental arthritis. *Orthopade*. 2009;38(8):755-769; quiz 770. (in German). DOI: 10.1007/s00132-009-1458-y.
 33. Insall J., Shoji H. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee: a changing concept. *Int Surg*. 1976;61(1):11-14.
 34. Kawakami H., Sugano N., Yonenobu K., Yoshikawa H., Ochi T., Hattori A., Suzuki N. Effects of rotation on measurement of lower limb alignment for knee osteotomy. *J Orthop Res*. 2004;22(6):1248-1253. DOI: 10.1016/j.orthres.2004.03.016.
 35. Kim S.J., Koh Y.G., Chun Y.M., Kim Y.C., Park Y.S., Sung C.H. Medial opening wedge high-tibial osteotomy using a kinematic navigation system versus a conventional method: a 1-year retrospective, comparative study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009;17(2):128-134. DOI: 10.1007/s00167-008-0630-y.
 36. Lobenhoffer P. Importance of osteotomy around to the knee for medial gonarthrosis. Indications, technique and results. *Orthopade*. 2014;43(5):425-431. DOI: 10.1007/s00132-013-2189-7.
 37. Lütznier J., Gross A.F., Günther K.P., Kirschner S. Precision of navigated and conventional open-wedge high tibial osteotomy in a cadaver study. *Eur J Med Res*. 2010;30;15(3):117-120.
 38. Na Y.G., Eom S.H., Kim S.J., Chang M.J., Kim T.K. The use of navigation in medial opening wedge high tibial osteotomy can improve tibial slope maintenance and reduce radiation exposure. *Int Orthop*. 2016;40(3):499-507. DOI: 10.1007/s00264-015-2880-x.
 39. Oakley S.P., Lassere M.N. A critical appraisal of quantitative arthroscopy as an outcome measure in osteoarthritis of the knee. *Semin Arthritis Rheum*. 2003;33(2):83-105.
 40. Pearle A.D., Goleski P., Musahl V., Kendoff D. Reliability of image-free navigation to monitor lower-limb alignment. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(Suppl 1):90-94. DOI: 10.2106/JBJS.H.01439.
 41. Ribeiro C.H., Severino N.R., Moraes de Barros Fucs P.M. Opening wedge high tibial osteotomy: navigation system compared to the conventional technique in a controlled clinical study. *Int Orthop*. 2014;38(8):1627-1631. DOI: 10.1007/s00264-014-2341-y.
 42. Saragaglia D., Blaysat M., Mercier N., Grimaldi M. Results of forty two computer-assisted double level osteotomies for severe genu varum deformity. *Int Orthop*. 2012;36(5):999-1003. DOI: 10.1007/s00264-011-1363-y.
 43. Saragaglia D., Massfelder J., Refaie R., Rubens-Duval B., Mader R., Rouchy R.C., Pailhé R. Computer-assisted total knee replacement after medial opening wedge high tibial osteotomy: medium-term results in a series of ninety cases. *Int Orthop*. 2016;40(1):35-40. DOI: 10.1007/s00264-015-2791-x.
 44. Saragaglia D., Mercier N., Colle P.E. Computer-assisted osteotomies for genu varum deformity: which osteotomy for which varus. *Int Orthop*. 2010;34(2):185-190. DOI: 10.1007/s00264-009-0757-6.
 45. Saragaglia D., Roberts J. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics*. 2005;28(10 Suppl):s1269-1274.
 46. Schröter S., Ihle C., Elson D., Döbele S., Stöckle U., Ateschrang A. Surgical accuracy in high tibial osteotomy: coronal equivalence of computer navigation and gap measurement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(11):3410-3417. DOI: 10.1007/s00167-016-3983-7.
 47. Sikorski J.M., Chauhan S. Computer-assisted orthopaedic surgery: do we need CAOS? *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85(3):319-323.
 48. Song E.K., Seon J.K., Park S.J., Seo H.Y. Navigated open wedge high tibial osteotomy. *Sports Med Arthrosc*. 2008;16(2):84-90. DOI: 10.1097/JSA.0b013e318172b547.
 49. Stanley J.C., Robinson K.G., Devitt B.M., Richmond A.K., Webster K.E., Whitehead T.S., Feller J.A. Computer assisted alignment of opening wedge high tibial osteotomy provides limited improvement of radiographic outcomes compared to fluoroscopic alignment. *Knee*. 2016;23(2):289-294. DOI: 10.1016/j.knee.2015.12.006.
 50. Sternheim A., Garbedjan S., Backstein D. Distal femoral varus osteotomy: unloading the lateral compartment: long-term follow-up of 45 medial closing wedge osteotomies. *Orthopedics*. 2011;34(9):e488-490. DOI: 10.3928/01477447-20110714-37.
 51. Wang G., Zheng G., Gruetzner P.A., Mueller-Alsbach U., von Recum J., Staubli A., Nolte L.P. A fluoroscopy-based surgical navigation system for high tibial osteotomy. *Technol Health Care*. 2005;13(6):469-483.
 52. Yamamoto Y., Ishibashi Y., Tsuda E., Tsukada H., Kimura Y., Toh S. Validation of computer-assisted open-wedge high tibial osteotomy using three-dimensional navigation. *Orthopedics*. 2008;31(10 Suppl 1).
 53. Yan J., Musahl V., Kay J., Khan M., Simunovic N., Ayeni O. Outcome reporting following navigated high tibial osteotomy of the knee: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(11):3529-3555. DOI: 10.1007/s00167-016-4327-3.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кочергин Павел Геннадьевич – лаборант-исследователь научного отдела патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Корнилов Николай Николаевич – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ведущий научный сотрудник отдела патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Куляба Тарас Андреевич – д-р мед. наук, руководитель научного отдела патологии коленного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Pavel G. Kochergin – Assistant Researcher of the Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics

Nikolai N. Kornilov – Dr. Sci. (Med.), Professor of Chair of Traumatology and Orthopaedy, Leading Scientific Worker of the Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology And Orthopaedics; Associate Professor of Department of Traumatology and Orthopaedics of Mechnikov North-Western State Medical University

Taras A. Kulyaba – Dr. Sci. (Med.), the Head of The Knee Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics