

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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

Учредитель

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

Издатель

*Автономная некоммерческая организация «Современные технологии травматологии,
ортопедии, неотложной помощи, реабилитации»*

Главный редактор Р.М. Тихилов

Том 25, № 1, 2019

Травматология и ортопедия России

Главный редактор

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед наук, профессор
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Заместитель главного редактора

Шубняков Игорь Иванович – д-р мед. наук
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

Ответственный секретарь редколлегии

Колесникова Ирина Владимировна (РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агаджанян В.В. – д-р мед. наук, профессор
(Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров,
Кемеровская обл., Ленинск-Кузнецкий, Россия)

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

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

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

Губин А.В. – д-р мед. наук
(РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова», Курган, Россия)

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

Корнилов Н.Н. – д-р мед. наук
(РНИИТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

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

Кренн В. – д-р медицины, профессор
(Центр гистологии, цитологии и молекулярной диагностики,
Трир, Германия)

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

Маланин Д.А. – д-р мед. наук, профессор
(Волгоградский государственный медицинский
университет, Волгоград, Россия)

Мурылев В.Ю. – д-р мед. наук, профессор
(Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия)

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

Парвизи Дж. – д-р медицины, профессор
(Институт Ротмана, Филадельфия, США)

Перка К. – д-р медицины, профессор
(Центр скелетно-мышечной хирургии Университетской
клиники Шарите, Берлин, Германия)

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

Середа А.П. – д-р мед. наук
(Федеральное медико-биологическое агентство, Москва, Россия)

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

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

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

Хоминец В.В. – д-р мед. наук (Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия)

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

Шевцов В.И. – д-р мед. наук, профессор
(Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия)

НАУЧНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ СОВЕТ

Бережной С.Ю. – д-р мед. наук
(«Мединцентр» ГлавУпДК при МИД России, Москва, Россия)

Дианов С.В. – д-р мед. наук, профессор
(Астраханский государственный медицинский университет,
Астрахань, Россия)

Дулаев А.К. – д-р мед. наук, профессор
(Первый СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова,
Санкт-Петербург, Россия)

Королев А.В. – д-р мед. наук, профессор
(Европейская клиника спортивной травматологии
и ортопедии, Москва, Россия)

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

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

Неверов В.А. д-р мед. наук, профессор
(Северо-Западный ГМУ им. И.И. Мечникова,
Санкт-Петербург, Россия)

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

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

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.: +7 (812) 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org
<https://journal.rniito.org>

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

Технический редактор Гаврилова С.В.



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

SCIENTIFIC JOURNAL

TRAUMATOLOGIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

Founder

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

Publisher

*Autonomous Noncommercial Organization „Modern Technologies of Traumatology,
Orthopedics, Urgent Care, Rehabilitation”*

Editor-in-Chief R.M. Tikhilov

Vol. 25, N 1, 2019

Traumatology and Orthopedics of Russia

Editor-in-Chief

Rashid M. Tikhilov – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Deputy editor

Igor I. Shubnyakov – Dr. Sci. (Med.)
(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Executive secretary

Irina V. Kolesnikova
(Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

EDITORIAL BOARD

Vagram V. Agadzhanian – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Regional Clinical Center for Miner Health Care,
Leninsk-Kuznetsky, Russia)

Ildar F. Akhtyamov – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Kazan State Medical University, Kazan, Russia)

Aleksey G. Baidurashvili – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member
of Russian Academy of Sciences (Turner Scientific Institute
for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Svetlana A. Bozhkova – Dr. Sci. (Med.) (Vreden Russian Research
Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Aleksander V. Gubin – Dr. Sci. (Med.) (Ilizarov Russian Scientific Center
for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia)

Luigi Zagra – MD, Professor (Galeazzi Orthopedic Institute, Milan, Italy)

Nikolay N. Kornilov – Dr. Sci. (Med.) (Vreden Russian Research
Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Aleksander Yu. Kochish – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
St. Petersburg, Russia)

Veit Krenn – MD, Professor (Center for Histology, Cytology
and Molecular Diagnostics, Trier, Germany)

Djoldas Kuldjanov – MD, Professor (St. Louis University, St. Louis, USA)

Dmitry A. Malanin – Dr. Sci. (Med), Professor, (Volgograd State Medical
University, Volgograd, Russia)

Valery Yu. Murylev – Dr. Sci. (Med.), Professor (Sechenov First Moscow
State Medical University, Moscow, Russia)

Igor A. Norkin – Dr. Sci. (Med.), Professor (Saratov Research
Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov, Russia)

Javad Parvizi – MD, Professor (Rothman Institute,
Philadelphia, USA)

Carsten Perka – MD, Professor (Charité – University Medicine,
Berlin, Germany)

Dmitry A. Ptashnikov – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
St. Petersburg, Russia)

Andrey P. Sereda – Dr. Sci. (Med.) (Federal Medical and Biological
Agency, Moscow, Russia)

Leonid N. Solomin – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
St. Petersburg, Russia)

Peter Thomas – MD, Professor (Ludwig Maximilian University,
Munich, Germany)

Marc Thomsen – MD, Professor (Mittelbaden Clinics Baden-Baden
Balg, Baden-Baden, Germany)

Vladimir V. Khominets – Dr. Sci. (Med.) (Kirov Military Medical
Academy, St. Petersburg, Russia)

Robert Hube – MD (Center of Joint Replacement,
Munich, Germany)

Vladimir I. Shevtsov – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Tsit'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology
and Orthopedics, Novosibirsk, Russia)

ADVISORY BOARD

Sergey Yu. Berezhnoy – Dr. Sci. (Med.) (Medincentre of Main
Administration for Service to the Diplomatic Corps Moscow, Russia)

Sergei V. Dianov – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Astrakhan State Medical University,
Astrakhan, Russia)

Aleksander K. Dulaev – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Pavlov First Saint Petersburg State Medical University,
St. Petersburg, Russia)

Andrey V. Korolev – Dr. Sci. (Med.), Professor (European Clinic
of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia)

Gennady P. Kotel'nikov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member
of Russian Academy of Sciences (Samara State Medical University,
Samara, Russia)

Igor A. Kuznetsov – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Sport Clinic, St. Petersburg, Russia)

Valentin A. Neverov – Dr. Sci. (Med.), Professor (Mechnikov
North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia)

Lyubov A. Rodomanova – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden Russian
Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
St. Petersburg, Russia)

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

The journal is currently indexed in Emerging Sources Citation Index (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, ul. Acad. Baikova, St. Petersburg, Russia, 195427.

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

<https://journal.rniito.org>

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



СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА	7	Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Топузов Э.Э., Левченко Е.В., Михайлов Д.А., Наталенко К.Е. Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь	104
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ			
Корыткин А.А., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Королёв С.Б., Зыкин А.А., Герасимов С.А., Герасимов Е.А. Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов	9	Дубров В.Э., Щербаков И.М., Сапрыкина К.А., Кузькин И.А., Зюзин Д.А., Яшин Д.В. Математическое моделирование состояния системы «кость-металлофиксатор» в процессе лечения чрезвертельных переломов бедренной кости	113
Денисов А.О. <i>Комментарий к статье «Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов»</i>	19	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Билык С.С., Денисов А.О., Черкасов М.А., Ибрагимов К.И. Ревизии вертлужных компонентов индивидуальными конструкциями с минимальным сроком наблюдения 12 месяцев: функциональные результаты, качество жизни и удовлетворенность пациентов	21	ДИСКУССИИ	
Зиновьев М.П., Атманский И.А., Белокобылов А.А., Римашевский Д.В. Предоперационное планирование по телерентгенограммам при тотальном эндопротезировании коленного сустава и его значимость для воссоздания нейтральной оси конечности во фронтальной плоскости	32	Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)	122
Алиев А.Г., Амбросенков А.В., Бояров А.А., Жабин Г.И., Джавадов А.А. Сравнительная эффективность тотального эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с последствиями травм и ревматоидным артритом в среднесрочном и отдаленном периодах	41	Мурылев В.Ю. <i>Комментарий к статье «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)»</i>	142
Хоминец В.В., Гладков Р.В., Железняк И.С., Гранкин А.С., Волов Д.А., Емельянцева А.А. Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава	52	Сафир О. <i>Комментарий к статье «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)»</i>	144
Доколин С.Ю. <i>Комментарий к статье «Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава»</i>	65	Базаров А.Ю. Классификации неспецифического гематогенного остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению	146
Борзунов Д.Ю., Шастов А.Л. «Ишемический» дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения	68	Григоровский В.В. <i>Комментарий к статье А.Ю. Базарова «Классификации неспецифического гематогенного остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению»</i>	156
Щепкина Е.А. <i>Комментарий к статье Д.Ю. Борзунова и А.Л. Шастова «„Ишемический“ дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения»</i>	77	СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ	
Кажанов И.В., Мануковский В.А., Самохвалов И.М., Микитюк С.И., Гавришук Я.В. Илеосакральная фиксация винтами у пострадавших с политравмой	80	Рязанцев М.С., Ильин Д.О., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Королев А.В. Инфекционный артрит плечевого сустава после артроскопического шва вращательной манжеты (случай из клинической практики)	159
Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Филиппова А.Н., Байндурашвили А.Г., Барт В.А., Хусаинов Н.О. Анатомо-антропометрические особенности костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III	92	ОБЗОРЫ	
		Тряпичников А.С., Камшилов Б.В., Чегуров О.К., Зайцева О.П., Ермаков А.М. Некоторые аспекты эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией при врожденном вывихе бедра (обзор литературы)	165
		Ахтямов И.Ф., Хань Хао Чжи, Файзрахманова Г.М., Гарифуллов Г.Г., Юсеф Ашраф Исмаил Артропластика тазобедренного сустава у пациентов с ожирением (метаанализ проспективных когортных исследований)	177

CONTENTS

EDITORIAL.....	7	Zaborovsky N.S., Ptashnikov D.A., Topuzov E.E., Levchenko E.V., Mikhailov D.A., Natalenko K.E. Spine Tumor Epidemiology in Patients who Underwent Orthopaedic Surgery.....	104
CLINICAL STUDIES		THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES	
Korytkin A.A., Novikova Ya.S., Kovaldov K.A., Korolev S.B., Zykin A.A., Gerasimov S.A., Gerasimov E.A. Mid-Term Outcomes of Revision Hip Arthroplasty with Acetabular Augments	9	Dubrov V.E., Shcherbakov I.M., Saprykina K.A., Kuzkin I.A., Zyuzin D.A., Yashin D.V. Mathematical Modeling of the "Bone-Fixator" System during the Treatment of Intertrochanteric Fractures	113
Denisov A.O. <i>Comment to the Article „Mid-Term Outcomes of Revision Hip Arthroplasty with Acetabular Augments“</i>	19	DISCUSSIONS	
Kovalenko A.N., Tikhilov R.M., Shubnykov I.I., Bilyk S.S., Denisov A.O., Cherkasov M.A., Ibragimov K.I. Minimum One-Year Outcomes after Revision Hip Arthroplasty with Custom-Made Implants: Function, Quality of Life and Patients Satisfaction.....	21	Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O. Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases).....	122
Zinoviev M.P., Atmansky I.A., Belokobylov A.A., Rimashevskiy D.V. Preoperative TKA Planning on Long-Leg Hip-Knee-Ankle Radiographs and It's Impact on Postoperative Coronal Knee Alignment.....	32	Murylev V.Yu. <i>Comment to the Article „Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)“</i>	142
Aliev A.G., Ambrosenkov A.V., Boyarov A.A., Zhabin G.I., Dzhavadov A.A. Mid- and Long-Term Results of Total Elbow Arthroplasty: Post-Traumatic Consequences and Rheumatoid Arthritis	41	Safir O. <i>Comment to the Article „Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)“</i>	144
Khominets V.V., Gladkov R.V., Zheleznyak I.S., Grankin A.S., Volov D.A., Emelyantsev A.A. Algorithm for Evaluation of Bipolar Defects in Anterior Instability of the Shoulder.....	52	Bazarov A.Yu. Classifications of Non-Specific Hematogenous Vertebral Osteomyelitis. Critical Review and Suggestions for Clinical Use	146
Dokolin S.Yu. <i>Comment to the Article „Algorithm for Evaluation of Bipolar Defects in Anterior Instability of the Shoulder“</i>	65	Grigorovsky V.V. <i>Comment to the Article „Classifications of Non-Specific Hematogenous Vertebral Osteomyelitis. Critical Review and Suggestions for Clinical Use“</i>	156
Borzunov D.Yu., Shastov A.L. „Ischemic“ Distraction Regenerate: Interpretation, Definition, Problems and Solutions.....	68	CASE REPORTS	
Shchepkina E.A. <i>Comment to the Article „«Ischemic» Distraction Regenerate: Interpretation, Definition, Problems and Solutions“</i>	77	Ryazantsev M.S., Il'in D.O., Magnitskaya N.E., Afanas'yev A.P., Logvinov A.N., Frolov A.V., Korolev A.V. Infection after Arthroscopic Cuff Tear Repair (Case Report)	159
Kazhanov I.V., Manukovskiy V.A., Samokhvalov I.M., Mikityuk S.I., Gavrishchuk Ya.V. Iliosacral Screw Fixation in Patients with Polytrauma	80	REVIEWS	
Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Filippova A.N., Baidurashvili A.G., Bart V.A., Khusainov N.O. Anatomical and Anthropometric Features of Bone Bodies Structures in Children with Idiopathic Scoliosis of Lenke III Type.....	92	Tryapichnikov A.S., Kamshilov B.V., Chegurov O.K., Zaytseva O.P., Ermakov A.M. Some Aspects of Total Hip Replacement with Subtrochanteric Shortening Osteotomy in Patients with Congenital Hip Dislocation (Review)	165
		Akhtiamov I.F., Han Hao Zhi, Faizrakhmanova G.M., Garifullov G.G., Yousef Ashraf Ismail Total Hip Arthroplasty in Patients with Obesity (Meta-analysis of Prospective Studies).....	177

Уважаемые коллеги!

Вашему вниманию предлагается первый выпуск журнала за 2019 г. Как и в предыдущих номерах, подавляющее число публикаций посвящено проблемам ортопедии, и прежде всего, — вопросам эндопротезирования крупных суставов. Накопленный хирургами опыт позволяет все активнее и осмысленнее поднимать вопросы ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, публиковать результаты применения специальных имплантатов (аугментов) и ближайшие результаты индивидуально изготовленных конструкций. Несомненно, нужно время и корректное сравнение между этими двумя технологиями для выработки показаний к каждому из них, оценки безопасности и экономической целесообразности. Но уже сейчас можно сказать, что, с одной стороны, радует применение современных технологий в ревизионной артропластике, а с другой стороны, настораживает активное и широкое их внедрение, что говорит о нарастающем числе сложных случаев ревизионных операций. По-видимому, нужны дальнейшие, желательно многоцентровые, исследования, направленные на определение частоты и причин появления столь большого числа пациентов со сложными дефектами области тазобедренного сустава.

В этой связи, в продолжение темы ревизионной артропластики, нам кажется интересной начатая дискуссия о роли и месте рентгеноанатомических классификаций в современной ортопедии, в частности дефектов вертлужной впадины. Современные технологии КТ-диагностики позволяют очень точно визуализировать эти дефекты с построением объемной модели изображения, поэтому интересно понимание необходимости и значимости «старых» классификаций для выработки алгоритма лечения и сравнимости их результатов. Интересна и вторая статья, посвященная языковой адаптации и оценки эффективности современной классификации гематогенного остеомиелита позвоночника. Как и любая классификация, она несет в себе не только систематизацию информации, но и алгоритм выбора лечения.

В настоящее время очень высоко котируются метаанализы по актуальным вопросам ортопедии. Это аналитические работы, которые позволяют обобщить и проанализировать большой и сходный по структуре материал из статей разных авторов с целью получения максимально достоверного ответа на поставленные вопросы. Поэтому особенно приятно отметить появление в нашем журнале



одного из первых метаанализов по систематизации результатов и возможных осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов с избыточной массой тела.

Эндопротезирование локтевого сустава — достаточно редкая операция в ортопедической практике, поэтому вызывает интерес информация об отдаленных результатах этого вмешательства у пациентов с заболеваниями и последствиями травм локтевого сустава. Среднесрочные результаты этих операций несравнимо хуже, чем после артропластики коленного и тазобедренного суставов. Поэтому представляет интерес анализ причин и структура осложнений, возможные пути их профилактики у этой сложной категории пациентов.

Статья Д.Ю. Борзунова и А.Л. Шастова возвращает нас к проблеме лечения дефектов длинных костей методом Илизарова. Существуют различные технологии, позволяющие предупреждать получение дистракционного регенерата и сократить время вынужденного ограничения нагрузки. Авторами рассматривается проблема «ишемического» дистракционного регенерата и возможности лечения путем механического воздействия.

Заслуживают внимания статьи, посвященные нестабильности плечевого и коленного суставов. В последние годы появилось много публикаций, посвященных изучению сегментарных дефектов плечевого сустава как причины развития нестабильности. Появление новых 3D-технологий существенно облегчает объемное восприятие патологического состояния и позволяет более обоснованно подойти к выбору лечения.

В этом выпуске представлена работа С.В. Виссарионова с соавторами, посвященная изучению анатомо-антропометрических особенностей костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III. Несомненно, подробное изучение особенностей анатомического строения позвонков у этой сложной группы паци-

ентов позволит правильно планировать установку транспедикулярных опорных элементов.

Мы нечасто встречаем в нашей литературе многоцентровые исследования. Тем интереснее и убедительнее данные, представленные Н.С. Заборовским с коллегами, по эпидемиологической характеристике опухолей позвоночника. Авторами получены данные о превалировании метастатических поражений у больных, получивших хирургическое ортопедическую лечение.

В заключение хочется сказать, что, начиная с этого выпуска, мы планируем публиковать комментарии ведущих экспертов к наиболее интересным и актуальным статьям, чтобы читатели могли получить более широкое представление о рассматриваемой проблеме

Пользуясь случаем, хочется искренне поблагодарить наших коллег за их труд по написанию комментариев.

*С уважением,
главный редактор журнала «Травматология и ортопедия России»
профессор Р.М. Тихилов*

Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов

А.А. Корыткин, Я.С. Новикова, К.А. Ковалдов, С.Б. Королёв, А.А. Зыкин,
С.А. Герасимов, Е.А. Герасимов

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России,
г. Нижний Новгород, Россия

Реферат

Наличие дефектов вертлужной впадины создает значительные трудности для успешного исхода ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС). Одним из вариантов решения этой проблемы является использование ацетабулярных аугментов. **Цель исследования** — оценить среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования ТБС с использованием ацетабулярных аугментов у пациентов с дефектами вертлужной впадины. **Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов 85 операций ревизионного эндопротезирования ТБС с применением ацетабулярных аугментов у 83 пациентов с дефектами вертлужной впадины, выполненных в 2012–2018 гг. Среди пациентов было 30 мужчин и 53 женщины, средний возраст которых составил 57 ± 13 лет. В 12 случаях дефекты вертлужной впадины определены как тип IIB, в 5 — IC, в 51 — IIIA и в 17 — IIIB по классификации Paprosky. У 14 пациентов диагностировано разобщение целостности тазового кольца. Показаниями к ревизионному эндопротезированию были: асептическое расшатывание в 83 случаях, перипротезный перелом и рецидивирующий вывих — по одному случаю. Количество вмешательств в анамнезе на оперируемом суставе: 1 у 35 пациентов, 2 — у 25, 3 и более — у 25 человек. Время наблюдения — 38 ± 19 мес. Клинические и рентгенологические исследования проводили перед операцией, через 3, 6, 12 мес. после ее выполнения, далее раз в год. **Результаты.** С течением времени, прошедшего с момента проведения операции, прослеживалась тенденция к улучшению клинико-функциональных результатов по шкале Харриса и снижению интенсивности болевого синдрома по ВАШ, подтвержденная статистически ($p < 0,001$). Средняя оценка по шкале Харриса повысилась с 37 ± 7 баллов до операции до 73 ± 9 баллов ($p = 0,001$) уже через 3 мес. и до 80 ± 11 — через 12 мес. ($p = 0,001$). Уровень болевого синдрома по ВАШ снизился с 7 ± 2 до операции до 4 ± 1 ($p = 0,001$) через 3 мес. и до 3 ± 1 через 12 мес. ($p = 0,001$) после операции. Согласно данным рентгенографии, выполненной на финальном по времени контрольном осмотре, стабильная фиксация вертлужного компонента эндопротеза наблюдалась у всех пациентов. В 10 (11,8%) случаях на рентгенограммах прослеживались линии просветления вокруг вертлужного компонента эндопротеза при отсутствии клинических признаков расшатывания. Центр ротации ТБС был восстановлен с $26,40 \pm 18,38$ мм до операции до $4,78 \pm 5,02$ мм после ее выполнения. Различные послеоперационные осложнения развились в 9 случаях из 85 (10,6 %): в 6 случаях — перипротезная инфекция, в 2 — рецидивирующие вывихи, в 1 — перипротезный перелом. В 7 случаях из 9 потребовалась ревизия с заменой эндопротеза или его компонентов, у 2 пациентов имплантат был сохранен. **Выводы.** Использование ацетабулярных аугментов позволяет максимально возможно восстановить центр ротации тазобедренного сустава, адекватно восполнить дефицит костной ткани в области вертлужной впадины при неограниченных костных дефектах, включая дефекты IIIA и IIIB по Paprosky, а также прочно фиксировать вертлужный компонент эндопротеза.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, дефекты вертлужной впадины, аугменты, нарушение целостности тазового кольца.

Корыткин А.А., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Королёв С.Б., Зыкин А.А., Герасимов С.А., Герасимов Е.А. Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):9-18. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-9-18.

Cite as: Korytkin A.A., Novikova Ya.S., Kovaldov K.A., Korolev S.B., Zykin A.A., Gerasimov S.A., Gerasimov E.A. [Mid-Term Outcomes of Revision Hip Arthroplasty with Acetabular Augments]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):9-18. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-9-18.

✉ Новикова Яна Сергеевна / Yana S. Novikova; e-mail: novikova_jana@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 18.11.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 15.02.2019.

Mid-Term Outcomes of Revision Hip Arthroplasty with Acetabular Augments

A.A. Korytkin, Ya.S. Novikova, K.A. Kovaldov, S.B. Korolev, A.A. Zykin, S.A. Gerasimov, E.A. Gerasimov

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Abstract

Acetabular defects are a major obstacle to achieving good outcomes after revision hip arthroplasty. One way to deal with this problem is to use acetabular augments. We aimed to describe mid-term outcomes of revision hip arthroplasty using acetabular augments. **Materials and methods.** We analyzed 85 cases (83 patients) of revision hip arthroplasty using acetabular augments performed during 2012–2018 period: 53 women and 30 men with average age of 57 ± 13 years (25–79). Distribution of acetabular defects was: 51 cases — Paprosky IIIA, 17 cases — Paprosky IIIB, 12 cases — Paprosky IIB, 5 cases — Paprosky IIC. 14 patients had chronic pelvic discontinuity. Aseptic loosening was indication for the operation in 83 cases, periprosthetic hip fracture — 1, dislocation — 1. The amount of previously undergone ipsilateral hipsurgeries was 1 in 35 cases, 2 in 25 cases, 3 and more in 25 cases. Average follow-up period was 38 ± 19 months (1–79). **Results.** The average HHS score improved from 37 ± 7 preoperatively to 73 ± 9 after 3 months and to 80 ± 11 after 12 months postoperatively ($p = 0.001$). Average VAS score improved from 7 ± 2 preoperatively to 4 ± 1 after 3 months and to 3 ± 1 after 12 months postoperatively ($p = 0.001$). Stable acetabular fixation was achieved in each case according to X-ray findings at final follow-up. However, radiolucent lines were present around the cup in 10 cases (11.8 %) followed by no clinical evidence of aseptic loosening. Hip center of rotation was restored from 26.40 ± 18.38 mm (4–75) preoperatively to 4.78 ± 5.02 mm (0–20) postoperatively relatively to 0 point. Complications manifested in 9 out of 85 cases (10,6%). Distribution of complications was: periprosthetic joint infection in 6 cases, recurrent dislocation — 2, periprosthetic hip fracture — 1.7 patients required implant removal and exchange. **Conclusions.** Good mid-term outcomes can be achieved using acetabular augments during hip revision surgery in setting of acetabular defects. Acetabular augments are a reliable option in case of Paprosky IIIB, IIIA defects and chronic pelvic discontinuity, providing good mechanical stability.

Keywords: revision hip arthroplasty, acetabular defects, augments, pelvic discontinuity.

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

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

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

Устранение дефектов вертлужной впадины во время ревизионных вмешательств на тазобедренном суставе (ТБС) — комплексная задача, от решения которой зависит успешный исход операции и удовлетворение потребностей пациента [1]. Целями реконструкции вертлужной впадины являются продолжительная выживаемость и правильное функционирование имплантата, что не представляется возможным без обеспечения стабильной фиксации вертлужного компонента эндопротеза, восстановления центра ротации сустава и адекватного восполнения костного дефицита [2]. Способы восстановления дефектов вертлужной впадины при ревизионной артропластике могут быть различными. Наряду с костной аллопластикой и установкой пористой гемисферической чашки с фиксацией винтами для достижения поставленных целей успешно используются различные специализированные конструкции: полусферические компоненты большого диамет-

ра (jumbo cup), овальные чашки (oblong/bilobed cup), модульные компоненты из трабекулярного металла, кольца, антипротрузионные кейджи и индивидуальные трехфланцевые вертлужные компоненты [3–5]. Каждая из перечисленных выше конструкций имеет свои достоинства и недостатки. Таким образом, выбор определенной конструкции и техники операции для проведения ревизионного эндопротезирования ТБС при наличии дефектов вертлужной впадины остается спорным вопросом.

Одним из вариантов решения обозначенной проблемы у пациентов с дефектами вертлужной впадины является использование ацетабулярных аугментов из тантала [6]. Тантал все чаще используется в ревизионном эндопротезировании ТБС, особенно при наличии значительных костных дефектов вертлужной впадины. В недавних исследованиях зарубежных коллег сообщается о хороших краткосрочных результатах операций с применением танталовых аугментов [7–10].

Мы начали использовать танталовые ацетабулярные аугменты при ревизионном эндопротезировании ТБС у пациентов с дефектами вертлужной впадины с 2012 г. Интерес представляет анализ выживаемости конструкции, клинические и рентгенологические результаты лечения пациентов после ревизионного эндопротезирования ТБС с использованием аугментов для реконструкции вертлужной впадины, сравнение полученных данных с результатами других исследователей.

Цель исследования — оценить среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования ТБС с использованием ацетабулярных аугментов у пациентов с дефектами вертлужной впадины.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов ревизионного эндопротезирования ТБС с установкой ацетабулярных аугментов у 98 пациентов с дефектами вертлужной впадины, прооперированных в период с февраля 2012 по июль 2018 г. После исключения из исследования 15 пациентов, не явившихся на контрольный осмотр, были изучены результаты 85 операций у 83 пациентов. Мужчин было 30, женщин — 53. Средний возраст пациентов составил 57 ± 13 лет (от 25 до 79 лет), средний ИМТ $28,2 \pm 4,8$ кг/м². В 50 случаях был прооперирован правый сустав, в 35 — левый. Время наблюдения после операции составило в среднем 38 ± 19 мес (от 1 до 79 мес).

Тип дефекта вертлужной впадины определяли, используя общепринятую классификацию W.G. Paprosky [11], согласно которой в 12 случаях дефекты были классифицированы как тип IIВ, в 5 — IIС, в 51 — IIIА, в 17 — IIIВ. У 14 пациентов диагностировано разобщение целостности тазового кольца на уровне вертлужной впадины. В большинстве случаев дефекты являлись сегментарными (57 из 85 случаев). Переломы костей таза или бедра в результате травмы были первичным диагнозом у 29 пациентов, деформирующий остеоартроз — у 23, диспластический коксартроз — у 16, аваскулярный некроз головки бедренной кости — у 4, ревматоидный артрит — у 4, не установлен — у 7 человек. Показаниями к реэндопротезированию ТБС являлись асептическое расшатывание компонентов эндопротеза в 83 случаях, перипротезный перелом — в 1 случае и рецидивирующие вывихи также в 1 случае. Согласно данным лабораторных исследований, перипротезная инфекция (ППИ) исключена в 56 случаях.

У 29 пациентов выполнялось двухэтапное реэндопротезирование ТБС с предварительной установкой артикулирующего спейсера и последующей имплантацией компонентов эндопротеза и дополнительных опорных элементов. Количество вмешательств в анамнезе на оперируемом суставе,

предшествующих ревизионному эндопротезированию с использованием ацетабулярных аугментов, составляло: 1 — у 35 пациентов, 2 — у 25, 3 — у 14, 4 — у 7, 5 — у 3, 13 — у 1 пациента. У 17 пациентов были эндопротезированы оба ТБС.

Все проанализированные операции выполнялись под руководством одного хирурга. В 71 случае осуществлялся задний доступ к ТБС, в 14 — передне-боковой. Всем пациентам были установлены ацетабулярные танталовые аугменты. В некоторых случаях для достижения стабильной фиксации компонентов эндопротеза, помимо ацетабулярных аугментов, дополнительно использовались различные сетки: ацетабулярные — у четырех и бедренные — у двух пациентов. У 5 человек ввиду значительного дефицита костной массы вертлужной впадины использовали сразу несколько аугментов: 2 у 3 пациентов и 3 у 2 пациентов. У всех пациентов удаляли предыдущие ацетабулярные компоненты, вертлужная впадина обрабатывалась фрезой, в зависимости от глубины и размера костного дефекта в ацетабулюм имплантировались от одного до трех аугментов. Аугменты фиксировали к нативной кости винтами, а к чашке — посредством цемента. В случаях обнаружения на предоперационных рентгенограммах процессов остеолитического разрушения вокруг бедренного компонента или интраоперационного диагностирования расшатывания ножки эндопротеза производили ее замену. Полная замена компонентов эндопротеза была произведена в 65 случаях, замена вертлужного компонента с сохранением ножки — в 20 ревизиях. Диаметр головки эндопротеза в 26 случаях составлял 28 мм, в 52 — 32 мм, в 7 — 36 мм. Трем пациентам были установлены керамические головки эндопротеза, в остальных случаях использовалась пара трения металл-полиэтилен. В среднем операция длилась 147 ± 47 минут, объем интраоперационной кровопотери составлял 566 ± 400 мл.

Клинические и рентгенологические исследования проводили перед операцией, через 3, 6, 12 мес. после ее выполнения, далее — раз в год. Клиническую оценку результатов ревизионного эндопротезирования осуществляли по шкале Харриса для ТБС. Сумму набранных баллов более 90 трактовали как отличную функцию сустава, от 80 до 89 — как хорошую, от 70 до 79 — как удовлетворительную, менее 70 — как неудовлетворительную [12]. Интенсивность болевого синдрома у пациентов оценивалась с применением 10-балльной визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) [13]. Рентгенографические исследования проводили с использованием обзорной рентгенограммы таза в проекции Lauenstein; проекция Judet и КТ — по показаниям. Предоперационное планирование выполнялось с использованием программного обеспечения mediCAD Classic 5.1.0.7 (mediCAD

Hectec GmbH, Германия). Стабильность или расшатывание вертлужного компонента эндопротеза оценивали в трех зонах вертлужной впадины по DeLee–Charnley по линиям рентгенологического просветления на границах «имплантат-костная ткань», «имплантат-цемент» и «костная ткань-цемент» [14]. Диагноз «расшатывание вертлужного компонента эндопротеза» ставился в следующих случаях:

- прогрессирование линий рентгенологического просветления;
- поломка винтов, фиксирующих вертлужный компонент;
- миграция чашки более чем на 2 мм и изменение угла наклона чашки более чем на 4° [10].

Для оценки восстановления центра ротации ТБС после ревизионного эндопротезирования измеряли вертикальные сдвиги центра головки эндопротеза относительно контралатерального ТБС [15].

Статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием программ Microsoft Office Excel и Statistica 6.1. Для описательной статистики данные представлены в виде $M \pm SD$, где M — среднее значение признака, SD — среднее квадратичное отклонение. Для оценки различий в сравниваемых группах пользовались U -тестом Манна–Уитни и знаковым ранговым тестом Вилкоксона: сравнивали результаты, полученные при последнем визите с предыдущими результатами. Различия между сравниваемыми группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

С течением времени, прошедшего с момента проведения операции, прослеживалась тенденция к улучшению клинко-функциональных результатов по шкале Харриса и снижению интенсивности болевого синдрома по ВАШ, подтвержденная статистически ($p < 0,001$). Значительное улучшение самочувствия пациентов наблюдалось уже через 3 мес. после ревизионного эндопротезирования с использованием ацетабулярных аугментов. Средняя оценка по шкале Харриса повысилась с 37 ± 7 баллов до операции до 73 ± 9 баллов ($p = 0,001$) через 3 мес. после и до 80 ± 11 через 12 мес. ($p = 0,001$). Уровень болевого синдрома по ВАШ до оперативного вмешательства соответствовал 7 ± 2 баллам, через 3 мес. после операции снизился до 4 ± 1 ($p = 0,001$) и через 12 мес. до 3 ± 1 баллов ($p = 0,001$).

Средние размеры ацетабулярных аугментов составили $51,54 \pm 3,34$ мм (от 50 до 64 мм)/ $17,77 \pm 6,34$ мм (от 10 до 30 мм). Количество используемых аугментов — $1,08 \pm 0,35$ (от 1 до 3). Согласно данным рентгенографии, выполненной на послед-

нем контрольном осмотре, стабильная фиксация вертлужного компонента эндопротеза наблюдалась у всех пациентов. В 10 случаях (11,8%) на рентгенограммах прослеживались радиолюцентные линии вокруг вертлужного компонента эндопротеза при отсутствии клинических признаков расшатывания. Двое из 10 пациентов периодически испытывали слабые тянущие боли в области ТБС, не ограничивающие нормальный образ жизни, у остальных процесс протекал бессимптомно. У 17 пациентов оценка точности восстановления центра ротации ТБС после эндопротезирования с помощью рентгенографических измерений была невозможна в связи с тем, что в анамнезе пациентами было перенесено эндопротезирование контралатерального сустава. Во всех остальных 68 случаях центр ротации ТБС, требовавшего ревизии с применением ацетабулярных аугментов, перед операцией располагался выше относительно контралатеральной стороны. Средняя высота центра ротации ТБС до операции составила $26,40 \pm 18,38$ мм (от 4 до 75 мм), после ревизии с применением ацетабулярных аугментов высоту центра удалось снизить до $4,78 \pm 5,02$ мм (от 0 до 20 мм).

Различные послеоперационные осложнения развились в 9 случаях из 85 и привели к повторным оперативным вмешательствам на прооперированном ТБС. Число последующих ревизионных вмешательств, необходимых для достижения удовлетворительных результатов эндопротезирования, отличалось у разных пациентов и составляло от 1 до 3. У 3 пациентов в промежуток времени от 1 до 17 мес. после ревизионного эндопротезирования с установкой аугмента была диагностирована ППИ, для ликвидации которой оказалось достаточно провести единственную очередную ревизию. Одному пациенту с инфекцией области хирургического вмешательства (ИОХВ) I типа по классификации Coventry [16] произвели хирургическую обработку гнойной раны с сохранением эндопротеза (DAIR), двум другим с инфекцией II типа — операцию Girdlestone. Еще двум пациентам по причине перипротезной инфекции II типа было проведено двухэтапное ревизионное протезирование: через 7 мес. одному и через 14 мес. второму больному произвели удаление эндопротеза с установкой артикулирующего спейсера. Еще через 8 и 5 мес., соответственно, пациентам установили эндопротез ТБС, также с использованием ацетабулярного аугмента. У 6-го пациента через 4,6 мес. после эндопротезирования с установкой аугмента развилась перипротезная инфекция II типа по Coventry, для купирования которой ему установили спейсер, импрегнированный антибиотиками. В последующем произошел рецидив инфекции, приведший к развитию остеомиелита. Через 3 мес.

был произведен радикальный дебридмент раны с повторной установкой saniрующего спейсера. Еще через 3 нед. произошел очередной рецидив инфекции. Была проведена санация ИОХВ и принято решение о создании неоартроза. Вероятно, одной из основных причин рецидивирующей перипротезной инфекции послужила химическая зависимость мужчины. У 7-й пациентки происходили рецидивирующие вывихи головки эндопротеза, и через 17,8 мес. ей была произведена безуспешная замена бедренного компонента имплантата, повлекшая за собой очередной рецидив вывиха через 5 суток. Вывих был устранен закрытым способом, однако ввиду повторной нестабильности еще через 3 нед. пациентке была проведена замена вертлужного компонента эндопротеза с использованием системы двойной мобильности. Сегментарный дефект вертлужной впадины типа ПШВ, разобщение целостности тазового кольца в сочетании с дефицитом абдукторов послужили причиной того, что вывих в очередной раз повторился, несмотря на использование системы с повышенной связанностью. Осложнение было устранено путем закрытого вправления, и в дальнейшем пациентке было рекомендовано ношение ортопедического фиксатора для профилактики рецидивов вывиха. У 8-й пациентки через неделю после эндопротезирования ТБС с применением аугмента произошел вывих, устраненный закрытым способом, еще через неделю вывих повторился. Было принято решение об открытом вправлении головки эндопротеза в вертлужную впадину с дополнительной переориентацией вкладыша. Несмотря на удовлетворительную рентгенологическую картину, пациентку беспокоил хронический болевой синдром, по причине которого через 18,5 мес. ей была произведена терапевтическая аспирация сустава. Инфекция была исключена. Болевой синдром значительно снизился, и последующих вмешательств не потребовалось. Девятый пациент через 7 мес. после эндопротезирования получил

травму в результате падения с высоты собственного роста — потребовались открытая репозиция и металлоостеосинтез перипротезного перелома пластиной (ORIF) с сохранением эндопротеза.

Установлено, что выживаемость имплантатов с ацетабулярными аугментами с максимальным сроком наблюдения 6 лет составила 88,7% (рис. 1).

Интересна обнаруженная взаимосвязь между отклонением центра ротации ТБС от контралатерального сустава после операции и выживаемостью вертлужного компонента эндопротеза, о чем свидетельствует прямая корреляция данных параметров средней силы ($\gamma = 0,4; p = 0,027$).

Клинический пример

Пациентка, 49 лет. Страдает ревматоидным полиартритом с преимущественным поражением суставов нижних конечностей с 27 лет. Тотальное эндопротезирование правого ТБС проводилось в одном из регионов Российской Федерации в 2012 г. Течение послеоперационного периода осложнилось нейропатией седалищного нерва. Признаки ИОХВ возникли в ноябре 2015 г. Открылся свищ в области послеоперационного рубца (рис. 2а). Ввиду безуспешности консервативного лечения в августе 2016 г. были удалены компоненты эндопротеза и установлен спейсер правого ТБС (рис. 2б). В послеоперационном периоде трехкратно выполнялась аспирация синовиальной жидкости из полости сустава, инфекция была исключена. В январе 2017 г. женщина была госпитализирована для плановой замены спейсера правого ТБС и ревизионного эндопротезирования (рис. 2с).

До операции пациентка передвигалась с помощью трости на расстоянии до 300 метров. Относительное укорочение правой нижней конечности составляло 1 см. На обзорной рентгенограмме таза были отмечены краниальное смещение центра ротации ТБС и миграция ацетабулярного компонента спейсера за линию Kohler, что соответствовало типу дефекта вертлужной впадины ПШВ по Paprosky. Также наблюдалось нарушение целостности тазового кольца, что соответствовало IV типу по классификации AAOS. Оценка по шкале Харриса перед операцией — 28 баллов, уровень болевого синдрома по ВАШ — 7 (рис. 3а).

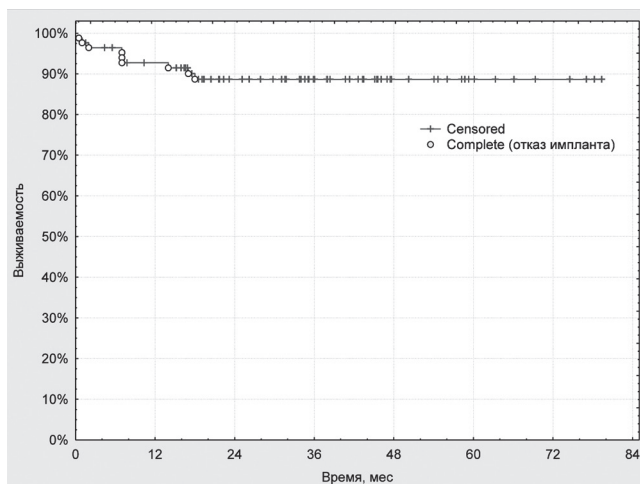


Рис. 1. Среднесрочная выживаемость имплантатов с ацетабулярными аугментами с конечной точкой «ревизия по любому поводу» (метод Каплана – Мейера)
Fig. 1. Kaplan-Meier mid-term cup and acetabular augment survivorship with revision for any reason as the endpoint

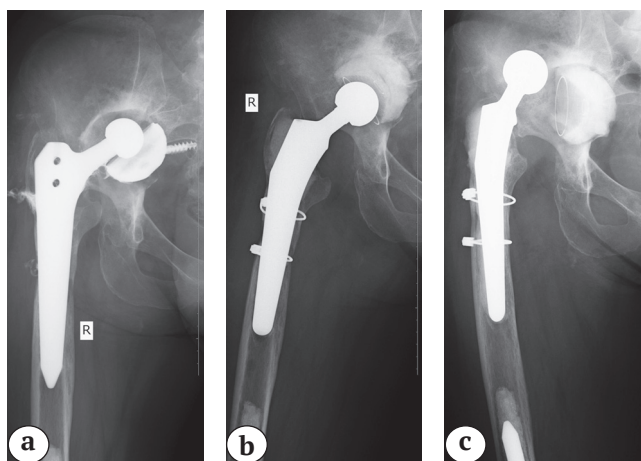


Рис. 2. Рентгенограммы правого тазобедренного сустава пациентки перед операцией ревизионного эндопротезирования правого ТБС с установкой ацетабулярных аугментов: инфекция области хирургического вмешательства со свищом (а); установлен спейсер правого ТБС (b); нестабильность спейсера правого ТБС (с)

Fig. 2. Right hip X-rays of female patient before revision arthroplasty of the right hip with the installation of acetabular augments: infection of the surgical site with fistula (a); a spacer of the right hip joint (b); instability of a spacer of the right hip joint (c)

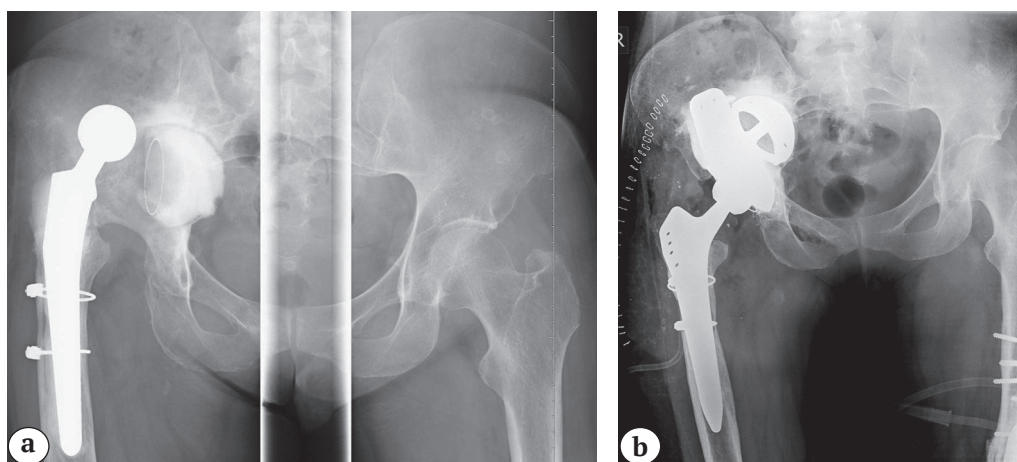


Рис. 3. Рентгенограммы таза пациентки: перед операцией ревизионного эндопротезирования правого ТБС с установкой ацетабулярных аугментов (а); после операции (b)

Fig. 3. Pelvis x-rays of female patient: before revision arthroplasty of the right hip with the installation of acetabular augments (a); after revision arthroplasty (b)

В январе 2017 г. пациентке было проведено ревизионное эндопротезирование правого ТБС через задний доступ. Были удалены нестабильный спейсер, остатки цементной мантии из канала бедренной кости, параартикулярные рубцы. Выделена из рубцовой ткани линия разобщения костей таза. При помощи двух пинов и дистрактора Paprosky произведена дистракция разобщенных частей таза. После выполнения импакционной костной пластики дефектов вертлужной впадины губчатыми аллотрансплантатами были установлены 3 аугмента: ацетабулярный аугмент 58 мм на 20 мм, ацетабулярный аугмент 58 мм на 15 мм и аугмент опорный колонный (рис.3b). Пациентка была выписана через неделю после операции. При выписке передвигалась на костылях в пределах 200 метров с частичной опорой на оперированную конечность. После активизации пациентка отметила снижение интенсивности боли и выравнивание длин конечностей. Объем движений в оперированном суставе увеличился. На контрольном осмотре спустя год после операции пациентка довольна результатом: сумма баллов по шкале Харриса составила 88 (хорошая функция ТБС), уровень

болевого синдрома по ВАШ снизился до 1. Рентгенологически компоненты эндопротеза стабильны.

Обсуждение

Ежегодно растущая необходимость в ревизионном эндопротезировании ТБС представляет собой важную клиническую и экономическую проблему [17]. С течением времени вопросы, касающиеся особенностей хирургической техники и выбора определенных типов эндопротезов и конструкций при ревизионных вмешательствах, будут привлекать к себе все больше внимания. Предоперационное планирование, основанное на точной рентгенографической оценке, представляет собой важную составляющую ревизионного вмешательства, так как позволяет хирургу еще до операции оценить степень костного дефицита, определиться с выбором типа имплантата и техники восстановления анатомии ТБС, необходимой для его нормального функционирования после эндопротезирования [18].

На сегодняшний день асептическое расшатывание компонентов эндопротеза является одной из наиболее частых причин ревизионных вмешательств [19]. Полученные нами результаты соответствуют этим данным: асептическое расшатывание послужило причиной ревизионного эндопротезирования в 97,6% рассматриваемых случаев. Асептическое расшатывание, которое часто связано с воздействием продуктов деградации полиэтилена или металлического дебриса, приводит к резорбции костной ткани, окружающей вертлужный компонент эндопротеза, и формированию костных дефектов. Вопрос восполнения костного дефицита особенно остро встает в случаях значительных сегментарных дефектов вертлужной впадины. В нашем исследовании в большинстве случаев (80%) дефекты вертлужной впадины были отнесены к типу III по Paprosky, у 16,5% пациентов диагностировалось разобщение целостности тазового кольца. Окончательного решения проблемы реконструкции ацетабулюма с ликвидацией сегментарных дефектов вертлужной впадины на настоящий момент нет. Ведется разработка и поиск специальных техник и конструкций.

Лечение пациентов с дефектами вертлужной впадины должно включать восстановление центра ротации ТБС и восполнение костного дефицита. Хотя импакционная костная аллопластика может быть успешно использована для достижения этих целей, некоторыми авторами отмечается высокий уровень отказа имплантата, в частности, при дефектах IIIВ по Paprosky, колеблющийся от 22 до 45% [20]. Высокий уровень отказа имплантата при костной пластике при значительных дефектах вертлужной впадины объясняется тем, что в процессе реваскуляризации и ремоделирования аллотрансплантат ослабевает и теряет способность переносить нагрузку, создаваемую имплантатом. В результате происходят коллапс аллотрансплантата и расшатывание эндопротеза [21]. При совместном использовании антипротрузионных кейджей и костной аллопластики, несмотря на хорошую первичную стабильность, также сообщается о высоком уровне отказа имплантата при наличии дефектов вертлужной впадины типа III по Paprosky (от 9 до 64%) [22]. Возможной причиной неудовлетворительных результатов является поверхность антипротрузионных кейджей, лишенная пор. Несмотря на постепенную перестройку аллотрансплантата в нормально функционирующую живую костную ткань, отсутствие пор на поверхности кейджа делает невозможным достижение адекватной вторичной биологической фиксации на границе имплантат-аллотрансплантат [22]. Кроме того, цементирование вкладыша в кейдж может приводить к проникновению некоторого количества цемента через отверстия для винтов

к тазовой кости. В результате с течением времени может происходить усталостный отказ винтов или фланцев кейджа [23]. Овальные чашки (oblong/bilobed cup) часто не соответствуют костному дефекту по форме, что, по некоторым данным, приводит к высокому уровню отказа эндопротеза (более чем 20%) при сроках наблюдения более 40 мес. [21, 24]. Трехфланцевые индивидуальные конструкции прецизионно подходят к дефектам конкретного пациента и позволяют достичь хороших результатов лечения, однако к минусам их использования можно отнести достаточно высокую стоимость и более длительное время изготовления конструкции [5].

За рубежом танталовые аугменты были введены в клиническую практику еще в 1997 г. Известно, что высокая степень пористости и шероховатая микротекстура поверхности танталовых аугментов способствуют лучшей остеоинтеграции и первичной стабильности при имплантации [25]. В ряде исследований показаны хорошие и отличные результаты использования ацетабулярных аугментов при ревизионном эндопротезировании ТБС [1, 6–10, 23]. I. Elganzoury и A.A. Bassiony вели наблюдение за 18 пациентами, которым было выполнено ревизионное эндопротезирование ТБС с использованием трабекулярных металлических чашек и аугментов из тантала [8]. Медиана наблюдения составила 18 мес. Хорошие и отличные ранние клиничко-рентгенологические результаты лечения были продемонстрированы у 83,3% пациентов. Авторы пришли к выводу, что использование танталовых аугментов позволяет улучшить фиксацию вертлужного компонента имплантата ТБС и является перспективным решением проблемы костного дефицита, в частности, дефектов типов II и III по Paprosky.

G. Grappiolo с соавторами исследовали 55 случаев реконструкции вертлужной впадины с использованием трабекулярных аугментов у пациентов с типом 3 дефектов по Paprosky без нарушения целостности тазового кольца при среднем сроке наблюдения 53,7 мес. Авторы установили, что применение танталовых аугментов оказывает статистически значимое влияние на увеличение объема движений в ТБС, восстановление длины нижней конечности и повышение удовлетворенности пациентов операцией [23]. Послеоперационные осложнения, закончившиеся очередной ревизией, развились в 7,3% случаев и включали расшатывание вертлужного компонента (5,4%) и рецидивирующие вывихи (1,8%). В нашем исследовании на момент написания статьи общий процент осложнений составил 10,6% (9 случаев из 85): в шести случаях — перипротезная инфекция (одна — первого типа и пять — второго типа по Coventry), в двух — рецидивирующие вывихи и в одном — перипро-

тезный перелом. В семи случаях из девяти потребовалась ревизия с заменой эндопротеза или его компонентов, двум пациентам имплантат был сохранен.

А.Т. Tokarski с соавторами сравнили результаты ревизионного эндопротезирования ТБС с использованием танталовых и титановых вертлужных компонентов [26]. Авторы сообщили о 95% выживаемости танталовых эндопротезов (у 434 пациентов из 454 за 40 мес.) и отметили снижение риска инфекционных осложнений при применении тантала в сравнении с титаном. В нашем исследовании все аугменты были танталовыми, поэтому мы не можем провести подобное сравнение. Однако, анализируя структуру послеоперационных осложнений, можно сделать заключение, что периимплантная инфекция занимала лидирующую позицию.

Согласно данным M.R. Whitehouse с соавторами, среднесрочная выживаемость имплантатов, содержащих чашку и ацетабулярные аугменты, составляет 92% за 10 лет [27]. G. Grappiolo с соавторами установили, что выживаемость эндопротеза за 2 и 5 лет у пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины составила 96,4% и 92,8% соответственно [23]. Мы получили схожие данные о среднесрочной выживаемости имплантата, которая составила 88,7% за 6 лет. При сравнении аналогичного показателя, вычисленного другими исследователями при использовании импакционной костной пластики, антипротрузионных кейджей или овальных чашек, коэффициент выживаемости конструкции, содержащей чашку и аугмент, в нашем исследовании был выше. Полученные данные о прямой корреляционной взаимосвязи между отклонением центра ротации ТБС после операции и последующей ревизией вертлужного компонента подтверждают важность восстановления анатомии ТБС.

Адаптивное ремоделирование кости в ответ на контакт с металлическим имплантатом, или stress shielding синдром, часто приводит к резорбции кости и развитию периимплантного остеопороза, снижающего качество кости [28]. Нами было установлено, что у 10 пациентов (более 11% от общей выборки), при последнем контрольном осмотре на рентгенограммах прослеживались линии рентгенологического просветления вокруг вертлужного компонента эндопротеза. Во всех случаях рентгенопрозрачные линии были обнаружены в III зоне вертлужной впадины по DeLee–Charnley. Наличие линий просветления свидетельствовало о недостаточно тесном контакте эндопротеза ТБС с поверхностью вертлужной впадины или цементной мантией. Полагаем, что для достижения стабильной фиксации вертлужного компонента эндопротеза и снижения вероятности развития остеолитического в дальнейшем необ-

ходимо дополнительно фиксировать вертлужный компонент в третьей зоне по DeLee–Charnley, используя винты.

К преимуществам ацетабулярных аугментов можно отнести их универсальность: модульная система, которую представляют собой аугменты, позволяет хирургу выполнить индивидуальную реконструкцию вертлужной впадины. Сочетание чашек различных размеров и ацетабулярных аугментов дает возможность заполнить дефект вертлужной впадины, обеспечить максимальный контакт имплантата с костью пациента, достичь восстановления центра ротации ТБС, независимо от размера и формы костного дефекта. Использование ацетабулярных аугментов позволило нам получить хорошие результаты лечения пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины и наличием нарушения целостности таза на уровне вертлужной впадины.

Таким образом, во многих исследованиях были показаны хорошие клинико-рентгенологические результаты лечения пациентов со значительным дефицитом костной ткани в области вертлужной впадины, в частности, при наличии дефектов типа III по Paprosky, с использованием танталовых аугментов при ревизионном эндопротезировании ТБС. Полагаем, что с течением времени процент использования различных имплантатов в сочетании с танталовыми ацетабулярными аугментами при эндопротезировании ТБС будет расти.

Исследование было ограничено ретроспективным характером и относительно недолгим периодом наблюдения. Однако, учитывая необходимость улучшения результатов ревизий ТБС при дефектах типа III по Paprosky и нарушениях целостности тазового кольца, имеет теоретическую и практическую ценность.

Этика публикации: пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Hosny H.A.H., El-Bakoury A., Fekry H., Keenan J. Mid-term results of graft augmentation prosthesis II cage and impacted allograft bone in revision hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1487-1493. DOI: 10.1016/j.arth.2017.11.060.
2. Deirmengian G.K., Zmistowski B., O'Neil J.T., Hozack W.J. Management of acetabular bone loss in revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(19):1842-1852. DOI: 10.2106/jbjs.j.01197.
3. Von Roth P., Abdel M.P., Harmsen W.S., Berry D.J. Uncemented jumbo cups for revision total hip arthroplasty: a concise follow-up, at a mean of twenty

- years, of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97-A(4):284-287. DOI: 10.2106/jbjs.n.00798.
4. Amenabar T., Rahman W.A., Hetaimish B.M., Kuzyk P.R., Safir O.A., Gross A.E. Promising mid-term results with a cup-cage construct for large acetabular defects and pelvic discontinuity. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(2): 408-414. DOI: 10.1007/s11999-015-4210-4.
 5. Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(4):101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Gorbатов R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. [Custom triflange acetabular components in revision hip replacement (Experience Review)]. *Травматология и ортопедия России [Traumatology and Orthopedics of Russia].* 2017;23(4):101-111. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.
 6. Alfaro J.J.B., Fernandez J.S. Trabecular Metal buttress augment and the Trabecular Metal cup-cage construct in revision hip arthroplasty for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity. *Hip Int.* 2010;20(suppl 7): 119-127. DOI: 10.1177/11207000100200s720.
 7. Long W.J., Noiseux N.O., Mabry T.M., Hanssen A.D., Lewallen D.G. Uncemented porous tantalum acetabular components: early follow-up and failures in 599 revision total hip arthroplasties. *Iowa Orthop J.* 2015;35:108-113.
 8. Elganzoury I., Bassiony A.A. Early results of trabecular metal augment for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty. *Acta Orthop Belg.* 2013;79:530-535.
 9. Gehrke T., Bangert Y., Schwantes B., Gebauer M., Kendoff D. Acetabular revision in THA using tantalum augments combined with impaction bone grafting. *Hip Int.* 2013;23(4):359-365. DOI: 10.5301/hipint.5000044.
 10. Jeong M., Kim H.J., Lim S.J., Moon Y.W., Park Y.S. Revision total hip arthroplasty using tantalum augment in patients with Paprosky III or IV acetabular bone defects: a minimum 2-year follow up study. *Hip Pelvis.* 2016;28(2):98-103. DOI: 10.5371/hp.2016.28.2.98.
 11. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty.* 1994;9(1):33-44. DOI: 10.1016/0883-5403(94)90135-x.
 12. Harris W.H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1969;51(4):737-755. DOI: 10.2106/00004623-196951040-00012.
 13. Huskisson E.C. Measurement of pain. *Lancet.* 1974; 304:1127-1131.
 14. DeLee J.G., Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(121):20-32. DOI: 10.1097/00003086-197611000-00003.
 15. Shi H.F., Xiong J., Chen Y.X., Wang J.F., Wang Y.H. Radiographic analysis of the restoration of hip joint center following open reduction and internal fixation of acetabular fractures: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15 (1):277. DOI: 10.1186/1471-2474-15-277.
 16. Coventry M.B. Treatment of infections occurring in total hip surgery. *Orthop Clin North Am.* 1975;6:991-1003. DOI: 10.1016/s0140-6736(74)90884-8.
 17. Bozic K.J., Kamath A.F., Ong K., Lau E., Kurtz S., Chan V., Vail T.P., Rubash H., Berry D.J. Comparative epidemiology of revision arthroplasty: failed THA poses greater clinical and economic burdens than failed TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(6):2131-2138. DOI: 10.1007/s11999-014-4078-8.
 18. Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2015. Т. II. 356 с. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I. [Guide to hip surgery]. SPb.: RNIITO im. R.R. Vredena, 2015. Vol. II. 356 p. (In Russ.).
 19. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Бильк С.С. Структура ранних ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2014;(2): 5-13. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. [The structure of early revisions after hip replacement]. *Травматология и ортопедия России [Traumatology and Orthopedics of Russia].* 2014;(2): 5-13. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
 20. Lee P.T., Raz G., Safir O.A., Backstein D.J., Gross A.E. Long-term results for minor column allografts in revision hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(12):3295-3303. DOI: 10.1007/s11999-010-1591-2.
 21. Pulido L., Rachala S.R., Cabanela M.E. Cementless acetabular revision: past, present, and future. Revision total hip arthroplasty: the acetabular side using cementless implants. *Int Orthop.* 2011;35(2):289-298. DOI: 10.1007/s00264-010-1198-y.
 22. Hansen E., Shearer D., Ries M.D. Does a cemented cage improve revision THA for severe acetabular defects? *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(2):494-502. DOI: 10.1007/s11999-010-1546-7.
 23. Grappiolo G., Loppini M., Longo U.G., Traverso F., Mazziotta G., Denaro V. Trabecular metal augments for the management of Paprosky type III defects without pelvic discontinuity. *J Arthroplasty.* 2015;30(6):1024-1029. DOI: 10.1016/j.arth.2015.01.001.
 24. Chen W.M., Engh C.A., Hopper R.H., McAuley J.P., Engh C.A. Acetabular revision with use of a bilobed component inserted without cement in patients who have acetabular bone-stock deficiency. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(2):197-206. DOI: 10.2106/00004623-200002000-00005.
 25. Noiseux N.O., Long W.J., Mabry T.M., Hanssen A.D., Lewallen D.G. Uncemented porous tantalum acetabular components: early follow-up and failures in 613 primary total hip arthroplasties. *J Arthroplasty.* 2014;29(3):617-620. DOI: 10.1016/j.arth.2013.07.037.
 26. Tokarski A.T., Novack T.A., Parvizi J. Is tantalum protective against infection in revision total hip arthroplasty? *Bone Joint J.* 2015;97-B(1):45-49. DOI: 10.1302/0301-620x.97b1.34236.
 27. Whitehouse M.R., Masri B.A., Duncan C.P., Garbuz D.S. Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;473(2):521-527. DOI: 10.1007/s11999-014-3861-x.
 28. Агаджанян В.В., Пронских А.А., Демина В.А., Гомзяк В.И., Седуш Н.Г., Чвалун С.Н. Биодegradируемые импланты в ортопедии и травматологии. Наш первый опыт. *Политравма.* 2016;4:85-93. Agadzhanyan V.V., Pronskikh A.A., Demina V.A., Gomzyak V.I., Sedush N.G., Chvalun S.N. [Biodegradable implants in orthopedics and traumatology. Our first experience]. *Politravma [Polytrauma].* 2016;4:85-93. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Корыткин Андрей Александрович — канд. мед. наук, заведующий ортопедическим отделением (взрослых) Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Новикова Яна Сергеевна — канд. биол. наук, младший научный сотрудник Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Ковалдов Кирилл Александрович — аспирант, врач травматолог-ортопед Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Королёв Святослав Борисович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии им. М. В. Колокольцева, врач травматолог-ортопед Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Зыкин Андрей Анатольевич — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Герасимов Сергей Александрович — врач травматолог-ортопед Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Герасимов Евгений Александрович — аспирант, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Andrey A. Korytkin — Cand. Sci. (Med.), head of Adult Orthopedics Department, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Yana S. Novikova — Cand. Sci. (Biol.), junior researcher, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Kirill A. Kovaldov — PhD Student, orthopedic surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Svyatoslav B. Korolev — Dr. Sci. (Med.), professor, head of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery Department, orthopedic surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Andrey A. Zykin — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Sergey A. Gerasimov — orthopedic surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Evgeny A. Gerasimov — PhD Student, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Комментарий к статье «Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов»

А.О. Денисов

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Comment to the Article „Mid-Term Outcomes of Revision Hip Arthroplasty with Acetabular Augments“

A.O. Denisov

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg,
Russian Federation

Современное состояние проблемы

Ревизия вертлужного компонента в настоящее время является наиболее сложным и дискуссионным аспектом эндопротезирования тазобедренного сустава. В большинстве случаев ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава может быть выполнено с использованием обычного бесцементного полусферического ацетабулярного компонента с дополнительной фиксацией винтами или даже без ее применения [1]. Однако при наличии выраженных костных дефектов и/или нарушения целостности тазового кольца для достижения адекватной первичной стабильности и остеоинтеграции требуются более сложные имплантаты и солидный опыт хирурга [2]. Аугменты из тантала могут быть очень эффективны при серьезных реконструкциях вертлужной впадины.

• Комментарий к статье


Корыткин А.А., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Королёв С.Б., Зыкин А.А., Герасимов С.А., Герасимов Е.А. Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов у пациентов с дефектами вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):9-18.
DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-9-18.

Повышенная пористость, низкий модуль упругости, значительное количество типоразмеров вместе с ацетабулярным компонентом из тантала позволяют выполнить не только необходимую пластику, но и за счет свойств самого материала обеспечивают адекватную остеоинтеграцию без риска резорбции окружающей костной ткани в среднесрочной перспективе по сравнению с традиционными ацетабулярными компонентами [3, 4].

Авторы представленной статьи впервые в России представили ближайшие и среднесрочные результаты успешного применения аугментов из тантала при лечении 83 пациентов с выраженными дефектами вертлужной впадины: IIB, IIC, IIIA и IIIB по классификации W. Paprosky. Из осложнений авторы сообщают только об инфекции и вывихе головки эндопротеза без упоминания о расшатывании компонентов.

Перспективы

В современной ортопедии существует большой потенциал для дальнейшего совершенствования хирургических методов и технологий имплантации при выполнении сложных ревизий вертлуж-

 Денисов А.О. Комментарий к статье «Среднесрочные результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием ацетабулярных аугментов». *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):19-20. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-19-20.

Cite as: Denisov A.O. [Comment to the Article „Mid-Term Outcomes of Revision Hip Arthroplasty with Acetabular Augments“]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):19-20. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-19-20.

 Денисов Алексей Олегович / Alexei O. Denisov; e-mail: med-03@yandex.ru

ной впадины. Индивидуальные ацетабулярные компоненты, изготовленные путем аддитивных технологий, в настоящее время достаточно дороги, в ряде случаев находятся на стадии клинического исследования и не имеют среднесрочных и отдаленных результатов. Применение костной пластики как альтернативы аугментам не всегда оправдано, так как может приводить к расшатыванию компонентов при резорбции кости [1].

Представленное А.А. Корыткиным с соавторами пилотное исследование показывает хорошую среднесрочную выживаемость аугментов из тантала, пусть и не у большой группы пациентов. Основные проблемы, которые пока необходимо решать в таких ситуациях, — это профилактика инфекции и вывихов. Рассмотренные осложнения и в мировой практике являются наиболее распространенными после ревизии тазобедренного сустава [5, 6]. Однако с течением времени, при очевидном накоплении числа и опыта ревизий, в наиболее сложных случаях необходимо будет применять альтернативные имплантаты, нивелируя возможные осложнения и оценивать их результаты.

Пути достижения результатов

Для объективного определения оптимальных конструкций и изучения долгосрочной выживаемости различных имплантатов при лечении больных с выраженным дефицитом костной ткани

области вертлужной впадины целесообразно проведение серий проспективных сравнительных исследований ревизионных операций с использованием разных имплантатов, но по одной и той же методологии отбора пациентов и оценки костного запаса.

Литература [References]

1. Pulido L., Rachala S.R., Cabanela M.E. Cementless acetabular revision: past, present, and future. Revision total hip arthroplasty: The acetabular side using cementless implants. *Int Orthop*. 2011;35:289-298.
2. Haynes J.A., Stambough J.B., Sassoon A.A., Johnson S.R., Clohisy J.C., Nunley R.M. Contemporary surgical indications and referral trends in revision total hip arthroplasty: A 100-year review. *J Arthroplasty*. 2016;31:622-625.
3. Villanueva-Martínez M., Ríos-Luna A, Diaz-Mauriño J. Massive acetabular bone loss: limits of trabecular metal cages. *Indian J Orthop*. 2011;45:78-81
4. Unger A.S., Lewis R.J., Gruen T. Evaluation of a porous tantalum uncemented acetabular cup in revision total hip arthroplasty: clinical and radiological results of 60 hips. *J Arthroplasty*. 2005;20(8):1002-1009.
5. Jafari S.M., Coyle C., Mortazavi S.M., Sharkey P.F., Parvizi J. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:2046-2051.
6. The New Zealand Joint Registry: Seventeen year report: January 1999 to December 2015. Available at: http://www.nzoa.org.nz/system/files/NJR_17_Year_Report.pdf. Accessed August 30, 2017.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Денисов Алексей Олегович — канд. мед. наук, ученый секретарь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Alexei O. Denisov – Cand. Sci. (Med), academic secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Ревизии вертлужных компонентов индивидуальными конструкциями с минимальным сроком наблюдения 12 месяцев: функциональные результаты, качество жизни и удовлетворенность пациентов

А.Н. Коваленко¹, Р.М. Тихилов^{1,2}, И.И. Шубняков¹, С.С. Билык¹, А.О. Денисов¹, М.А. Черкасов¹, К.И. Ибрагимов¹

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

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить краткосрочные результаты применения индивидуальных вертлужных компонентов при ревизионных операциях, выявить процент остеоинтеграции в пористое покрытие, формируемое методом 3D-печати, и оценить влияние малпозиции компонентов на результаты. **Материал и методы.** В исследуемую группу вошли 30 пациентов, оперированных в 2016 г. с использованием индивидуальных имплантатов при ревизии вертлужного компонента. Исследовались функция тазобедренного сустава (ТБС) по Oxford Hip Score (OHS), качество жизни пациента до и после операции, выполнение их ожиданий и удовлетворенность. По рентгенограммам не менее чем через 12 мес. с момента операции оценивался процент остеоинтеграции среди установленных имплантатов. Определялась статистическая значимость влияния малпозиции компонента на результат. **Результаты.** Функция ТБС по OHS в среднем выросла с 16,8 до 34,4 баллов ($p < 0,01$). Качество жизни, согласно индексу EQ-5D, улучшилось с 0,315 до 0,651 ($p < 0,01$). В 96% произошла остеоинтеграция индивидуальных конструкций, миграция компонента наблюдалась в одном случае. Малпозиция компонентов не оказала влияния на результаты в краткосрочном периоде. Выводы. Применение индивидуальных вертлужных компонентов при ревизионных операциях существенно улучшает качество жизни пациента и функцию ТБС в краткосрочном периоде. Пористое покрытие, производимое методом 3D-печати, обеспечивает высокий процент остеоинтеграции компонентов, несмотря на малпозицию компонентов. Требуется дальнейшее наблюдение пациентов для оценки долгосрочных результатов.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование, тазобедренный сустав, вертлужный дефект, индивидуальный имплантат, 3D-печать.

Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Билык С.С., А.О. Денисов, Черкасов М.А., Ибрагимов К.И. Ревизии вертлужных компонентов индивидуальными конструкциями с минимальным сроком наблюдения 12 месяцев: функциональные результаты, качество жизни и удовлетворенность пациентов. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):21-31. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-21-31.

Cite as: Kovalenko A.N., Tikhilov R.M., Shubnykov I.I., Bilyk S.S., Denisov A.O., Cherkasov M.A., Ibragimov K.I. [Minimum One-Year Outcomes after Revision Hip Arthroplasty with Custom-Made Implants: Function, Quality of Life and Patients Satisfaction]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):21-31. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-21-31.

✉ Черкасов Магомед Ахмедович / Magomed A. Cherkasov; e-mail: dr.medik@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 03.07.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 29.08.2018.

Minimum One-Year Outcomes after Revision Hip Arthroplasty with Custome-Made Implants: Function, Quality of Life and Patients Satisfaction

A.N. Kovalenko¹, R.M. Tikhilov^{1,2}, I.I. Shubnykov¹, S.S. Bilyk¹, A.O. Denisov¹, M.A. Cherkasov¹, K.I. Ibragimov¹

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Purposes of our study were to estimate clinical short-term results of custom acetabular implants using in revision hip arthroplasty, to determine bone ingrowth percentage in the custom implant 3d printed coverage, and to estimate the custom malposition influence on the clinical results. **Materials and method.** 30 patients were performed revision hip arthroplasty with using custom acetabular implants in 2016. Oxford hip score, life quality, expectation and satisfaction of patients were assessed in 12 months and more. Osteointegration was assessed with x-ray. Influence of malposition on clinical results was assessed with Pirson's χ^2 . **Results.** Oxford Hip Scores were increased from mean 16.8 to 34.4 ($p < 0.01$). Life quality index EQ-5D were increased from mean 0.315 to 0.651 ($p < 0.01$). Osteointegration was confirmed in 96% cases, component migration was in 1 case. The influence of malposition on clinical results in short-term follow-up was absent. **Conclusion.** The using of custom acetabular implants in revision hip arthroplasty improves hip function and life quality of patient. 3D printed custom implants coverage provides high percentage of inplants osteointegration, besides components malposiotion. Further follow-up requires for assessment long-term results.

Keywords: revision arthroplasty, hip, acetabular defect, custom implant.

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

Funding: the state assignment for the implementation of scientific research and developments.

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

Рост числа операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС) и частота ревизионных операций, на десятилетнем сроке превышающая 12–17%, влечет за собой существенный рост абсолютного числа ревизий, в том числе с обширными дефектами костной ткани [1]. С увеличением размеров костных дефектов и снижением качества кости вертлужные ревизии становятся более сложными и менее предсказуемыми. В настоящее время варианты для реконструкции дефектов 2–3 степени по Paprosky [2] включают импакционную костную пластику, структурные трансплантаты, танталовые аугменты, антипротрузионные кольца и кейджи, а также трехфланцевые индивидуальные компоненты [3–5]. В большинстве из этих методов используются имплантаты определенных размеров и формы, которые требуют адаптации анатомии пациента для достижения стабильной фиксации [6, 7]. Однако даже соблюдение этих принципов не всегда позволяет добиться надежной первичной фиксации. В нашей клинике при необходимости замещения дефектов области вертлужной впадины, требующих возможности расширенной

фиксации компонента, мы использовали индивидуальные вертлужные конструкции с трабекулярным покрытием. Такие имплантаты разрабатывались на основе анализа формы, качества кости и расположения дефекта в соответствии с данными КТ-исследований.

Выраженные дефекты предполагают массивный имплантат и широкое скелетирование кости. В связи с этим важными становятся свойства остеоинтеграции и срок функционирования имплантата.

Немаловажным критерием оценки результата лечения в настоящее время является степень удовлетворенности пациентов [8].

В связи с вышеизложенным главными для этого исследования стали следующие вопросы:

1. Насколько улучшились функция, качество жизни и оправдались ожидания пациентов после проведенной ревизии.

2. В каком проценте случаев произошла остеоинтеграция компонентов индивидуальных компонентов.

3. Влияла ли точность позиционирования на функциональный результат?

Материал и методы

С августа по декабрь 2016 г., двумя бригадами хирургов выполнены операции 30 пациентам с показаниями к ревизии вертлужного компонента. Пациенты отбирались по тяжести костного дефекта, согласно классификации Paprosky, с предшествующими неуспешными ревизиями в анамнезе с использованием традиционных техник ревизии. В исследовании участвовали пациенты с дефектами типа 3, диссоциацией тазового кольца, а также 2B и 2C типов, у которых низкое качество кости требовало гарантированной фиксации винтами в строго заданном направлении. В связи с этим последней категории пациентов были изготовлены индивидуальные полусферические компоненты с заданным расположением винтовых отверстий. Оценка дефекта, степени потери костной ткани и качества оставшейся кости в области вертлужной впадины выполняли с помощью современной трехмерной компьютерной обработки и реконструкции анатомии области дефекта. Эта информация учитывалась при проектировании аугментов, индивидуальных полусферических и трехфланцевых компонентов с пористым покрытием. Кроме того, результаты томографии использовались для планирования длины и направления проведения каждого винта, точного дизайна фланцев на подвздошной, лонной и седалищной костях с учетом качества кости. При планировании индивидуальных имплантатов хирурги непосредственно участвовали в оценке дефекта, проектировании и позиционировании имплантата для достижения оптимального контакта с костью и возможности его надежной фиксации. Двенадцать конструкций были спроектированы в виде трехфланцевых компонентов, 11 — индивидуальных аугментов и 7 — полусферических чашек с индивидуально запланированным расположением и направлением винтов.

У 6 пациентов применялся задний доступ, у 24 — прямой боковой доступ, а при невозможности низведения бедра у 7 пациентов была выполнена расширенная вертельная остеотомия. Если бедренные компоненты были стабильными и низведение бедра не вызывало проблем, удаление бедренных компонентов не производилось. По запросу хирурга использовались пациент-специфичные вспомогательные средства, такие как анатомические 3D-модели полутаза, пробные модульные или моноблочные имплантаты и направители для сверл. В 3 случаях использовался пациент-специфичный инструмент для позиционирования и наклона фрезы при обработке ложа

под имплантат. В соответствии с предоперационным планом производилась обработка кости, и удалялись остеофиты, при необходимости выполнялось восполнение дефектов аллокостью. В качестве шаблона для компонента использовались пластмассовые пробники. После установки индивидуальный имплантат фиксировался винтами через предусмотренные отверстия в аугментах, чашках или фланцах трехфланцевых конструкций. В заключение устанавливали вертлужный компонент с полиэтиленовым вкладышем при использовании индивидуальных аугментов либо полиэтиленовый компонент цементировали в индивидуальную трехфланцевую или полусферическую конструкцию. Ориентация компонента пары трения могла отличаться от заложенной в индивидуальную конструкцию, если интраоперационно хирург считал целесообразным изменить ее для лучшего взаимоотношения с бедренным компонентом. В 6 случаях были установлены системы с двойной мобильностью.

Пациенты были опрошены до операции и повторно на сроке в среднем 14 мес. (12–16). Пациенты опрашивались по шкалам Harris Hip Score (HHS) и Oxford Hip Score (OHS) [9], качества жизни EQ-5D [10], визуальной аналоговой шкале боли, шкале выполнений ожиданий [11], а также по визуальной аналоговой шкале удовлетворенности пациентов, где 0 — это «полностью неудовлетворен», а 10 — «полностью удовлетворен».

Ранее в этой группе пациентов нами была исследована возможность точного позиционирования индивидуальных вертлужных имплантатов [12]. Учитывалось количество осложнений за период наблюдения. Удалось опросить 28 из 30 пациентов до операции и через 12–16 мес., а также оценить рентгенограммы на этом сроке у 25 пациентов (табл. 1).

На рентгенограммах через 12 мес. оценивалось наличие рентгенопрозрачных линий в области интерфейса — кость/индивидуальная конструкция, а также положение центра ротации, согласно критериям Dorr с соавторами [13] и методике оценки остеоинтеграции бесцементных вертлужных компонентов с пористым покрытием [14].

Для статистической обработки применялся критерий Вилкоксона для связанных выборок. Зависимость точности позиционирования определялась у 18 пациентов, у которых имелись данные о точности позиционирования индивидуальных компонентов [12] и значение по шкале Oxford Hip Score через год после операции, при помощи таблицы сопряжения 2×2 и расчетом χ^2 Пирсона. Расчеты производились с использованием программного обеспечения Past 3.14.

Таблица 1

Сведения о пациентах, дефектах и тактике лечения

№ пациента	Пол	Возраст, лет	Причина ревизии	Тип дефекта по классификации Paprosky	Кол-во предшествующих ревизионных операций	Выполнение ревизии бедренного компонента	Выполнение расширенной чрезвертельной остеотомии	Тип имплантата	Использование двойной мобильности
1	жен	47	асептическое расшатывание	3А	1	да	да	полусфера	нет
2	жен	50	асептическое расшатывание	3А	2	да	да	аугмент	нет
3	муж	65	асептическое расшатывание	2В	0	нет	нет	аугмент	нет
4	жен	60	асептическое расшатывание	3В	2	да	да	аугмент	нет
5	муж	57	асептическое расшатывание	3В	1	нет	нет	трехфланцевый компонент	да
6	жен	69	асептическое расшатывание	3А	2	нет	да	аугмент	нет
7	жен	67	асептическое расшатывание	2С	4	да	нет	аугмент	нет
8	жен	56	асептическое расшатывание	3В*	3	нет	нет	трехфланцевый компонент	да
9	жен	23	асептическое расшатывание	3В	2	нет	нет	двухфланцевый аугмент	нет
10	муж	79	асептическое расшатывание	3А	н/д**	нет	нет	трехфланцевый компонент	нет
11	жен	77	асептическое расшатывание	3А	н/д	нет	нет	трехфланцевый компонент	нет
12	муж	31	асептическое расшатывание	3В	4	нет	нет	двухфланцевый аугмент	нет
13	муж	68	асептическое расшатывание	3В	н/д	нет	нет	двухфланцевый аугмент	нет
14	жен	22	асептическое расшатывание	3А	5	нет	нет	трехфланцевый компонент	да
15	жен	72	инфекция	2В	2	нет	да	полусфера	нет
16	жен	52	асептическое расшатывание	3А	2	нет	нет	трехфланцевый компонент	нет
17	жен	30	асептическое расшатывание	3В	н/д	нет	нет	аугмент	да
18	жен	49	инфекция	2В	н/д	нет	нет	полусфера	да
19	жен	52	асептическое расшатывание	3В*	2	нет	да	трехфланцевый компонент	нет
20	жен	39	асептическое расшатывание	2В	1	нет	нет	трехфланцевый компонент	нет
21	жен	65	асептическое расшатывание	3А	н/д	нет	нет	трехфланцевый компонент	нет
22	жен	60	асептическое расшатывание	3В	5	нет	нет	трехфланцевый компонент	нет
23	муж	46	инфекция	2В	н/д	нет	нет	полусфера	нет
24	жен	57	асептическое расшатывание	2В	3	нет	нет	аугмент	нет
25	жен	67	асептическое расшатывание	3В	2	нет	да	трехфланцевый компонент	нет
26	муж	33	инфекция	2В	2	нет	нет	полусфера	нет
27	жен	57	инфекция	2В	1	нет	нет	полусфера	нет
28	жен	37	инфекция	2С	2	нет	нет	полусфера	нет
29	жен	39	асептическое расшатывание	3А	2	да	нет	аугмент	да
30	жен	48	асептическое расшатывание	3В*	3	да	нет	трехфланцевый компонент	нет

* — с нарушением целостности тазового кольца; **н/д — нет данных.

Разработка имплантата и хирургическая техника. Сначала пациентам выполнялась КТ всего таза с толщиной среза 0,5 мм. Для сегментации частей сустава, оценки дефекта и проектирования реконструкции использовалось специальное программное обеспечение. Классификация Paprosky применялась для оценки целостности рима вертлужной впадины, передней и задней колонн. На основе полученной информации разрабатывались пористый аугмент, индивидуальная чашка или трехфланцевый компонент с пористым покрытием. Все имплантаты имели винтовые отверстия со строго заданной траекторией направления винта в наиболее плотную кость. Дизайн индивидуального вертлужного компонента (ИБК) разрабатывался лабораторией 3D-моделирования РНИИТО им. Р.Р. Вредена и согласовывался с хирургом в отношении площади контакта с костью, направления проведения винтов, положения центра ротации. Антеверсия и инклинация артикулирующей части вертлужного компонента относительно правильного положения таза составляла 20° и 40° соответственно. Имплантаты производились компаниями «Эндопринт» (Москва, Россия) и «Logeek[®] MS» (Новосибирск, Россия).

Во время операции хирург обеспечивался анатомической пластиковой моделью полутаза, пробным вертлужным компонентом. Пластиковая модель помогала определить дефект в соответствии с компьютерной реконструкцией и обеспечить правильное позиционирование имплантата. Удаление бедренного компонента производилось при его нестабильности или при невозможности низведения и вправления бедра. После выполнения доступа и удаления нестабильного вертлужного компонента производилось широкое выделение границ дефекта с экспозицией лонной, седалищной и подвздошной костей. Остеофиты удалялись согласно предоперационному плану. Костная аллогенная крошка использовалась для заполнения кавитарных дефектов между костью и имплантатом. В основном это происходило при выраженных медиальных дефектах для избегания избыточного заполнения области дефекта металлом. С пробными имплантатами достигалось планируемое положение. В конечном итоге в дефект устанавливался титановый имплантат и фиксировался винтами. В индивидуальный компонент как правило устанавливалась на цемент типовая пара трения полиэтилен-керамика. Пара трения

«двойная мобильность» установлена в 6 случаях в виду явного дефицита ягодичных мышц с целью профилактики возможных вывихов.

Результаты

Данные анкетирования пациентов представлены в таблице 2. У двух пациентов в послеоперационном периоде образовались гематомы, требовавшие санации; последующие бактериальные исследования имели отрицательные результаты. У одного пациента развилась нейропатия седалищного нерва. Вывихов в нашей серии не наблюдалось, несмотря на то, что только у 6 из 30 пациентов была установлена пара трения типа «двойная мобильность». В послеоперационном периоде удалось опросить 28 пациентов по опросникам уровня боли, функционального состояния оперированного ТБС, качества жизни и удовлетворенности проведенной операцией (табл. 2).

Уровень качества жизни вырос, функциональные возможности оперированного ТБС также статистически значимо возросли. Средний балл по шкале OHS составлял до операции 16,8 балла, а после операции вырос до 34,4 баллов ($p < 0,01$). Аналогичная картина наблюдалась и в отношении показателя жизни: индекс EQ-5D до операции составил 0,315 (95% ДИ: 0,235–0,396), после — 0,651 (95% ДИ: 0,553–0,750) ($p < 0,01$), средний балл по визуально-аналоговой шкале общего здоровья EQ-5D — до операции 48 (95% ДИ: 41–55), после 68 (95% ДИ: 62–75) ($p < 0,01$), соответственно. Процент выполнения ожиданий каждого пациента проведенной операцией по опроснику HSS Hip Replacement Expectations Survey в среднем составил 61% (95% ДИ: 54–68) и коррелировал (коэффициент Спирмена 0,88; $p < 0,01$) с удовлетворенностью 7,4 (95% ДИ: 6,3–8,4) от проведенного лечения. Выраженность боли по ВАШ снизилась с 7,0 до 2,6 ($p < 0,01$).

Увеличения рентгенопрозрачных линий по сравнению с послеоперационными рентгенограммами в области интерфейса «кость-индивидуальная конструкция» и смещения центра ротации согласно критериям оценки стабильности и остеоинтеграции бесцементных вертлужных компонентов с пористым покрытием [13, 14] на сроке более 12 не отмечалось в 96% случаев. В одном случае отмечается миграция индивидуального компонента, без клинических проявлений (рис.). Показатель по шкале OHS у этой пациентки составил 43 балла в срок 13 мес. для правого ТБС.

Таблица 2

Показатели функции ТБС, качества жизни, уровня боли, выполнения ожиданий и удовлетворенности проведенным лечением пациентов

№ пациента	Срок после операции, мес.	ОHS, баллы		Значение индекса EQ-5D-5L		ВАШ EQ-5D		ВАШ боли		Выполнение ожиданий по шкале HSS Hip Replacement Expectations Survey после операции, %	ВАШ удовлетворенности после операции
		до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции		
1	15	7	36	0,169	0,747	60	80	90	20	66,7	9
2	14	19	27	0,066	0,612	70	50	63	30	44,4	0
3	13	27	32	0,363	0,619	50	50	74	30	45,8	4
4	15	17	27	0,409	0,612	50	80	72	10	69,4	10
5	13	19	39	0,040	0,767	35	50	74	20	58,3	8
6	13	11	34	0,553	0,612	30	80	62	20	54,2	8
7	14	14	28	0,155	0,657	35	50	80	80	51,4	7
8	15	14	39	0,036	0,648	30	70	83	30	62,5	9
9	16	22	34	-0,068	0,575	20	70	61	10	56,9	8
10	13	24	38	-0,041	0,648	50	80	60	20	54,2	8
11	13	17	18	0,424	0,206	45	50	68	60	33,3	5
12	15	18	45	0,516	1,000	30	90	62	10	88,9	9
13	14	14	33	0,036	0,727	60	70	76	20	54,2	8
14	13	19	46	0,574	1,000	80	100	79	10	84,7	10
15	12	0	0	0,516	-0,256	85	80	53	50	29,2	5
16	14	15	37	0,393	0,735	40	70	71	20	77,8	8
17	15	19	44	0,423	0,809	70	90	78	10	91,7	10
18	15	18	17	0,494	0,318	50	50	64	70	30,6	3
19	15	11	30	0,221	0,631	45	60	72	20	54,2	8
20	13	23	39	0,494	0,548	50	50	70	30	58,3	8
21	13	19	43	0,378	0,778	50	80	72	10	63,9	9
22	13	9	38	0,424	0,631	25	60	77	20	61,1	8
23	13	17	43	0,533	1,000	45	100	79	10	86,1	10
24	14	9	43	0,587	1,000	70	80	62	10	88,9	10
25	15	24	38	0,211	0,573	25	30	81	20	55,6	2
26	12	27	44	0,531	0,836	75	70	50	10	80,6	9
27	14	12	36	0,081	0,555	25	60	61	20	47,2	4
28	18	18	34	0,211	0,573	25	60	53	20	75	9
29	13	8	н/д*	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
30	18	25	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

* — н/д — нет данных.

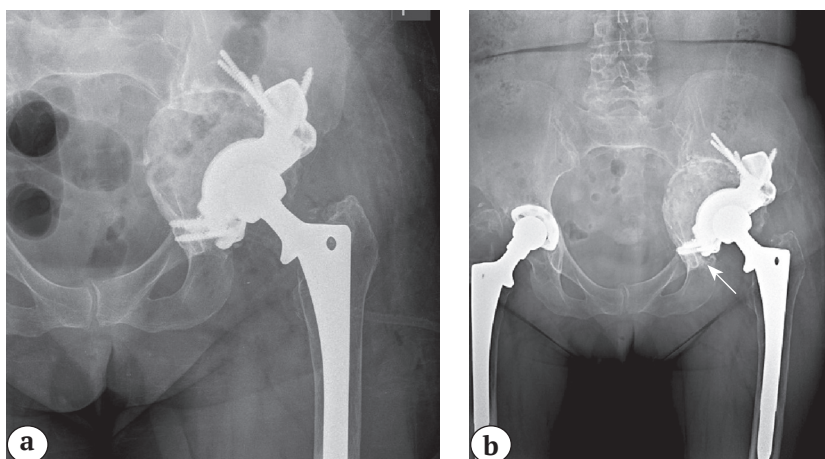


Рис. Положение вертлужного компонента после ревизионного эндопротезирования:
 а — рентгенограмма пациентки Р. сразу после операции;
 б — через 13 мес. со дня операции. Миграция вертлужного компонента в краниомедиальном направлении (отмечено стрелкой).

Fig. The acetabular component position after revision hip arthroplasty:
 а — post-op AP X-ray;
 б — AP X-ray 13 m. later. Craniomedial acetabular component migration (white arrow)

Функциональные результаты, выполнение ожиданий от операции и качество жизни после операции в группах с разными типами индивидуальных имплантатов не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$). Мы определили влияние точности позиционирования на полученный функциональный результат. Для этого были отобраны пациенты, у которых оценивалось положение вертлужного компонента с использовани-

ем индивидуальных конструкций, с критериями нарушения правильного позиционирования ИВК [12]. К существенному улучшению функционального результата относили пациентов, у которых при послеоперационном опросе количество баллов по шкале Oxford Hip Score составляло не менее 30 [9]. Зависимость функционального результата от точности позиционирования не подтвердилась: χ^2 Пирсона составил 1,07 ($p > 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3

Влияние точности позиционирования на функциональный результат (число наблюдений)

Положение вертлужного компонента	Количество баллов по шкале OHS		Всего
	менее 30	более 30	
Малпозиция центра ротации более 5 мм или угловое смещение более 10°:			
– присутствует	2	11	13
– отсутствует	2	3	5
Итого	4	14	18

Обсуждение

ИВК для реконструкции значительных дефектов вертлужной области на сегодняшний день не являются революционным методом лечения [15–20]. Однако в нашей стране первая подобная операция была выполнена менее трех лет назад [22]. Целый ряд вопросов требует дальнейшего освещения как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Это точность позиционирования ИВК, влияние погрешностей в позиционировании на выживаемость конструкций и уровень осложнений, необходимая площадь контакта для надежной остеоинтеграции, детальный количественный анализ дефекта, предоставляющий возможности для разнонаправленного проведения винтов в наиболее подходящие участки кости, оптимальное количество дополнительных фиксирующих элементов (винтов, втулок, фланцев и др.), целесообразность использования костной пластики,

а также минимизация повреждения мягких тканей и предотвращение мягкотканного конфликта с выступающими частями массивного имплантата. Разумеется, ответить на все вопросы в рамках одной публикации не представляется возможным, а по некоторым из них требуются дальнейшие исследования. Тем не менее, настоящая работа отражает технический уровень ревизионного эндопротезирования ТБС у нас в стране.

Восстановление центра ротации при использовании ИВК является важным свойством данной методики. И хотя в настоящее время имеются проблемы точного позиционирования, в большинстве случаев погрешность не превышает 11 мм [12, 23]. Во время разработки имплантата хирург является участником процесса, и его предпочтения учитываются при проектировании в обязательном порядке. Возможно, в будущем установка индивидуальных имплантатов с устройствами

интраоперационной компьютерной навигации позволит повысить точность позиционирования относительно предоперационного плана и даст дополнительную надежду на повышение эффективности этой технологии.

Неоспоримым преимуществом использования ИВК можно считать обеспечение оптимальной первичной фиксации в условиях очень сложных дефектов. В частности, в нашей серии наблюдений в указанные сроки не отмечено ни одной ревизии по поводу расшатывания конструкций. Вероятно, более длительные наблюдения внесут коррективы в столь благоприятную картину, поскольку иностранные коллеги указывают на то, что использование индивидуальных имплантатов при обширных дефектах сопровождается частотой осложнений от 16 до 53% и уровнем повторных ревизий от 11 до 35% [15–20].

Принципиальным вопросом является вторичная биологическая фиксация, которая обеспечивает долгосрочное функционирование имплантата. Несмотря на небольшие сроки наблюдения, 96% пациентов через 12 мес. и более после операции на рентгенограммах имели признаки стабильной фиксации на границе костной ткани и пористого покрытия, изготовленного методом 3D-печати. Это позволяет надеяться на вращение костной ткани в пористое покрытие и длительное функционирование установленных индивидуальных конструкций. Тем не менее, вопрос достаточной площади контакта остеоинтеграции остается открытым. Миграция одной конструкции в изучаемой серии указывает на то, что обширные дефекты с ограниченной зоной контакта при наличии погрешности позиционирования все еще остаются серьезной проблемой [12]. В теории окончательное положение имплантата должно повторять анатомическое при заполнении аугментом ИВК дефекта и при идеальном прилегании фланцев к здоровым поверхностям оставшейся кости, однако количество идеально позиционированных ИВК колеблется от 25 до 56% [12, 23], что ставит под сомнение достаточность площади контакта для вторичной фиксации. Относительным недостатком этого метода, особенно в ситуациях с обширными дефектами, является заполнение существенного участка дефекта металлом без восстановления костной ткани. В таких условиях даже использование измельченной аллокости без сохранения условий для механотрансдукции на пластический костный материал ставит под сомнение возможность восстановления и ремоделирования костной ткани. Однако этот вопрос в данной работе не исследовался. С другой стороны, традиционные серийные аугменты и кейджи также имеют серьезные недостатки в отношении восстановления костной основы, а при ограниченном контакте высокополи-

стных аугментов отсутствуют признаки интеграции с окружающей костью [24]. Кроме того, данные о восстановлении центра ротации серийными конструкциями с трехмерными предоперационным планированием и КТ-контролем после операции в литературе отсутствуют.

В нашей работе не рассматривались вопросы адекватности нагрузки на ограниченных участках при использовании трехфланцевых систем, в частности реакция кости на циклические нагрузки массивными жесткими конструкциями. Согласно теории механостата, физиологические нагрузки будут приводить к ремоделированию костной ткани, а нагрузки выше физиологических — к микропереломам и остеолиту [25]. Но только дальнейшие исследования смогут подтвердить или опровергнуть корректность данных теоретических рассуждений.

Невзирая на некоторые технические погрешности установки ИВК в нашей серии наблюдений, получены весьма впечатляющие клинические результаты, особенно с учетом того, что большинство пациентов до ревизии были серьезно ограничены в бытовой активности. Функция сустава была улучшена у 93% пациентов, наибольшая разница до операции и после составила 34 баллов, наименьшая — 1 балл. В нашем исследовании отсутствовали повторные ревизии, связанные с расшатыванием имплантатов, и подавляющее большинство пациентов были удовлетворены полученным результатом. Один случай с полной неудовлетворенностью пациентки объясняется не недостатками технологии или качеством выполнения операции, а наличием сопутствующей неврологической патологии, не позволяющей пациенту самостоятельно передвигаться даже при помощи дополнительных средств опоры. Удовлетворенность является строго субъективным восприятием результата лечения, и все случаи низкой удовлетворенности в нашей серии сопровождались низким процентом реализации предоперационных ожиданий, несмотря на прирост качества жизни и функционального состояния, что соответствует публикуемым в литературе данным [8]. Если провести корреляционный анализ между полученными показателями выполнения ожиданий и удовлетворенностью пациентов, то коэффициент корреляции Спирмена составляет 0,886 ($p < 0,001$). Однако мы не ставили целью исследовать эту взаимосвязь. Ожидание и удовлетворенность не связаны с типом устанавливаемой конструкции, поскольку, по нашему мнению, с точки зрения пациента, не имеет большого значения, по причине какой величины дефекта их ТБС лишился значительной части своей функциональности. Тем не менее, хотя в литературе имеются данные о зависимости удовлетворенности от ожиданий пациента, они касаются в основном пациентов

после первичного эндопротезирования [8]. Поэтому мы оценивали параметры ожиданий и удовлетворенности в нашей группе пациентов.

Стоит указать то, что у одного из пациентов (№ 7) не было динамики по визуальной аналоговой шкале боли до и после операции, однако при анкетировании он отметил, что, несмотря на улучшение функциональных возможностей оперированного ТБС и качества жизни, имел сопутствующую патологию опорно-двигательного аппарата (боли в противоположном ТБС, боли в обоих коленных суставах). Мы считаем, что получение таких данных является результатом дистанционно удаленного обезличенного (со стороны медперсонала) анкетирования и отражает его недостатки.

Таким образом, использование индивидуальных конструкций обеспечивает существенное статистически значимое улучшение функции сустава и качества жизни пациентов с показаниями к ревизии вертлужного компонента. Главным свойством индивидуальных конструкций с пористым покрытием является их способность к надежной фиксации, даже при относительно неточной установке. Несмотря на сложности прецизионного позиционирования, смещение центра ротации от планируемого не влияло на функциональный исход за период наблюдения и не требовало ревизии установленных ИВК.

Этика публикации: проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом и соответствует этическим принципам Хельсинкской декларации (пересмотр 2013 г.). Все пациенты дали информированное согласие на участие в исследовании.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: бюджетное финансирование в рамках клинических испытаний.

Литература [References]

- Labek G., Thaler M., Janda W., Agreiter M., Stöckl B. Revision rates after total joint replacement: cumulative results from worldwide joint register datasets. *J Bone Joint Surg. [Br]* 2011;93-B:293-297. DOI: 10.1302/0301-620X.93B3.25467.
- Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year followup evaluation. *J Arthroplasty*. 1994;(1):33-44. DOI: 10.1016/0883-5403(94)90135-X.
- Sheth N.P., Nelson C.L., Springer B.D., Fehring T.K., Paprosky W.G. Acetabular bone loss in revision total hip arthroplasty: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21:128-139. DOI: 10.5435/JAAOS-21-03-128.
- Abolghasemian M., Sadeghi Naini M., Tangsataporn S., Lee P., Backstein D., Safir O. et al. Reconstruction of massive uncontained acetabular defects using allograft with cage or ring reinforcement: an assessment of the graft's ability to restore bone stock and its impact on the outcome of re-revision. *Bone Joint J*. 2014;96-B:319-324. DOI: 10.1302/0301-620X.96B3.32850.
- Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Билык С.С., Тихилов Р.М. Современные технологии лечения тяжелых костных дефектов в области вертлужной впадины: какие проблемы решают индивидуальные имплантаты? *Политравма*. 2017;1:72-81. Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Bilyk S.S., Tikhilov R.M. [The modern treatment technologies for severe acetabular bone defects: which problems are solved by custom implants?] *Politravma [Polytrauma]*. 2017;1:72-81. (In Russ.)
- Мурьев В.Ю., Петров Н.В., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Калашник А.Д. Ревизионное эндопротезирование вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2012;1:20-25. Murylev V.Yu., Petrov N.V., Rukin Ya.A., Elizarov P.M., Kalashnik A.D. [Revision of acetabulum component in total hip arthroplasty]. *Kafedra travmatologii i ortopedii [Department of Traumatology and Orthopedics]*. 2012;1:20-25. (In Russ.)
- Загородный Н.В., Каграманов С.В., Николаев И.А., Бухтин К.М. Стандартный вертлужный компонент или антипротрузионная укрепляющая конструкция? *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2013;2:32-37. Zagorodny N.V., Kagramanov S.V., Nikolaev I.A., Bukhtin K.M. [Standard Acetabular Component or Antiprotrusion Consolidating Design?] *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova [Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov]*. 2013;2:32-37.
- Черкасов М.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Мугутдинов З.А. Удовлетворенность пациентов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава: предикторы успеха. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):45-54. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-45-54. M.A. Cherkasov, R.M. Tikhilov, I.I. Shubnyakov, A.N. Kovalenko, Z.A. Mugutdinov [Patient satisfaction following total hip replacement: predictors of success]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2018;24(3):45-54. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-45-54. (In Russ.)
- Dawson J., Fitzpatrick R., Carr A., Murray D. Questionnaire on the perceptions of patients about total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1996; 78(2):185-190. DOI: 10.1302/0301-620X.78B2.0780185.
- Bilbao A., García-Pérez L., Arenaza J.C., García I., Ariza-Cardiel G., Trujillo-Martín E. et al. Psychometric properties of the EQ-5D-5L in patients with hip or knee osteoarthritis: reliability, validity and responsiveness. *Qual Life Res*. 2018;27(11):2897-2908. DOI: 10.1007/s11136-018-1929-x.
- Mancuso C.A., Salvati E.A., Johanson N.A., Peterson M.G., Charlson M.E. Patients' expectations and satisfaction with total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1997;4:387-396. DOI: 10.1016/S0883-5403(97)90194-7.
- Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., Шубняков И.И., Черкасов М.А., Денисов А.О. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова*. 2017;(4): 31-37. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37. Kovalenko A.N., Tikhilov R.M., Bilyk S.S., Shubnyakov I.I., Cherkasov M.A., Denisov A.O. [Positioning of cus-

- tom made acetabular components at revision hip arthroplasty: do they really match as "a key and a lock"?] *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov]. 2017;(4):31-37. (In Russ.).
13. Udomkiat P., Wan Z., Dorr L.D. Comparison of preoperative radiographs and intraoperative findings of fixation of hemispheric porous-coated sockets. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A(12):1865-1870.
 14. Moore M.S., McAuley J.P., Young A.M. et al. Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;444:176-183.
 15. DeBoer D.K., Christie M.J., Brinson M.F., Morrison J.C. Revision total hip arthroplasty for pelvic discontinuity. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):835-840. DOI: 10.2106/JBJS.F.00313.
 16. Holt G.E., Dennis D.A. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;429:209-214. DOI: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74.
 17. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Лычагин А.В., Елизаров П.М. Применение индивидуальных вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;22(4):114-121. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-114-121. Kavalersky G.M., Murylev V.Yu., Rukin Y.A., Lychagin A.V., Elizarov P.M. [Customized Acetabular Components in Revision Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(4):114-121. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-114-121.
 18. Joshi A.B., Lee J., Christensen C. Results for a custom acetabular component for acetabular deficiency. *J Arthroplasty.* 2002;17(5):643-648. DOI: 10.1054/arth.2002.32106.
 19. Taunton M.J., Fehring T.K., Edwards P., Bernasek T., Holt G.E., Christie M.J. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(2):428-434. DOI: 10.1007/s11999-011-2126-1.
 20. Wind M.A. Jr, Swank M.L., Sorger J.I. Short-term results of a custom triflange acetabular component for massive acetabular bone loss in revision THA. *Orthopedics.* 2013; 6(3):e260e265. DOI: 10.3928/01477447-20130222-11.
 21. Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль М.Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(4):101-111. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Gorbatov R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. [Custom triflange acetabular components in revision hip replacement (experience review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):101-111. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.
 22. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Бильк С.С., Цыбин А.В., Денисов А.О., Дмитревич Г.Д., Вopilовский П.Н. Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай). *Травматология и ортопедия России.* 2016;1(79):108-116. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-108-116. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Bilyk S.C., Tsybin A.V., Denisov A.O., Dmitrevich G.D., Vopilovsky P.N. [Using custom triflange implant in revision hip arthroplasty in patient with pelvic discontinuity (case report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;1(79):108-116. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-108-116.
 23. Baauw M., van Hellemond G.G., van Hooff M.L., Spruit M. The accuracy of positioning of a custom-made implant within a large acetabular defect at revision arthroplasty of the hip. *Bone Joint J.* 2015;97-B(6):780-785. doi.org/10.1016/j.otsr.2018.04.030.
 24. Skyttä E.T., Eskelinen A., Paavolainen P.O., Remes V.M. Early results of 827 trabecular metal revision shells in acetabular revision. *J Arthroplasty.* 2011;26(3):342-345. DOI: 10.1016/j.arth.2010.01.106.
 25. Frost H.M. Defining Osteopenias and Osteoporoses: Another View (With Insights From a New Paradigm). *Bone.* 1997; 20;5:385-391. DOI: 10.1016/S8756-3282(97)00019-7.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Коваленко Антон Николаевич — канд. мед. наук, научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

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, Санкт-Петербург

Шубняков Игорь Иванович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Бильк Станислав Сергеевич — лаборант-исследователь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Anton N. Kovalenko — Cand. Sci. (Med.), researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), professor, Director, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor, Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Igor I. Shubnyakov — chief researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Stanislav S. Bilyk — research assistant, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Денисов Алексей Олегович — канд. мед. наук, ученый секретарь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Черкасов Магомед Ахмедович — аспирант, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Ибрагимов Курбангаджи Ибрагимович — клинический ординатор, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Alexey O. Denisov — Cand. Sci. (Med.), executive secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Magomed A. Cherkasov — PhD student, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Kurbangaji I. Ibragimov — clinical resident, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Предоперационное планирование по телерентгенограммам при тотальном эндопротезировании коленного сустава и его значимость для воссоздания нейтральной оси конечности во фронтальной плоскости

М.П. Зиновьев¹, И. А. Атманский², А.А. Белокобылов³, Д.В. Римашевский⁴

¹ ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр», г. Нижний Тагил, Россия

² ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет», г. Челябинск, Россия

³ РГП «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии», г. Нур-Султан, Республика Казахстан

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России, Москва, Россия

Реферат

Значимость измерения угла между механической и анатомической осями бедра (FVA) при предоперационном планировании эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) признается не всеми. Есть мнение, что допустимо устанавливать во всех случаях одинаковый угол наклона дистального бедренного резекционного блока или ориентироваться на рост пациента, и с его увеличением уменьшать FVA. **Цель исследования** — выявить факторы, определяющие ось нижней конечности после тотального эндопротезирования коленного сустава, сравнить результаты выравнивания оси нижней конечности с учетом индивидуального или среднего FVA для жителей Свердловской области. **Материал и методы.** На первом этапе исследования выполнен ретроспективный анализ рентгенограмм 261 пациента (273 сустава), которым установлен тотальный эндопротез коленного сустава (ТЭКС) для выявления зависимости между FVA и углом варусной деформации, с одной стороны, и полом, возрастом, индексом массы тела (ИМТ), ростом пациентов и степенью связанности эндопротезов, с другой стороны. Вторым этапом авторы провели проспективное исследование (225 пациентов, 225 ТЭКС). Пациентов рандомизировали в две группы. В первой группе ($n = 121$) дистальный бедренный направлятель устанавливали под углом, соответствующим FVA (группа индивидуального FVA), в контрольной группе ($n = 104$) — под углом 7° (средний FVA в популяции жителей Свердловской области). Мы сопоставили рентгенологические результаты ТЭКС обеих групп. **Результаты.** Авторы не выявили корреляции FVA с возрастом, ИМТ, ростом и полом пациентов ($p > 0,05$). Средний FVA у пациентов Свердловской области составил $6,7 \pm 1,5^\circ$ ($3-11^\circ$). После ТЭКС отклонение оси конечности от нейтральной более 3° ($3,9 \pm 1,06^\circ$) наблюдалось в 7% случаев (19 суставов). Мы выявили линейную связь между частотой ошибки в воссоздании нейтральной оси нижней конечности при ТЭКС и двумя факторами: ИМТ и выраженностью исходной деформации ($p = 0,003$ и $p < 0,001$ соответственно). В контрольной группе отклонение бедренных компонентов от перпендикуляра к механической оси конечности более 3° наблюдалось в 3 раза чаще, чем в группе индивидуального FVA (9 против 3, $p = 0,021$). Разницы в частоте малпозиции большеберцовых компонентов не наблюдалось — в обеих группах по 11%. Суммарное количество случаев с непреднамеренной варусной деформацией более 3° за счет бедренного и/или большеберцового компонентов после ТЭКС в контрольной группе было вдвое больше, чем в группе индивидуального FVA — 14 (14%) и 9 (7%) соответственно ($p = 0,034$). **Заключение.** При исходной варусной деформации более 20° и ИМТ более 30 кг/м^2 имеется повышенный риск установки компонентов с отклонением от механической оси конечности $>3^\circ$. Средний FVA у пациентов Свердловской области составляет $6,7 \pm 1,5^\circ$ ($3-11^\circ$). Выполнение дистальной резекции бедренной кости под углом, равным индивидуальному FVA, в 3 раза уменьшает вероятность ошибки в позиционировании бедренного компонента и в 2 раза вероятность остаточной варусной деформации.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование коленного сустава, угол вальгусного отклонения бедра, варусная деформация.

Зиновьев М.П., Атманский И.А., Белокобылов А.А., Римашевский Д.В. Предоперационное планирование по телерентгенограммам при тотальном эндопротезировании коленного сустава и его значимость для воссоздания нейтральной оси конечности во фронтальной плоскости. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):32-40. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-32-40.

Cite as: Zinoviev M.P., Atmansky I.A., Belokobylov A.A., Rimashevskiy D.V. [Preoperative TKA Planning on Long-Leg Hip-Knee-Ankle Radiographs and It's Impact on Postoperative Coronal Knee Alignment]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):32-40. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-32-40.

✉ Зиновьев Максим Павлович / Zinovev Maxim Pavlovich; e-mail: max_travma@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 23.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 11.03.2019.

Preoperative TKA Planning on Long-Leg Hip-Knee-Ankle Radiographs and It's Impact on Postoperative Coronal Knee Alignment

M.P. Zinoviev¹, I.A. Atmansky², A.A. Belokobylov³, D.V. Rimashevskiy⁴

¹ Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center, Nizhny Tagil, Russian Federation

² The South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

³ Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedic, Nur-Sultan, Kazakhstan

⁴ People's Friendship University of Russia, Medical Institute, Moscow, Russian Federation

Abstract

The importance of measuring of the angle between the mechanical and anatomical femoral axis (FVA) during the preoperative total knee arthroplasty (TKA) planning is not recognized by all. Some surgeons believe that it is acceptable to set distal femoral resection guide at 6° or 7° in all cases or adjust femoral resection guide FVA accordingly with patient height. **We conducted two studies.** One — retrospective analysis of radiographs of patients with TKA performed since 1.09.2014 till 31.01.2015 ($n = 261, 273$ TKA). In this cohort, we were looking for correlation between the parameters obtained on long hip-knee-ankle radiographs (FVA, coronal knee alignment) and gender, age, body mass index (BMI) and height, as well as the implant model and the level of constraint. After that we conducted a prospective, randomized trial with TKA performed since 1.02.2015 till 31.05.2015 ($n = 225, 225$ TKA). The patients were randomly divided into two groups. In the “individual FVA” group ($n = 121$), the distal femoral resection guide FVA was set accordingly with measured FVA, in the control group ($n = 104$) — at 7° (average FVA for the Sverdlovsk area patients' population). We compared TKA x-ray results of both groups. **Results.** First stage. We found no correlation between FVA and age, BMI, height and sex of patients ($p > 0.05$). After TKA residual varus deformity of more than 3° (malalignment) (3.9 ± 1.06) was observed in 7% of cases (19 joints). We found correlation between coronal knee malalignment after TKA and two factors: BMI and initial severity of varus deformity ($p = 0.003$ and $p < 0.001$). Second stage. In the control group we've seen femoral component deviation of more than 3° from the perpendicular to neutral mechanical axis (malposition) 3 times more often then in the “individual FVA” group (9 vs. 3, $p = 0.021$). **Conclusions.** We did not identify the dependence of FVA on sex, age, BMI and height. With initial varus of more than 20° and BMI of more than 30 kg/m², the risk of coronal components malalignment is increased. The average FVA in patients of Sverdlovsk area is $6,7 \pm 1,5^\circ$ (3–11°). Implementation of preoperative FVA measurement and following femoral distal cut adjustments improves femoral component positioning and overall leg alignment postoperatively.

Keywords: total knee arthroplasty, valgus deformity, components malalignment, knee alignment.

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

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

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

На сегодняшний день существуют две философии выполнения резекций при тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС) и позиционирования компонентов эндопротеза, которые конкурируют между собой: механическая и кинематическая. Вне зависимости от используемой методики, необходимо стремиться сделать результаты операции стабильными и предсказуемыми [1].

В этом нам призвано помочь цифровое предоперационное планирование, которое позволяет не только подобрать оптимально подходящий по размеру имплантат, но и рассчитать необходимое для его правильной установки направление и уровень резекций [2].

Наши наблюдения и работы коллег ставят под сомнение необходимость нейтрального выравнивания оси нижней конечности у пациентов с исходной варусной деформацией [1, 3–7]. Тем не менее, большинство ортопедов до сих пор остаются сторонниками коррекции механической оси нижней конечности до нейтрального положения (с отклонением в пределах $\pm 3^\circ$) при ТЭКС [8–11].

Применение компьютерной навигации и робототехники позволяют более точно ориентировать резекции и устанавливать компоненты эндопротеза и, как следствие, чаще выводить ось конечности в нейтральное положение [12, 13]. Однако эти методы ведут к существенному удорожанию операции, требуя применения дорогостоящего оборудования и расходных материалов, предпола-

гают кривую обучения и удлиняют время выполнения операции [14]. Поэтому в нашей стране они не получили широкого распространения, и основным методом выравнивания оси нижней конечности в повседневной практике ортопедов остается применение интрамедуллярного направителя для резекции дистального отдела бедренной кости и интра- либо экстрамедуллярного направителя для резекции проксимального отдела большеберцовой кости. При тщательном предоперационном планировании и соблюдении хирургической техники это позволяет выполнять резекции с точностью, существенно не уступающей компьютерной навигации [15].

Одним из ключевых элементов традиционного предоперационного планирования ТЭКС является измерение угла вальгусного отклонения бедра FVA (угол между анатомической и механической осями бедра) [16] (рис. 1).

Некоторые авторы предлагают отказаться от ориентировки блока дистальной резекции бедра согласно индивидуально рассчитанному углу FVA и всегда выбирать среднее значение для популяции, считая такой подход абсолютно безопасным [17, 18]. Другие, напротив, настаивают на необходимости индивидуального измерения FVA для каждого пациента, демонстрируя большую погрешность при использовании фиксированного угла FVA [19–21].

Пользуясь имеющимися у нас возможностями точного предоперационного планирования и учета послеоперационных результатов, а также высокой степенью однородности выполняемых в нашем центре ТЭКС, мы решили внести свой вклад в эту дискуссию.

Цель исследования — выявить факторы, определяющие ось нижней конечности после тотального эндопротезирования коленного сустава, сравнить результаты выравнивания оси нижней конечности с учетом индивидуального или среднего FVA для жителей Свердловской области.

Материал и методы

Для реализации цели исследование состояло из двух этапов: первый этап исследования носил ретроспективный характер, второй этап исследования – проспективный.

Мы проанализировали результаты 951 операций ТЭКС, выполненных в нашем центре с сентября 2014 по май 2015 г. 933 пациентам с исходной варусной деформацией нижней конечности.

Из электронной базы центра были взяты следующие данные о всех пациентах: пол, возраст, ИМТ, рост, тип и степень связанности имплантата, суммарная деформация, угол между центрами головки бедренной кости, коленного сустава

и голеностопного сустава (НКА), угол между анатомической и механической осями бедра (FVA), дистально-бедренный угол (LDFA), проксимально-тибиальный угол (МРТА), исходный угол FVA до и через 3 мес. после ТЭКС.

Оценку фронтального выравнивания оси нижней конечности после ТЭКС проводили с помощью телерентгенографии, которую выполняли на рентгенодиагностическом аппарате Philips Diagnost 56 (Нидерланды) и результаты оценивали по методике, описанной А. Durandet с соавторами [22], на персональном компьютере при помощи программы «VEPRO ver.8.2» (Германия) (рис. 2).

Критерии включения в исследование:

- гонартроз 3-й стадии (по Н.С. Косинской) с исходной варусной деформацией нижней конечности;
- ТЭКС с применением стандартной хирургической техники без компьютерной навигации;
- наличие предоперационной и контрольной (через 3 мес. после ТЭКС) телерентгенограмм с измерением FVA, сохраненных в электронной базе;
- отсутствие в анамнезе внесуставной деформации (более 10°), корригирующих остеотомий и эндопротезирования тазобедренного сустава;
- регистрация пациента в Свердловской области.

Для реализации задач исследования мы разделили его на два этапа.

Первый этап — поиск корреляции между: 1) полом, возрастом, ростом, ИМТ и FVA; 2) полом, возрастом, ростом, ИМТ, типом эндопротеза, степенью связанности эндопротеза и остаточной варусной деформацией после ТЭКС.

На первом этапе исследования во всех случаях во время операции использовался расчетный угол FVA (согласно протоколу операции из истории болезни пациента). Из всех пациентов, оперированных с 01.09.2014 по 31.01.2015 г. (512 суставов у 502 пациентов) критериям включения соответствовал 261 пациент (273 ТЭКС). Данные об этих пациентах и были подвергнуты статистической обработке. Некоторые данные первого этапа исследования представлены в таблице 1.

Во всех случаях во время операции угол дистальной резекции бедренной кости выставлялся в соответствии с расчетным углом FVA.

Второй этап. Для определения значимости индивидуального расчета FVA был проведен анализ рентгенограмм у пациентов после ТЭКС с гонартрозом 3 ст. и исходной варусной деформацией.

Из всех пациентов, оперированных в нашем центре с 01.02 по 31.05.2015 г. (439 ТЭКС/431 пациент), критериям включения соответствовали 225 пациентов, которым было установлено 225 суставов.

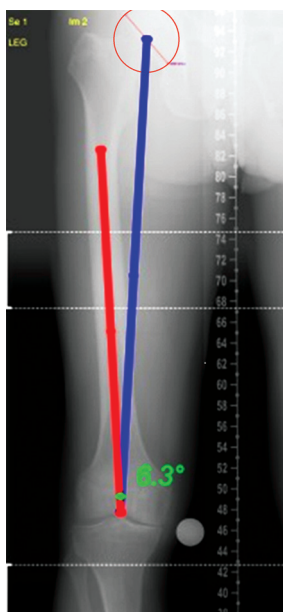


Рис. 1. Измерение вальгусного угла отклонения бедра: красной линией отмечена анатомическая, а синей — механическая оси бедренной кости, зеленым цветом указан угол между анатомической и механической осями бедренной кости (FVA)

Fig. 1. X-ray of the right femur, measuring the angle of femur valgus deviation: red line — anatomical axis, blue line mechanical axis, green — FVA angle

До операции пациенты методом компьютерной рандомизации были разделены на две группы. В первой группе (121 пациент, 121 сустав) дистальная резекция бедренной кости выполнялась с учетом расчетного FVA. Во второй группе (104 пациента, 104 сустава) — под углом в 7° к интрамедуллярному стержню (средний угол FVA в популяции). В обеих группах эндопротезирование проводилось по стандартной методике без компьютерной навигации, с интрамедуллярным направлятелем на бедре и экстаемедуллярным направлятелем на голени. Операции выполнялись тремя опытными бригадами хирургов (опыт имплантации более 2000 ТЭКС и более 300 операций в год). Группы исследования были сопоставимы по полу, возрасту, ИМТ, углу исходной варусной деформации (табл. 2).

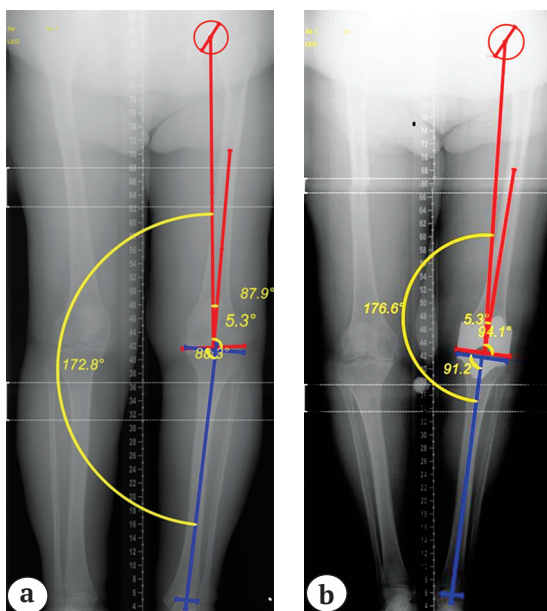


Рис. 2. Телерентгенограммы пациента с гонартрозом 3 ст. и варусной деформацией: FVA = 5,3°, LDFA = 87,9°; MPFA = 88,3°, HKA = 172,8° (а); через 3 месяца после операции: FVA = 5,3°, LDFA = 94,1°, MPFA = 91,2°, HKA = 176,6°, остаточный варус — 3,4° (б)

Fig. 2. Hip-knee-ankle x-ray of the patient with varus knee osteoarthritis: FVA = 5,3°, LDFA = 87,9°; MPFA = 88,3°, HKA = 172,8° (a); 3 months after TKA: FVA = 5,3°, LDFA = 94,1°, MPFA = 91,2°, HKA = 176,6°, residual varus — 3,4° (b)

Таблица 1

Характеристика первого этапа исследования (273 ТЭКС/261 пациент)

Параметр	Показатель
Возраст, лет	64,6±8,9
Пол муж/жен	65/196
ИМТ, кг/м ²	29,4±4,8
Средняя варусная деформация, град.	11,9±5,5
Тип связанности эндопротеза CR/UC/PS	99/52/122
Производитель имплантата и модель:	
Aescular Columbus UC	52
Biomet AGC CR	21
Implantcast CR/PS	24
Stryker Scorpio NRG CR/PS	94
Zimmer NexGen CR/PS	82

Таблица 2

Сравнительная характеристика исследуемых групп пациентов

Параметры	Первая группа (n = 121) Индивидуальный FVA	Вторая группа FVA = 7°
Пол, муж/жен	32/89	26/78
Возраст, лет	64,21±5,4	63,66±7,2
ИМТ, кг/м ²	28,1±6,1	30,4±8,1
Средний показатель варусной деформации, град.	10,8±5,4	9,1±5,1

p>0,05.

Для повышения качества оценки позиционирования компонентов эндопротеза и восстановления нейтральной оси конечности мы использовали телерентгенограммы, выполненные через 3 мес. после ТЭКС, во время явки пациента на контрольный осмотр.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнялась с помощью пакета для обработки результатов StatSoft Statistica 6.0 с использованием стандартного отклонения SD. Оценку различий сравниваемых групп проводили с помощью U-теста

Манна–Уитни, линейную связь между изменениями значений переменных данных вычисляли с помощью коэффициента корреляции Пирсона. Критерием статистической значимости получаемых результатов считали величину *p*<0,05.

Результаты

Первый этап исследования

Среднее значение FVA у мужчин составило 6,7±1,5° (от 3° до 11°) и 6,6±1,49° у женщин (*p*>0,05) (табл. 3). Мы не выявили корреляции между FVA и возрастом, ИМТ и ростом пациентов (*p*>0,05) (табл. 4–6).

Таблица 3

Распределение FVA по полу, %

Пол	FVA°								
	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°
Мужской	0	5	15	29	18	23	6	2	2
Женский	2	6	16	24	21	19	8	2	2

p>0,05.

Таблица 4

Распределение FVA по возрасту, %

Возраст, лет	FVA°								
	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°
<60	2	5	17	17	28	22	5	2	2
60–70	2	6	19	31	15	16	8	1	2
>70	0	6	9	20	27	25	9	3	1

p>0,05.

Таблица 5

Распределение FVA по ИМТ, %

ИМТ, кг/м ²	FVA°								
	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°
<30	1	6	17	24	26	17	6	2	1
≥30	1	6	14	28	17	23	8	1	2

p>0,05.

Таблица 6

Распределение FVA по росту, %

Рост, см	FVA°								
	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°
150	0	4	17	14	17	26	9	4	9
150–160	3	6	16	34	9	16	16	0	0
160–170	1	6	9	22	23	27	9	3	0
170–180	1	5	24	28	23	13	5	0	1
>180	0	7	11	26	27	20	2	2	5

Таким образом, ни один из оцениваемых факторов не оказывал влияния на величину угла вальгусного отклонения бедра. Анализ 273 послеоперационных телерентгенограмм показал, что отклонение механической оси конечности от нейтрального положения более 3° (в среднем 3,9±1,06°) было выявлено в 19 (7%) случаях. В 18 случаях сохранялась остаточная варусная деформация, и в одном случае была выявлена вальгусная гиперкоррекция в 4°. В большинстве случаев 17 (90%) отклонение оси от нейтрального положения (мальориентация) находилось в пределах от 3,1° до 5,0°. В оставшихся двух случаях этот показатель составил 5,1° и 6,0°. В одном наблюдении источником остаточной деформации была мальпозиция бедренного компонента (5%), в 15 случаях — обоих компонентов и в 3 случаях — только большеберцового компонента. Проведенный анализ показал, что у пациентов с исходной варусной деформацией нижней конечности более 20° и ИМТ более 30 кг/м² имеется повышенный риск мальпозиции компонентов

эндопротеза. Относительный риск с 95% доверительным интервалом составил 6,667 и 4,506 соответственно ($p < 0,05$). Однако нами не выявлено влияния таких факторов, как пол, возраст, FVA, нозологическая группа, тип связанности протеза, производитель имплантата, на выравнивание фронтальной оси нижней конечности после ТЭКС (табл. 7).

Второй этап исследования

Обе группы были сопоставимы по FVA, который составил в первой группе 6,6°±1,5° и в контрольной 6,7°±1,4° ($p = 0,621$). Результаты анализа контрольных рентгенограмм представлены в таблице 8. Мальпозиция бедренного компонента в 3 раза чаще наблюдалась в контрольной группе (9 против 3, $p = 0,021$), по частоте мальпозиции большеберцового компонента группы не отличались (11%). При этом мальориентация в контрольной группе наблюдалась в два раза чаще, чем в группе индивидуального FVA: 14 (14%) против 9 (7%) ($p = 0,034$).

Таблица 7

Факторы, связанные с пациентами/имплантатами и их влияние на выравнивание нейтральной оси нижней конечности после ТЭКС

Фактор	Всего	Отклонение от нейтральной оси				p	
		<3°		≥3°			
		n	%	n	%		
Пол	муж	68 (25%)	64	94,1	4	5,9	0,688
	жен	205 (75%)	190	92,7	15	7,3	
Возраст, лет	<60	66 (24%)	61	92,4	5	7,6	0,877
	60–70	136 (50%)	126	92,6	10	7,4	
	>70	71 (26%)	67	94,4	4	5,6	
ИМТ, кг/м ²	<30	149 (55%)	145	97,3	4	2,7	0,003
	≥30	124 (45%)	109	87,9	15	12,1	

Окончание таблицы 7

Фактор	Всего	Отклонение от нейтральной оси				p	
		<3°		≥3°			
		n	%	n	%		
Исходная деформация, град.	<10	96 (35%)	94	97,9	2	2,1	<0,001
	10-20	138 (51%)	131	94,9	7	5,1	
	>20	39 (14%)	29	74,4	10	25,6	
FVA, град.	≤5	62 (23%)	60	96,8	2	3,2	0,219
	6-8	180 (66%)	167	92,8	13	7,2	
	≥9	31 (11%)	27	87,1	4	12,9	
Тип связанности эндопротеза	CR	99 (36%)	94	94,9	5	5,1	0,642
	UC	52 (19%)	48	92,3	4	7,7	
	PS	122 (45%)	112	91,8	10	8,2	
Модель и производитель имплантата	Aesculap Columbus UC	52 (19%)	49	94,2	3	5,8	0,367
	Biomet AGC CR	21 (8%)	19	90,5	2	9,5	
	Implantcast CR/PS	24 (9%)	20	83,3	4	16,7	
	Stryker Scorpio NRG CR/PS	94 (34%)	89	94,7	5	5,3	
	Zimmer NexGen CR/PS	82 (30%)	77	93,9	5	6,1	

Таблица 8

Частота мальпозиции компонентов эндопротеза в группах исследования

Компонент	Мальпозиция >3°		p
	Первая группа (n = 121)	Вторая группа (n = 104)	
Бедренный	3 (3%)	9 (9%)	0,021
Большеберцовый	13 (11%)	12 (11%)	0,954
Суммарная остаточная деформация	9 (7%)	14 (14%)	0,034

Обсуждение

За последние десятилетия было опубликовано большое количество работ, посвященных необходимости фронтального выравнивания компонентов в нейтральном положении относительно механической оси нижней конечности [9, 10, 23]. Несмотря на то, что многие авторы считают, что остаточная варусная деформация не влечет за собой негативных клинических последствий, никто из них и не призывает к преднамеренному выравниванию нижней конечности в варусном положении [5, 24, 25]. Нейтральное выравнивание оси нижней конечности до сих пор является стандартом тотального эндопротезирования коленного сустава [26].

При использовании стандартной хирургической техники ТЭКС для восстановления механи-

ческой оси бедренного компонента эндопротеза рекомендуют устанавливать интрамедуллярный направлятель под углом, равным FVA. У пациентов нашего региона с гонартрозом и исходной варусной деформацией средний FVA составил $6,7 \pm 1,5^\circ$ (от 3° до 11°) и не зависел от пола, возраста и конституциональных особенностей. Наши данные согласуются с данными J. Stucinskas с соавторами: FVA = $6,7 \pm 1,3^\circ$ (от 4 до 10°) [21]. Однако в британской популяции N. Kharwadkar с соавторами определили среднее значение FVA как $5,4 \pm 0,9^\circ$ (от $3,1^\circ$ до 8°) [17]. По данным W.M. Tang с соавторами у лиц с гонартрозом в Китае FVA = $5,1 \pm 0,9^\circ$ (от $2,6^\circ$ до $7,4^\circ$) [27].

Недавно K. Zhou с соавторами провели мета-анализ шести исследований (суммарно 1167 пациентов с ТЭКС) и пришли к выводу, что исполь-

зование индивидуального FVA при дистальной резекции бедренной кости может повысить точность послеоперационного выравнивания всей нижней конечностей и бедренного компонента во фронтальной плоскости [28]. Наше исследование также подчеркнуло значимость предоперационного определения FVA. Так, установка направлятеля резекции бедра под углом, рассчитанным при предоперационном планировании FVA, позволило уменьшить частоту ошибок в позиционировании бедренного компонента эндопротеза во фронтальной плоскости в 3 раза, а частоту отклонения оси нижней конечности от нейтрального положения в 2 раза.

Несмотря на то, что статистически значимой корреляции между какими-либо факторами пациентов и FVA мы не нашли, у пациентов с исходной варусной деформацией более 20° и ИМТ более 30 кг/м² мы чаще наблюдали остаточную варусную деформацию ($p < 0,05$), что согласуется с работой A.V. Mullaji с соавторами в части исходной варусной деформации более 20° [29]. J. Järvenpää с соавторами по результатам своего исследования подчеркнули, что у лиц с ожирением (ИМТ ≥ 30 кг/м²) хуже клинические и рентгенологические результаты ТЭКС по сравнению с людьми с меньшим ИМТ [24]. Мы также считаем, что тучные пациенты должны быть предупреждены о повышенном риске осложнений ТЭКС.

В заключении необходимо отметить, что наше исследование не ставило целью изучить влияние фронтального выравнивания оси нижней конечности на клинико-функциональные исходы ТЭКС. Благодаря этому нам удалось включить в исследование достаточно большие группы пациентов: 273 — на первом и 225 — на втором этапах исследования соответственно. Очевидно, что на клинический результат ТЭКС оказывает влияние не только фронтальное положение компонентов, но многие другие факторы: исходный объем движений, подход хирурга к балансу связок, сопутствующая патология, тип имплантата и положение его компонентов в сагиттальной и горизонтальной плоскостях, программа послеоперационной реабилитации и т.д. Для того чтобы изучить, как влияет исключительно фронтальное положение компонентов на клинический результат, необходимо в сравниваемых группах учитывать все эти факторы, что мы постарались сделать в опубликованных ранее исследованиях [3, 4]. Все данные об оперированных в нашем центре пациентах систематически вносятся в электронную базу данных, в том числе и данные ежегодных контрольных осмотров. Это позволит нам в ближайшие годы провести полноценный анализ значимости позиционирования компонентов.

Этика публикации: пациенты дали добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Parratte S., Pagnano M.W., Trousdale R.T., Berry D. Effect of postoperative mechanical axis alignment on the fifteen-year survival of modern, cemented total knee replacements. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(12): 2143-2149. DOI: 10.2106/JBJS.I.01398.
- Tanzer M., Makhdom A.M. Preoperative planning in primary total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(4):220-230. DOI: 10.5435/JAAOS-D-14-00332.
- 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;(1):108-116. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-208-116. 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. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):108-116. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-208-116.
- Зиновьев М.П., Паськов Р.В., Сергеев К.С., Римашевский Д.В. Остаточная деформация после двустороннего эндопротезирования коленных суставов: влияние на краткосрочные результаты. *Травматология и ортопедия России.* 2018;24(2):19-28. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28. Zinoviev M.P., Paskov R.V., Sergeev S.K., Rimashevsky D.V. [Residual deformity after bilateral knee arthroplasty: impact on short term outcomes]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):19-28. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28.
- Bellemans J. Neutral mechanical alignment: a requirement for successful TKA: opposes. *Orthopedics.* 2011;34(9): e507-509. DOI: 10.3928/01477447-20110714-41.
- Bellemans J., Colyn W., Vandenuecker H., Victor J. The Chitranjan Ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(1):45-53. DOI: 10.1007/s11999-011-1936-5.
- Vanlommel L., Vanlommel J., Claes S., Bellemans J. Slight undercorrection following total knee arthroplasty results in superior clinical outcomes in varus knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(10):2325-2330. DOI: 10.1007/s00167-013-2481-4.
- Chao E.Y., Neluhani E.V., Hsu R.W., Paley D. Biomechanics of malalignment. *Orthop Clin North Am.* 1994;25(3):379-386.
- Longstaff L.M., Sloan K., Stamp N., Scaddan M., Beaver R. Good alignment after total knee arthroplasty leads to faster rehabilitation and better function. *J Arthroplasty.* 2009;24(4):570-578.
- Ritter M.A., Davis K.E., Meding J.B., Pierson J.L., Berend M.E., Malinzak R.A. The effect of alignment and BMI on failure of total knee replacement.

- J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(17):1588-1596. DOI: 10.2106/JBJS.J.00772.
11. Ritter M.A., Faris P.M., Keating E.M., Meding J.B. Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(299):153-156.
 12. Song E.K., Seon J.K., Park S.J., Jung W.B., Park H.W., Lee G.W. Simultaneous bilateral total knee arthroplasty with robotic and conventional techniques: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(7):1069-1076. DOI: 10.1007/s00167-011-1400-9.
 13. Sparmann M., Wolke B., Czapalla H., Banzer D., Zink A. Positioning of total knee arthroplasty with and without navigation support: a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(6):830-835.
 14. Петухов А.И., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Тихилов Р.М., Селин А.В., Кройтору И.И., Игнатенко В.Л., Сараев А.В., Муранчик Ю.И. Современные взгляды на применение компьютерных навигационных систем при первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России.* 2010;(1):115-123. DOI: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-115-123.
 15. Petukhov A.I., Kornilov N.N., Kulyaba T.A., Tikhilov R.M., Selin A.V., Kroitoru I.I., Ignatenko V.L., Saraev A.V., Muranchik Y.I. [Contemporary view on computer navigation using at primary knee total replacement (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;(1):115-123. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2010-0-1-115-123.
 16. Kim Y.H., Kim J.S., Yoon S.H. Alignment and orientation of the components in total knee replacement with and without navigation support: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(4):471-476. DOI: 10.1302/0301-620X.89B4.18878
 17. Deakin A.H., Basanagoudar P.L., Nunag P., Johnston A.T., Sarungi M. Natural distribution of the femoral mechanical-anatomical angle in an osteoarthritic population and its relevance to total knee arthroplasty. *Knee.* 2012;19(2):120-123. DOI: 10.1016/j.knee.2011.02.001.
 18. Kharwadkar N., Kent R.E., Sharara K.H., Naique S. 5 degrees to 6 degrees of distal femoral cut for uncomplicated primary total knee arthroplasty: is it safe? *Knee.* 2006;13(1):57-60. DOI: 10.1016/j.knee.2005.07.001.
 19. Wang, Y., Zeng, Y., Dai, K., Zhu Z., Xie L. Normal lowerextremity alignment parameters in healthy Southern Chinese adults as a guide in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2010;25(4):563-570. DOI: 10.1016/j.arth.2009.03.021.
 20. 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.
 21. Deakin, A.H., Sarungi, M. A comparison of variable angle versus fixed angle distal femoral resection in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014; 29(6):1133-1137. DOI: 10.1016/j.arth.2013.11.009.
 22. Stucinskas J., Robertsson O., Sirka A., Lebedev A., Wingstrand H., Tarasevicius S. Moderate varus/valgus malalignment after total knee arthroplasty has little effect on knee function or muscle strength 91 patients assessed after 1 year. *Acta Orthop.* 2015;86(6):728-733. DOI: 10.3109/17453674.2015.1059689.
 23. Durandet A., Ricci P.-L., Saveh A.H., Vanat Q., Wang B., Esat I., Chizari M. Radiographic Analysis of lower limb axial alignments. In: Proceedings of the World Congress on Engineering. London, 2013. Vol. II, WCE 2013, July 3-5, 2013. Available from: <http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/>
 24. Fang D.M., Ritter M.A., Davis K.E. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it. *J Arthroplasty.* 2009;24(6 Suppl):39-43. DOI: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
 25. Järvenpää J., Kettunen J., Kröger H., Miettinen H. Obesity may impair the early outcome of total knee arthroplasty. *Scand J Surg.* 2010;99(1):45-49. DOI: 10.1177/145749691009900110.
 26. Song M.H., Yoo S.H., Kang S.W., Kim Y.J., Park G.T., Pyeun Y.S. Coronal alignment of the lower limb and the incidence of constitutional varus knee in Korean females. *Knee Surg Relat Res.* 2015;27(1):49-55. DOI: 10.5792/ksrr.2015.27.1.49.
 27. 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.
 28. Tang W.M., Zhu Y.H., Chiu K.Y. Axial alignment of the lower extremity in Chinese adults. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(11):1603-1608.
 29. Zhou K., Ling T., Xu Y., Li J., Yu H., Wang H. Zhou Z., Pei F. Effect of individualized distal femoral valgus resection angle in primary total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis involving 1300 subjects. *Int J Surg.* 2018;50:87-93. DOI: 10.1016/j.ijsu.2017.12.028.
 30. Mullaji A.B., Shetty G.M., Lingaraju A.P., Bhayde S. Which factors increase risk of malalignment of the hip-knee-ankle axis in TKA? *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(1):134-41. DOI: 10.1007/s11999-012-2520-3.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зиновьев Максим Павлович — врач ортопед-травматолог ортопедического отделения № 1, ООО «Уральский клинический лечебно-реабилитационный центр», г. Нижний Тагил

Атманский Игорь Александрович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет», г. Челябинск

Белокобылов Алексей Александрович — канд. мед. наук, заведующий 4-м ортопедическим отделением, РГП «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии», г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Римашевский Денис Владимирович — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России, Москва

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Maxim P. Zinoviev — orthopedic surgeon, Orthopedic Department N 1, Ural Clinical Medical and Rehabilitation Center, Nizhny Tagil, Russian Federation

Igor A. Atmansky — Dr. Sci. (Med.), professor, Orthopedic Department, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

Aleksei A. Belokobyllov — Cand. Sci. (Med.), head of the Orthopedics department No. 4, Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedic, Nur-Sultan, Kazakhstan

Denis V. Rimashevskiy — Cand. Sci. (Med.), associate professor, Orthopedic and Trauma Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

Сравнительная эффективность тотального эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с последствиями травм и ревматоидным артритом в среднесрочном и отдаленном периодах

А.Г. Алиев, А.В. Амбросенков, А.А. Бояров, Г.И. Жабин, А.А. Джавадов

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — выявить различия в функциональных результатах тотального эндопротезирования локтевого сустава (ТЭП ЛС) у пациентов с последствиями травм и ревматоидным артритом и влияющие на них факторы, а также частоту и структуру осложнений. **Материал и методы.** В ретроспективное исследование вошли 269 пациентов, перенесших первичное тотальное эндопротезирование локтевого сустава: 100 мужчин (37,2%) и 169 женщин (62,8%). Основную группу составил 191 пациент (191 локтевой сустав), прооперированный по поводу последствий перенесенных травм локтевого сустава. Средний срок наблюдения — 6,9 лет (от 0,5 до 21 года). В группу сравнения вошли 78 пациентов (81 локтевой сустав) с ревматоидным артритом (РА). Средний срок наблюдения — 3,8 года (от 0,4 до 16,5 лет). **Результаты.** ТЭП позволило существенным образом улучшить функцию локтевого сустава (средние значения у пациентов с последствиями травм по шкале Mayo составили 73,8±14,1 балла, по анкете Оксфорд — 30,5±8,9, DASH — 40,3±18,4, EQ-5D — 0,536±0,234, у пациентов с ревматоидным артритом по шкале Mayo — 75,4±15,5 балла, DASH — 38,6±15,8, OES — 35,5±7,9, EQ-5D — 0,580±0,2). Частота послеоперационных осложнений, требующих выполнения ревизии, в основной группе была значительно выше, чем в группе сравнения (23,8% и 13,6% соответственно, ОШ = 3,2; 95% ДИ 0,7–3,0). В основной группе статистически значимый риск асептического расшатывания имплантатов наблюдался у оперируемых по поводу ложного сустава дистального отдела плечевой кости (ОШ = 8,5; 95% ДИ 1,7–43,6) и посттравматической деформации (ОШ = 10,5; 95% ДИ 1,3–88,5). Использование ряда моделей эндопротезов также ассоциировано с высоким риском асептической нестабильности (ОШ = 3,5; 95% ДИ 0,9–13,3). Значимый риск развития глубокой перипротезной инфекции наблюдался у пациентов с посттравматическим дефектом костей ЛС (ОШ = 7,0; 95% ДИ 1,2–40,1) и посттравматической деформацией ЛС (ОШ = 14,0; 95% ДИ 2,5–77,8). Факторами риска расшатывания эндопротезов у пациентов с РА являются: неполноценное цементирование плечевого компонента (ОШ = 35,0; 95% ДИ 3,8–325,0), вальгусное отклонение плечевого компонента ≥ 9° (ОШ = 9,2; 95% ДИ 1,0–82,2), недостаточная конструктивная надежность эндопротеза (ОШ = 13,6; 95% ДИ 2,3–79,4), возраст пациента ≥ 59 лет (ОШ = 12,8; 95% ДИ 1,5–113,0), ИМТ ≥ 32 кг/м (ОШ = 8,4; 95% ДИ 1,5–47,5), а также уровень СРБ ≥ 36,1 мг/л (ОШ = 4,8; 95% ДИ 0,4–65,8). **Выводы.** Среднесрочные и отдаленные результаты показали, что ТЭП позволяет восстановить амплитуду движений ЛС и функцию конечности как при посттравматических изменениях, так и при РА. Однако частота послеоперационных осложнений, требующих выполнения ревизии, в группе пациентов с последствиями травм значительно выше, чем в группе пациентов с РА.

Ключевые слова: эндопротезирование, локтевой сустав, посттравматический артроз, ревматоидный артрит.

Алиев А.Г., Амбросенков А.В., Бояров А.А., Жабин Г.И., Джавадов А.А. Сравнительная эффективность тотального эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с последствиями травм и ревматоидным артритом в среднесрочном и отдаленном периодах. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):41-51. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-41-51.

Cite as: Aliev A.G., Ambrosenkov A.V., Boyarov A.A., Zhabin G.I., Dzhavadov A.A. [Mid- and Long-Term Results of Total Elbow Arthroplasty: Post-Traumatic Consequences and Rheumatoid Arthritis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):41-51. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-41-51.

Алиев Алимурад Газиевич / Alimurad G. Aliev; e-mail: mur23mur@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 23.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 11.03.2019.

Mid- and Long-Term Results of Total Elbow Arthroplasty: Post-Traumatic Consequences and Rheumatoid Arthritis

A.G. Aliev, A.V. Ambrosenkov, A.A. Boyarov, G.I. Zhabin,
A.A. Dzhavadov

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Objective of the study: to identify differences in the functional outcomes of total elbow arthroplasty in post-traumatic and rheumatoid cases, to determine the factors affecting the outcomes and rate of the complication. **Materials and methods.** A retrospective study included 269 patients (272 elbows), who underwent primary total elbow arthroplasty (TEA), 100 men (37.2%), and 169 women (62.8%). The first group included 191 patients (191 elbows) who had elbow trauma. The average follow-up after the operation was 6.9 years (from 0.5 up to 21 years). The compared group included 78 patients (81 elbows) operated on for rheumatoid arthritis (RA). The average follow-up time after total elbow arthroplasty was 3.8 years (0.4 to 16.5 years). **Results.** TEA significantly improved joint function (mean values in post-trauma patients on the Mayo score were 73.8±14.1 points, on the Oxford questionnaire — 30.5±8.9, DASH — 40.3±18.4, EQ-5D — 0.536±0.234; in patients with rheumatoid arthritis, on the Mayo score — 75.4±15.5 points, DASH — 38.6±15.8, OES — 35.5±7.9, EQ-5D — 0.580±0.2). In the first group, the frequency of postoperative complications requiring a revision was significantly higher than in the compared group (23.8% and 13.6%, respectively, OR 3.2; 95% CI 0.7–3.0). In the first group, a statistically significant risk of aseptic loosening of the implants was observed in patients operated on for pseudarthrosis of the distal humerus (OR 8.5; 95% CI 1.7–43.6) and post-traumatic deformity (OR 10.5; 95% CI 1.3–88.5). The use of some endoprostheses is also associated with a high risk of aseptic instability (OR 3.5; 95% CI 0.9–13.3). A significant risk of a deep periprosthetic infection was observed in patients with post-traumatic bone defect (OR 7.0; 95% CI 1.2–40.1) and post-traumatic deformity of the elbow joint (OR 14.0; 95% CI 2.5–77.8). Risk factors for loosening endoprostheses in patients with RA were: defective cementation of humeral component (OR 35.0; 95% CI 3.8–325.0), valgus deviation of the humeral component $\geq 9^\circ$ (OR 9.2; 95% CI 1.0–82.2), low constructive reliability of the endoprosthesis (OR 13.6; 95% CI 2.3–79.4), patient age ≥ 59 years (OR 12.8; 95% CI 1.5–113.0), BMI ≥ 32 kg/m² (OR 8.4; 95% CI 1.5–47.5), and CRP level ≥ 36.1 mg/l (OR 4.8; 95% CI 0.4–65.8). **Conclusion.** Mid-term and long-term results showed that TEA helps restore the amplitudes of elbow movement and the function of the limb, both in elbows with post-traumatic consequences and with RA. However, the frequency of postoperative complications requiring a revision is significantly higher in the group of patients with consequences of the fractures than in the group of patients with RA.

Keywords: elbow arthroplasty, elbow post-traumatic osteoarthritis, elbow rheumatoid arthritis.

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

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

Введение

Переломы костей локтевого сустава (ЛС) занимают 7% в структуре всех повреждений скелета [1, 2]. Переломы дистального отдела плечевой кости составляют 2–3%, или 5–6 случаев на 100 тыс. населения [3]. Стандартом лечения таких переломов является открытая репозиция и внутренняя фиксация с ранней мобилизацией сустава [4, 5]. У пожилых пациентов с метаболическими заболеваниями, нарушенным кровообращением верхней конечности и плохим качеством кости выполнение остеосинтеза, даже с использованием современных пластин с угловой стабильностью, не всегда позволяет осуществить полноценную репозицию и стабильную фиксацию отломков. Частота осложнений и неудовлетворительных исходов таких

вмешательств, по некоторым данным, достигает 20% [6–8]. В последствии развивается посттравматический артроз, сопровождающийся выраженным болевым синдромом и контрактурой сустава.

Существуют различные варианты оперативного лечения артроза: артрорез, интерпозиционная артропластика и эндопротезирование. Выполнение артрореза ЛС приводит к значительному нарушению функции верхней конечности и ухудшению качества жизни пациента [9]. Резекционная артропластика также не может обеспечить должного восстановления функции, так как снижает стабильность сустава [10]. Тотальное эндопротезирование (ТЭП) современными связанными конструкциями, по данным многих исследований, приводит к более приемлемым функциональным

результатам в отдаленном периоде [11, 12]. Однако выполнение тотальной артропластики у пациентов с последствиями травм в сравнении с пациентами, прооперированными по поводу ревматоидного артрита, сопровождается довольно высокой частотой осложнений в отдаленном периоде (до 45%) [13, 14].

В зарубежной и отечественной литературе представлены крайне разнородные данные о частоте и структуре осложнений после ТЭП ЛС в среднесрочном и отдаленном периодах, а также о влияющих на них факторах.

Цель исследования — выявить различия в функциональных результатах ТЭП ЛС у пациентов с последствиями травм и больных ревматоидным артритом, определить влияющие на них факторы, а также частоту и структуру осложнений.

Материал и методы

В ретроспективное исследование вошли 269 пациентов (272 локтевых сустава), которым с 1994 по 2017 г. было выполнено первичное ТЭП ЛС. Пациентов мужского пола было 100 (37,2%), женского — 169 (62,8%).

В основную группу вошел 191 пациент (191 локтевой сустав), прооперированный по поводу последствий перенесенных травм ЛС: 87 мужчин (45,5%) и 104 женщины (55,5%). Средний срок наблюдения после операции составил 6,9 лет (от 0,5

до 21 года). Средний возраст пациентов на момент оперативного вмешательства составил 46,7 лет (95% ДИ 44,4–49,1), средний ИМТ — 30,0 кг/м² (95% ДИ 26,7–33,3). У 26 (13,6%) пациентов диагностирован открытый перелом костей ЛС. Развитие инфекционного воспаления ЛС в результате травмы или выполненного остеосинтеза наблюдалось у 24 (12,6%) пациентов. На момент поступления 107 (56,2%) пациентов уже имели в анамнезе перенесенные операции на ЛС. Среднее время от травмы до операции 4,4 года (95% ДИ 3,3–5,6) (табл. 1, 2).

В группу сравнения вошли 78 пациентов (81 локтевой сустав), прооперированных по поводу последствий РА. Согласно классификации выраженности ревматоидного поражения ЛС А. Larsen с соавторами [14], в 57 случаях наблюдалась III стадия, в 13 — IV, в 11 — V стадия. Средний срок наблюдения после ТЭП составил 3,8 года (от 0,4 до 16,5 лет). Средний возраст пациентов на момент выполнения вмешательства — 53,4 года (95% ДИ 50,4–56,5), средний ИМТ — 27,0 кг/м² (95% ДИ 25,7–28,3). В 8 (10,3%) случаях в анамнезе отмечалось перенесенное хирургическое вмешательство в объеме синовэктомии и дебридмента ЛС. Эта операция проводится пациентам с ревматоидным поражением сустава для уменьшения болевого синдрома, увеличения амплитуды движений, в некоторых случаях — купирования явлений компрессии локтевого нерва.

Таблица 1

Распределение пациентов основной группы по диагнозу

Первичный диагноз	Мужчины		Женщины		Итого	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Посттравматический артроз	45	23,5	49	25,7	94	49,2
Ложный сустав дистального отдела плечевой кости	18	9,4	29	15,2	47	24,6
Посттравматический дефект костей ЛС	11	5,7	7	3,7	18	9,4
Посттравматическая деформация ЛС	7	3,7	8	4,2	15	7,9
Костный анкилоз	5	2,6	5	2,6	10	5,2
Фиброзный анкилоз	0	0	3	1,6	3	1,6
Свежий многооскольчатый перелом дистального отдела плечевой кости	0	0	3	1,6	3	1,6
Ложный сустав локтевого отростка	1	0,5	0	0	1	0,5
Всего	87	45,5	104	54,5	191	100

Таблица 2

Социодемографические, анамнестические и операционные показатели у пациентов сравниваемых групп

Показатель		Основная группа (n = 191)	Группа сравнения (n = 78)	p
Пол	Мужской	87 (45,5%)	13 (16,7%)	
	Женский	104 (55,5%)	65 (83,3%)	
Возраст, лет (Me [25%;75%])		46,7 (47,5 [34;58])	53,4 (56 [46;64])	<0,01
ИМТ, кг/м ² (Me [25%;75%])		30,0 (29,9 [26;32])	27,0 (26,5 [23;31])	>0,05
Перенесенные операции на ЛС		107 (56,2%)	8 (10,3%)	<0,01
Продолжительность операции ТЭП, мин (Me [25%;75%])		127,5 (120 [100;150])	95,6 (95 [80;100])	<0,01
Кровопотеря, мл (Me [25%;75%])		276,0 (200 [200;350])	193,1 (150 [150;200])	<0,01

Вмешательство проводилось под проводниковой анестезией, в положении пациента лежа на боку, при этом оперируемая конечность фиксировалась приставкой. Доступ к ЛС осуществлялся по Farabef (116 ЛС) и по Brayon–Morrey (155 ЛС). Доступ Brayon–Morrey применялся у пациентов без предшествующих операций на ЛС в анамнезе при сохранности его костной основы. Этот доступ предпочтителен при выполнении первичного ТЭП в стандартных анатомических ситуациях, так как выделение локтевого нерва значительно снижает вероятность развития стойкой невропатии в послеоперационном периоде. Кроме того, сохранность трехглавой мышцы плеча позволяет рассчитывать на лучшую функцию конечности в отдаленном периоде. Напротив, при дефектах, деформациях костей ЛС и наличии металлоконструкций после перенесенных вмешательств выполнение заднего срединного доступа обеспечивает более широкий обзор.

Всем пациентам, вошедшим в исследование, выполнено первичное тотальное замещение ЛС цементными эндопротезами связанного и несвязанного типов: Coonrad–Morrey (Zimmer, США), Арете (Россия), GSB III (Biomet, Великобритания), Орто-Л (Россия), эндопротез Сиваша (Россия), Johnson–Schlein (DePuy, США), Остеоник-Л (Россия).

Как показывают данные таблицы 3, пациентам в исследуемых группах в большинстве случаев были имплантированы две модели эндопротезов: Coonrad–Morrey и Арете. Из-за малого количества наблюдений другие имплантаты были исключены из статистической оценки риска осложнений.

Клинические результаты в основной группе удалось проследить у 147 (76,9%) пациентов, в группе сравнения — у 68 (87,2%).

Оценка клинических результатов

Сбор результатов осуществлялся при непосредственном осмотре, анкетировании и обследовании пациентов, пришедших на контрольный осмотр, а также заочно (по телефону, почте). Оценка эффективности ТЭП ЛС проводилась рентгенологически, на основании динамики амплитуды движений и показателей функциональных шкал.

Оценка клиничко-функционального состояния выполнялась путем измерения амплитуды движений прооперированного ЛС и анкетирования четырьмя опросниками: DASH, EQ-5D, Oxford Elbow Score (OES), Mayo. При необходимости выполняли компьютерную томографию ЛС, лабораторные анализы крови, пунктата, электронейромиографию конечности и т.д.

Рентгенометрический анализ выполнялся в программе Roman 1.7. Качество цементной мантши оценено по классификации В.Ф. Моррея (при недопокрытии мантшией верхушки компонента эндопротеза цементирование считается неполноценным), а стабильность имплантатов — исходя из выраженности периимплантного остеолита. Факт расшатывания подтверждался при миграции компонента эндопротеза или наличии линий остеолита шириной более 2 мм на протяжении всего интерфейса цемент-кость [15]. Оценка позиционирования компонентов эндопротеза проводилась в двух плоскостях (фронтальная, сагитальная) путем измерения расстояния от центра ротации компонента эндопротеза до среднедиафизарной линии (передний, латеральный оффсет), угла отклонения оси компонента от среднедиафизарной линии (версия, вальгусное отклонение), а также расстояния от центра ротации эндопротеза до суставной поверхности локтевой кости (высота посадки локтевого компонента) [16].

Таблица 3

Используемые доступы и имплантаты у пациентов исследуемых групп

Применяемые доступы и эндопротезы	Основная группа (n = 191)		Группа сравнения (n = 81)	
	Абс.	%	Абс.	%
Доступ				
Farabef	73	38,2	49	60,5
Brayan – Morrey	118	61,8	32	39,5
Эндопротез				
Coonrad-Morrey	142	74,3	60	74,1
Арте	29	15,2	18	22,2
GSB III	5	2,6	3	3,7
Орто-Л	10	5,2	0	0
Эндопротез Сиваша	3	1,6	0	0
Остеоник-Л	1	0,5	0	0
Jonson-Shlein	1	0,5	0	0

Факторы риска

Для исследования риска септического и асептического расшатывания эндопротеза в статистический анализ были включены следующие факторы.

Факторы, связанные с пациентом:

- пол;
- возраст;
- ИМТ;
- первичный диагноз;
- время с момента травмы до ТЭП;
- характер перелома (открытый/закрытый);
- наличие инфекции в ЛС;
- количество перенесенных на ЛС операций;
- амплитуда сгибания/разгибания в ЛС;
- амплитуда пронации/супинации;
- кровопотеря.

Факторы, связанные с проведенной операцией:

- время операции;
- опыт хирурга;
- доступ к ЛС;
- марка эндопротеза;
- используемый цемент.

Факторы, характеризующие позиционирование компонентов эндопротеза:

- качество цементирования плечевого компонента;
- качество цементирования локтевого компонента;
- передний оффсет плечевого компонента;
- передний оффсет локтевого компонента;
- латеральный оффсет плечевого компонента;
- латеральный оффсет локтевого компонента;
- версия плечевого компонента;
- версия локтевого компонента;
- вальгусное отклонение плечевого компонента;

- вальгусное отклонение локтевого компонента;
- высота посадки локтевого компонента.

Статистический анализ

Результаты исследования обрабатывались с использованием программной системы Past Software 3.17. Для статистического описания измерений амплитуды движений и показателей функциональных шкал до и после операции использовались медиана и межквартильный интервал (Ме [25%;75%]), а оценка этих показателей в динамике выполнялась с помощью критерия Манна–Уитни. Частота осложнений в группах сравнивалась с помощью непараметрических методов χ^2 , χ^2 с поправкой Йетса (для малых групп), критерия Фишера. Анализ количественных параметров в исследуемых группах проводился с использованием критериев Манна–Уитни и медианного χ^2 .

Результаты

Показатели оценки клинико-функционального состояния ЛС до операции и в среднесрочном периоде после операции у пациентов обеих групп свидетельствуют о положительной динамике амплитуды сгибания/разгибания, пронации/супинации предплечья и результатов анкетирования (табл. 4).

По данным опроса с использованием объективных шкал (MEPS, OES, DASH), независимо от патологии, наблюдалось практически двукратное улучшение функции конечности. Напротив, оценка качества жизни (EQ-5D, ВАШ) продемонстрировала не столь значимые различия в результатах, поскольку только восстановление функции сустава

не решает другие проблемы сопутствующей патологии, особенно у пациентов с системной артропатией (табл. 5, 6).

Сравнительный анализ прироста объема движений прооперированного ЛС в обеих группах паци-

ентов статистически значимых различий также не выявил (табл. 7), что свидетельствует о высокой эффективности эндопротезирования для восстановления амплитуды движений независимо от патологии, послужившей причиной замены сустава.

Таблица 4

Средние показатели амплитуды движений локтевого сустава и функциональных шкал до операции и в среднесрочном периоде после эндопротезирования у пациентов исследуемых групп

Показатель	Основная группа Средний срок наблюдения: 6,9 лет (0,5–21)		Группа сравнения Средний срок наблюдения: 3,8 лет (0,4–16,5)	
	до операции n = 191	после операции n = 147	до операции n = 81	после операции n = 68
Амплитуда сгибания/разгибания				
Среднее	48,4°	114,4°	59,1°±	120,2°
Медиана (25%;75%)	50° (18,8; 82,5)	122,5° (93,5; 135)	65° (17,5; 90)	125° (97,5; 137,5)
Амплитуда пронации/супинации				
Среднее	90,9°	124,6°	78,1°	124,8°
Медиана (25%;75%)	102,5°(37,5; 146,3)	130°(115; 152,5)	85° (20; 122,5)	130° (100; 145)
MEPS (Mayo Elbow Performance Score)				
Среднее	27,1	73,8	36,7	75,4
Медиана (25%;75%)	25 (20; 35)	75 (65; 85)	35 (25; 50)	75 (65; 90)
OES (Oxford Elbow Score)				
Среднее	17,8	30,5	19,6	35,5
Медиана (25%;75%)	17 (12,5; 23,5)	32 (25,8; 37,3)	21 (13;25)	36,5 (28,8;42,3)
DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand)				
Среднее	77,5	40,3	71,24	38,6
Медиана (25%;75%)	77 (68,5; 87)	37,4 (26,4; 50,3)	73,3 (60,1; 82,0)	36,7 (26,8;48,3)
EQ-5D				
Среднее	0,446	0,536	0,461	0,580
Медиана (25%;75%)	0,437 (0,270; 0,654)	0,592 (0,360; 0,709)	0,438 (0,306; 0,609)	0,610 (0,416;0,742)
EQ-5D (ВАШ)				
Среднее	52,4	67,5±	47,7	57,4
Медиана (25%;75%)	55 (40; 65)	70 (60; 80)	50 (35; 60)	60 (50; 70)

Таблица 5

Средние показатели функциональных шкал у пациентов исследуемых групп в среднесрочном периоде (от 5 до 9 лет после ТЭП), баллы

Группа пациентов	Шкала Oxford	Шкала Mayo	Шкала Dash	Шкала EQ-5D (ВАШ)
Основная	31,7	75,7	38,3	65,3
Сравнения	37,0	74,1	41,9	55,0

Таблица 6

Средние показатели функциональных шкал у пациентов исследуемых групп в отдаленном периоде (более 10 лет после ТЭП), баллы

Группа пациентов	Шкала Oxford	Шкала Mayo	Шкала Dash	Шкала EQ-5D (ВАШ)
Основная	27,7	69,1	40,9	80,0
Сравнения	44,0	78,5	22,4	62,5

Таблица 7

Средние значения прироста амплитуды движений в локтевом суставе после эндопротезирования в сравниваемых группах, град.

Показатель	Основная группа Средний срок наблюдения — 6,9 лет (0,5–21)	Группа сравнения Средний срок наблюдения — 3,8 лет (0,4–16,5)	<i>p</i>
Сгибание	18,1	20,5	0,46
Разгибание	49,2	33,2	0,13
Амплитуда сгибания/разгибания	66,1	61,1	0,14
Пронация	14,3	19,0	0,49
Супинация	12,9	15,8	0,82
Амплитуда пронации/супинации	33,7	45,8	0,50

Осложнения

Суммарная частота осложнений у пациентов основной группы в срок 6,9 лет составила 23,8%. Асептическое расшатывание компонентов эндопротеза диагностировано у 16 (10,9%) пациентов в средние сроки 5,8 лет (0,9–9,3), глубокая перипротезная инфекция — у 14 (9,5%) в срок 1,8 лет (0,7–5,3). В 2 (1,4%) случаях произошел перелом локтевого компонента эндопротеза через 11 и 18 лет после операции, в одном случае (0,7%) — плечевого компонента спустя 2,4 года. Разобщение компонентов эндопротеза с разрушением элементов связывающего механизма через 0,9 и 4,9 лет наблюдалось у двух пациентов (1,4%).

В группе сравнения общая частота осложнений составила 13,6% (табл. 8). В 7 (8,6%) случаях в средние сроки 4,5 лет (1,3–8,3) выявлено асептическое расшатывание компонентов эндопротеза, в 2 (2,5%) — глубокая инфекция по прошествии 1,3 и 2 лет после ТЭП, в 2 (2,5%) — разобщение компонентов эндопротеза в сроки 3,8 и 6,6 лет.

Статистически значимый риск развития асептического расшатывания в основной группе наб-

людался у пациентов, прооперированных по поводу ложного сустава дистального отдела плечевой кости (ОШ = 8,5; 95% ДИ 1,7–43,6; SE* = 0,84; *p* = 0,01) и посттравматической деформации ЛС (ОШ = 10,5; 95% ДИ 1,3–88,5; SE = 1,09; *p* = 0,03) (табл. 8). Использование некоторых моделей эндопротеза было также ассоциировано с повышенным риском развития этого осложнения, в частности использование эндопротеза Арете было сопряжено с более высоким риском расшатывания (ОШ = 3,5; 95% ДИ 0,9–13,3; SE = 0,69; *p* = 0,02).

Значимый риск возникновения глубокой перипротезной инфекции наблюдался у пациентов с посттравматическим дефектом костей ЛС (ОШ = 7,0; 95% ДИ 1,2–40,1; SE = 0,89; *p* = 0,03) и посттравматической деформацией ЛС (ОШ = 14,0; 95% ДИ 2,5–77,8; SE = 0,88; *p* < 0,01) (табл. 9).

При оценке влияния операционных показателей, а также факторов, характеризующих качество выполненной операции, в том числе позиционирования компонентов эндопротеза, статистически значимого риска развития осложнений в основной группе не выявлено.

* SE — стандартная ошибка.

Таблица 8

Риск развития асептического расшатывания в зависимости от первичного диагноза

Диагноз (в сравнении с посттравматическим артрозом)	ОШ (95% ДИ)	SE*	p
Ложный сустав дистального метаэпифиза плечевой кости	8,5 (1,7–43,6)	0,84	0,010
Посттравматический дефект костей ЛС	3,5 (0,3–42,6)	1,28	0,326
Посттравматическая деформация ЛС	10,5 (1,3–88,5)	1,09	0,031
Костный анкилоз	5,3 (0,4–66,7)	1,29	0,201

Таблица 9

Риск развития глубокой перипротезной инфекции в зависимости от первичного диагноза

Диагноз (в сравнении с посттравматическим артрозом)	ОШ (95% CI)	SE	p
Ложный сустав дистального метаэпифиза плечевой кости	1,6 (0,3–10,2)	0,94	0,611
Посттравматический дефект костей ЛС	7,0 (1,2–40,1)	0,89	0,029
Посттравматическая деформация ЛС	14 (2,5–77,8)	0,88	0,003
Костный анкилоз	3,5 (0,3–39,1)	1,23	0,309

В группе сравнения факторами риска расшатывания являются погрешности в хирургической технике: неполноценное цементирование плечевого компонента (ОШ = 35,0; 95% ДИ 3,8–325,0), вальгусное отклонение плечевого компонента $\geq 9^\circ$ (ОШ = 9,2; 95% ДИ 1,0–82,2), недостаточная конструктивная надежность эндопротеза (ОШ = 13,6; 95% ДИ 2,3–79,4), возраст пациента ≥ 59 лет (ОШ = 12,8; 95% ДИ 1,5–113,0), ИМТ ≥ 32 кг/м² (ОШ = 8,4; 95% ДИ 1,5–47,5), а также уровень СРБ $\geq 36,1$ мг/л (ОШ = 4,8; 95% ДИ 0,4–65,8) [17].

Обсуждение

Оценка среднесрочных результатов ТЭП ЛС показала значимую положительную динамику амплитуды движений прооперированного ЛС и показателей функциональных шкал, что соотносится с данными отечественных и зарубежных исследований. Вместе с тем, в группе пациентов, прооперированных по поводу последствий травм, наблюдалась довольно высокая частота осложнений (23,8%), потребовавших ревизионных вмешательств. Как показал анализ литературы, общая частота повторных вмешательств после ТЭП ЛС у пациентов с последствиями травм колеблется в очень широких пределах — от 5 до 45% [18–20]. Так, по данным исследования А.Б. Слободского с соавторами, частота осложнений у пациентов с посттравматическими дефектами костей локтевого сустава составила 8% [21], а В.М. Прохоренко с соавторами, изучая результаты ТЭП у пациентов, прооперированных по поводу внутрисуставных

переломов и последствий травм, выявили осложнения у 4,4% пациентов [13]. J.Y. Kho с соавторами сообщили о результатах ТЭП ЛС у 66 пациентов с последствиями перенесенных травм, которым выполнено тотальное замещение ЛС. Осложнения наблюдались только в 5,3% [19]. Другие публикации указывают на значительно более высокие цифры осложнений и повторных вмешательств. В статье А. Cil с соавторами, исследовавших 92 пациентов, которым выполнена тотальная артропластика ЛС по поводу ложного сустава дистального отдела плечевой кости, частота осложнений, потребовавших выполнения повторной операции, составила 43%, среди которых наиболее частой причиной ревизий являлось асептическое расшатывание (12 случаев) [18]. В статье Т. Throckmorton с соавторами общая частота осложнений у пациентов с посттравматическим артрозом составила 34% [12]. Вероятно, такая разница в количестве осложнений обусловлена высокой гетерогенностью пациентов внутри группы с посттравматическими изменениями локтевого сустава.

Факторы риска осложнений и вероятности ревизионных вмешательств после ТЭП ЛС активно обсуждаются в литературе. Одной из возможных причин высокой частоты неудовлетворительных результатов ТЭП ЛС некоторые авторы считают применение недостаточно рационального хирургического доступа и дефекты техники его выполнения [22]. Однако в нашем исследовании факторный анализ не показал статистически значимого влияния выполняемого доступа на частоту после-

операционных осложнений, что также согласуется с результатами работы А. King с соавторами [23].

Другими факторами риска неудовлетворительных исходов и ревизий считают заболевания, по поводу которого было выполнено ТЭП; дизайн имплантата; параметры, характеризующие позиционирование компонентов эндопротеза. Так, в статье D. Peretta с соавторами, анализируя результаты 102 первичных ТЭП, результаты свидетельствуют о более высоком риске повторных вмешательств у пациентов, оперируемых по поводу последствий травм в сравнении с пациентами, которым выполняется ТЭП вследствие ревматоидного поражения ЛС (ОШ = 4,3; 95% ДИ 1,5–12; $p = 0,008$). а сравнение различных имплантатов выявило больший риск в группе с эндопротезами Coonrad-Morrey по сравнению с эндопротезами Biomet Discovery (ОШ = 7,1; 95% ДИ 1,3–38; $p = 0,024$) [24]. S. Park с соавторами, изучая отдаленные результаты (средний срок наблюдения — 12 лет) 84 ТЭП связанными и несвязанными конструкциями выявили большую частоту ревизий во второй группе (22,4% и 34,3% соответственно) [25].

Наше исследование также показало, что у пациентов с эндопротезами Арете (Россия) по сравнению с эндопротезами Coonrad-Morrey (Zimmer, США) статистически значимо чаще наблюдалось развитие глубокой инфекции. Однако, анализируя интраоперационные показатели в двух группах имплантатов, были обнаружены существенные отличия в объеме кровопотери (среднее значение в группе с эндопротезами Арете составило 440 мл, в группе с эндопротезами Coonrad-Morrey — 237 мл, $p < 0,01$) и в продолжительности операции (138 мин и 125 мин соответственно, $p < 0,01$), что могло сказаться на частоте осложнений. Необходимо отметить, что эндопротезы марки «Арете» применялись в основном с 2005 по 2011 г. Такой временной интервал связан с накоплением опыта выполнения ТЭП ЛС и, как следствие, с более частыми техническими трудностями. С 2012 г. стали имплантироваться эндопротезы Coonrad-Morrey. На тот момент опыт эндопротезирования хирургической бригады насчитывал более 150 выполненных операций. Таким образом, выявленный риск развития глубокой инфекции, вероятно, связан не только с конструктивными особенностями эндопротеза, но и с особенностями техники операции и возможными факторами, зависящими от пациента.

Выявленные статистически значимые различия между группами в частоте раннее перенесенных вмешательств, кровопотере и длительности операции могут объяснять менее благоприятные результаты у пациентов с последствиями травм ЛС.

Серьезным ограничением настоящего исследования являлась разница в сроках наблюдения

сравниваемых групп. Однако глубокая инфекция в большинстве случаев в обеих группах пациентов развивалась в течение первых двух лет после операции, и по этому параметру посттравматический артроз является прогностически неблагоприятным фактором. В то же время асептическое расшатывание наблюдалось, главным образом, в более поздние сроки, поэтому для окончательного решения вопроса о меньшей частоте расшатывания в группе пациентов с РА требуется более длительное наблюдение. В соответствии с нашими данными, наибольший риск расшатывания возникает у пациентов с посттравматической деформацией ЛС, что, возможно, связано с измененной биомеханикой ЛС, неудовлетворительным качеством кости вследствие длительно существующей контрактуры сустава, мышечной дисфункцией. В свою очередь, факторами риска ревизии у пациентов с РА являются погрешности в хирургической технике (неполноценное цемментирование плечевого компонента, вальгусное отклонение плечевого компонента $\geq 9^\circ$), недостаточная конструктивная надежность эндопротеза, возраст пациента ≥ 59 лет, ИМТ ≥ 32 кг/м², а также уровень СРБ $\geq 36,1$ мг/л.

Таким образом, среднесрочные и отдаленные результаты показали, что тотальная артропластика почти в равной степени позволяет восстановить амплитуду движений в ЛС и функцию конечности как при ревматоидном артрите, так и при посттравматических изменениях. Однако частота послеоперационных осложнений, требующих выполнения ревизии в группе пациентов с последствиями травм, значительно выше, чем у пациентов с ревматоидным артритом.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Дунаев А.Г., Воронин И.В., Бадак И.С., Лежнев А.Г. Эндопротезирование локтевого сустава у молодых пациентов. *Гений ортопедии*. 2015;(2):26-31. Slobodskoi A.B., Prokhorenko V.M., Dunaev A.G., Voronin I.V., Badak I.S., Lezhnev A.G. [The elbow arthroplasty in young patients]. *Genij ortopedii*. 2015;(2):26-31. (In Russ.).
2. Goodman A.D., Johnson J.P., Kleiner J.E., Gil J.A., Daniels A.H. The expanding use of total elbow arthroplasty for distal humerus fractures: a retrospective database analysis of 56,379 inpatients from 2002-2014. *Phys Sportsmed*. 2018;46(4):492-498. DOI: 10.1080/00913847.2018.1508315.
3. Robinson M.C., Hill R.M., Jacobs N., Dall G., Court-Brown C.M. Adult distal humeral metaphyseal fractures: epidemiology and results of treatment. *J Orthop Trauma*. 2003;17(1):38-47. DOI: 10.1097/00005131-200301000-00006.

4. Barco R., Streubel P.N., Morrey B.F., Sanchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty for distal humeral fractures: a ten-year-minimum follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(18):1524-1531. DOI: 10.2106/JBJS.16.01222.
5. Lill H., Josten C. [Proximal and distal humerus fractures in advanced age]. *Orthopade.* 2000;29(4):327-341. (in German). DOI: 10.1007/pl000037330.
6. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Дунаев А.Г., Бадак И.С., Воронин И.В., Быстрыakov П.А. Эндопротезирование локтевого сустава. *Гений ортопедии.* 2011;(3):61-65. Slobodskoi A.B., Prokhorenko V.M., Dunaev A.G., Badak I.S., Voronin I.V., Bystriakov P.A. [The elbow endoprosthesis]. *Genij ortopedii.* 2011;(3):61-65. (In Russ.).
7. Chalidis B., Dimitriou C., Papadopoulos P., Petsatodis G., Giannoudis P. Total elbow arthroplasty for the treatment of insufficient distal humeral fractures. A retrospective clinical study and review of the literature. *Injury.* 2009;40(6):582-590. DOI: 10.1016/j.injury.2009.01.123.
8. Srinivasan K., Agarwal M., Matthews S.J., Giannoudis P.V. Fractures of the distal humerus in the elderly: is internal fixation the treatment of choice? *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(434):222-230.
9. Moghaddam-Alvandi A., Dremel E., Güven F., Heppert V., Wagner C., Studier-Fischer S. et al. [Arthrodesis of the elbow joint. Indications, surgical technique and clinical results]. *Unfallchirurg.* 2010;115:300-307. (In German). DOI: 10.1007/s00113-009-1722-y.
10. Zarkadas P., Cass B., Throckmorton T., Adams R., Sanchez-Sotelo J., Morrey B. Long-term outcome of resection arthroplasty for the failed total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(15):2576-2582. DOI: 10.2106/jbjs.i.00577.
11. Moro J.K., King G.J. Total elbow arthroplasty in the treatment of posttraumatic conditions of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;370:102-114. DOI: 10.1097/00003086-200001000-00010.
12. Throckmorton T., Zarkadas P., Sanchez-Sotelo J., Morrey B. Failure patterns after linked semiconstrained total elbow arthroplasty for posttraumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(6):1432-1441. DOI: 10.2106/jbjs.i.00145.
13. Прохоренко В.М., Александров Т.И., Чорний С.И., Слободской А.Б. Эндопротезирование локтевого сустава при внутрисуставных переломах и последствиях травм. *Современные проблемы науки и образования.* 2017;(5). Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26967> Prokhorenko V.M., Aleksandrov T.I., Chorni S.I., Slobodskoi A.B. [The elbow joint replacement after fractures and consequences of the injuries]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2017;(5). Available from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26967>. (In Russ.).
14. Larsen A., Dale K., Eek M. Radiographic evaluation of rheumatoid arthritis and related conditions by standard reference films. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1977;18(4):481-491. DOI: 10.1177/028418517701800415.
15. Morrey B., Adams R. Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(4):479-90. DOI: 10.2106/00004623-199274040-00003.
16. Van der Lugt J.C., Gekus R.B., Rozing P.M. Limited influence of prosthetic position on aseptic loosening of elbow replacements: 125 elbows followed for an average period of 5.6 years. *Acta Orthop.* 2005;76(5):654-661. DOI: 10.1080/17453670510041736.
17. Алиев А.Г., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Амбросенков А.В., Антипов А.П. Среднесрочные результаты эндопротезирования локтевого сустава у пациентов с ревматоидным артритом. *Научно-практическая ревматология.* 2018;56(5):635-640. Aliev A.G., Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Ambrosenkov A.V., Antipov A.P. [Medium-term results of total elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Rheumatology Science and Practice]. 2018;56(5):635-640. (In Russ.).
18. Cil A., Veillette C., Sanchez-Sotelo J., Morrey B.F. Linked elbow replacement: a salvage procedure for distal humeral nonunion. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(9):1939-1950. DOI: 10.2106/jbjs.g.00690.
19. Kho J.Y., Adams B.D., O'Rourke H. Outcome of semi-constrained total elbow arthroplasty in posttraumatic conditions with analysis of bushing wear on stress radiographs. *Iowa Orthop J.* 2015;35:124-129.
20. Morrey B.F., Schneeberger A.G. Total elbow arthroplasty for post-traumatic arthrosis. *Instr Course Lect.* 2009;58:495-504.
21. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Осинцев Е.Ю., Дунаев А.Г., Воронин И.В., Бадак И.С., Логинов И.В. Эндопротезирование при лечении дефектов локтевого сустава. *Acta Biomedica Scientifica.* 2017;3(115):38-43. Режим доступа: https://doi.org/10.12737/article_59f0360cd65976.65941108. Slobodskoi A.B., Prokhorenko V.M., Osintsev E.Yu., Dunaev A.G., Voronin I.V., Badak I.S., Loginov I.V. [Endoprosthesis replacement at the treatment of elbow joint defects]. *Acta Biomedica Scientifica.* 2017;3(115):38-43. Available from: https://doi.org/10.12737/article_59f0360cd65976.65941108. (In Russ.).
22. Науменко Л.Ю., Носивец Д.С. Доступ к локтевому суставу при эндопротезировании. *Травма.* 2014;(3). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostup-k-loktevomu-sustavu-pri-endoprotezirovanii>. Naumenko L.Y., Nosivets D.S. [Access to the elbow in endoprosthesis]. *Травма* [Trauma]. 2014;(3). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostup-k-loktevomu-sustavu-pri-endoprotezirovanii>.
23. King A., Booker S.J., Thomas W.J., Smith C.D. Triceps on, alignment off? A comparison of total elbow arthroplasty component positioning with a triceps-on and a triceps-off approach. *Ann R Coll Surg Engl.* 2018;(16):1-6. DOI: 10.1308/rcsann.2018.0117. [Epub ahead of print].
24. Perretta D., van Leeuwen W., Dyer G., Ring D., Chen, N. Risk factors for reoperation after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(5):824-829. DOI: 10.1016/j.jse.2016.12.064.
25. Park S., Kim J., Cho S., Rhee S., Kwon S. Complications and revision rate compared by type of total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(8):1121-1127. DOI: 10.1016/j.jse.2013.03.003.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Алиев Алимурад Газиевич — аспирант, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Амбросенков Андрей Васильевич — канд. мед. наук, заведующий отделением патологии тазобедренного, коленного, локтевого суставов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Бояров Андрей Александрович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед отделения патологии тазобедренного, коленного, локтевого суставов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Жабин Георгий Иванович — д-р мед. наук, профессор, врач травматолог-ортопед отделения патологии коленного, плечевого, локтевого суставов, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Джавадов Алисагиб Аббасович — клинический ординатор, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Alimurad G. Aliev — PhD student, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Andrei V. Ambrosenkov — Cand. Sci. (Med.), the head of Hip, Knee and Elbow Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Andrei A. Boyarov — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Hip, Knee and Elbow Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Georgii I. Zhabin — Dr. Sci. (Med.), professor, orthopedic surgeon, Hip, Knee and Elbow Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alisagib A. Dzhavadov — clinical resident, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава

В.В. Хомянец, Р.В. Гладков, И.С. Железняк, А.С. Гранкин, Д.А. Волов,
А.А. Емельянцева

ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — обосновать алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава с использованием наиболее точных, статистически значимых и воспроизводимых методов для применения в хирургической практике. **Материал и методы.** Были сформированы 4 группы больных с нестабильностью плечевого сустава по 6 пациентов в каждой: с малыми (<15%), средними (15–19%), большими (20–25%) и массивными (>25%) дефектами гленоида. Всем 24 пациентам были выполнены следующие исследования: 3D-КТ, 3D VIBE МРТ и артроскопия плечевого сустава. Измерение осуществляли 7 врачей, 5 из которых также измеряли величину дефекта при артроскопии. Измеряли дефект гленоида методами линейных и сегментарных отношений. В качестве «золотого стандарта» использовали метод Рисо на 3D-КТ. Сравнивали точность измерений при помощи дисперсионного анализа с апостериорным сравнением. Воспроизводимость измерений оценивали помощью внутриклассового коэффициента корреляции. **Результаты.** Во всех группах, за исключением пациентов с массивными дефектами гленоида, были выявлены значимые отличия от эталона ($p \leq 0,05$) результатов измерений при артроскопии и исследуемыми методами на 3D-КТ и 3D VIBE МРТ. Ретроспективный анализ свидетельствовал о наименьшей точности и худшей воспроизводимости визуальной оценки дефектов гленоида менее 25%. Метод сегментарных отношений на 3D-КТ имел наибольшую точность и воспроизводимость во всех группах (PE = 1,29%±2,39%, ICC = 0,756–0,856), за исключением группы больных с массивными дефектами, при которых изучаемые методы измерения имели близкую точность при применении на 3D-КТ, 3D VIBE МРТ и в ходе артроскопии. Линейный метод на 3D-КТ переоценивал величину повреждения на 2,1–7,9% и обладал менее надежной воспроизводимостью (PE = 3,22%±5,31%, ICC = 0,612–0,621). Наибольшую ошибку (до 7,9%) линейный метод демонстрировал при пограничных дефектах — в III группе 20–25%. При сравнении 3D VIBE МРТ с 3D-КТ было выявлено недостаточное соответствие результатов для линейного (ICC = 0,42) и умеренное соответствие для сегментарного метода (ICC = 0,62). При МРТ недооценивается величина небольших дефектов и переоцениваются большие дефекты. Воспроизводимость измерений на 3D-КТ разными операторами была умеренной для визуального (ICC = 0,594) и линейного методов (ICC = 0,621) и хорошей — для сегментарного метода (ICC = 0,756). Воспроизводимость измерений каждым оператором также была умеренной для визуального и линейного методов (ICC = 0,553 и ICC = 0,612) и хорошей — для сегментарного метода (ICC = 0,856). Предложен алгоритм выбора метода исследования и способа измерения дефектов суставных поверхностей, также учитывающий основные факторы прогноза и риска рецидивирования нестабильности. **Выводы.** Метод сегментарных отношений на 3D-КТ является наиболее точным и воспроизводимым способом измерения дефекта гленоида, применимым в практической работе. Использование МРТ без КТ недопустимо при биполярных дефектах «пограничных» размеров. Предложенный алгоритм позволяет не выполнять КТ при крайних значениях индекса ISIS и увеличивает долю костнопластических операций за счет выявления внеопорных повреждений с дефектами гленоида пограничных размеров (15–25%).

Ключевые слова: нестабильность плечевого сустава, биполярные дефекты, костный дефект гленоида, перелом Хилла – Сакса, перелом Банкарта.

Хомянец В.В., Гладков Р.В., Железняк И.С., Гранкин А.С., Волов Д.А., Емельянцева А.А. Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):52–64. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-52-64.

Cite as: Khominets V.V., Zheleznyak I.S., Gladkov R.V., Grankin A.S., Volov D.A., Emelyantsev A.A. [Algorithm for Evaluation of Bipolar Defects in Anterior Instability of the Shoulder]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):52–64. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-52-64.

✉ Гладков Роман Владимирович / Roman V. Gladkov; e-mail: dr.gladkov@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 04.12.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 03.03.2019.

Algorithm for Evaluation of Bipolar Defects in Anterior Instability of the Shoulder

V.V. Khominets, R.V. Gladkov, I.S. Zheleznyak, A.S. Grankin, D.A. Volov, A.A. Emelyantsev

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study — to justify the algorithm for evaluation of bipolar defects in anterior shoulder instability using the most accurate, statistically significant and reproducible methods which would make the algorithm applicable in practical surgery. **Materials and methods.** The authors established 4 groups with 6 patients in each with shoulder instability, group distribution was based on glenoid defect size: small (<15%), moderate (15-19%), large (20-25%) and massive (>25%). All 24 patients underwent 3D-CT, 3D VIBE MRI and shoulder arthroscopy. Measurements were taken by 7 specialists 5 of whom measured defect during arthroscopy. Glenoid defect was measured by linear and sectional relation methods. Pico method on 3D-CT was taken as the “golden standard”. Accuracy was verified by analysis of variance with post-hoc comparison. Reproducibility was evaluated by intraclass correlation coefficient.

Results. All groups excluding the one with massive glenoid defects demonstrated significant differences from the model ($p \leq 0,05$) for measurements during arthroscopy and examinations by 3D-CT and 3D VIBE MRI. Retrospective analysis confirmed the least accuracy and the worst reproducibility of visual evaluation of glenoid defects less than 25%. Sectional relation method on 3D-CT had the maximum accuracy and reproducibility in all groups (PE = 1,29%±2,39%, ICC = 0,756-0,856), excluding the group with massive defects, where researched measurement methods had close accuracy when applied on 3D-CT, 3D VIBE MRI and during arthroscopy. Linear relation method on 3D-CT overestimated the defect volume at 2,1-7,9% and demonstrated less reliable reproducibility (PE = 3,22%±5,31%, ICC = 0,612-0,621). The highest error (up to 7,9%) was demonstrated by linear method in case of borderline defects in the III group of 20-25%. Insufficient conformity of results for linear (ICC = 0,42) method and moderate conformity for sectional (ICC = 0,62) method were observed during comparison of 3D VIBE MRI with 3D-CT. MRI underestimated the value of small defects and overestimated large defects. Reproducibility of measurements on 3D-CT by different operators was moderate for visual (ICC=0,594) and linear methods (ICC = 0,621) and good for sectional method (ICC = 0,756). Reproducibility of measurements by each operator also was moderate for visual and linear methods (ICC = 0,553 и ICC = 0,612) and good for sectional method (ICC = 0,856). The authors suggested an algorithm for selection of examination method and measurements for defects of articular surfaces which also considers the main factors of prognosis and risk of recurrent instability.

Conclusion. Sectional relation method on 3D-CT is the most precise and reproducible method of glenoid defect measurements used in the clinical practice. MRI use without CT is inadmissible for bipolar defects of borderline size. Suggested algorithm allows not to make CT examination at extreme ISIS values and increases the share of osteoplastic surgeries due to identification of off-track injuries with glenoid defects of borderline size (15-25%).

Keywords: shoulder joint instability, bipolar defects, glenoid bone defect, Hill-Sachs fracture, Bankart fracture.

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

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

Введение

Наличие костного дефекта переднего отдела суставного отростка лопатки является фактором риска рецидивирования нестабильности после мягкотканной стабилизации плечевого сустава и может служить показанием для выполнения костнопластической операции [1, 2]. Множество исследований было посвящено поиску критического размера дефекта гленоида, который находится в диапазоне 20-27% [3-7]. Однако в 2015 г. J.S. Shaha с соавторами обнаружили, что дефекты меньшего размера (более 13,5% поперечного диаметра гленоида) часто сопровождалась неудовлет-

ворительными функциональными результатами при отсутствии рецидивных вывихов плеча [8]. Фокус научного поиска был сосредоточен на сочетании повреждений суставного отростка лопатки и головки плечевой кости — биполярных дефектах. В 2007 г. N. Yamamoto с соавторами сформулировали концепцию суставной опоры гленоида (glenoid track) для оценки влияния биполярных дефектов на стабильность плечевого сустава, которая определила современный подход к выбору способа хирургической стабилизации плечевого сустава [9]. Как следствие, необходим более точный способ измерения дефекта суставного отростка лопатки,

поскольку при учетывании биполярных дефектов суставных поверхностей плечевого сустава показания для более травматичной костнопластической стабилизации сустава существенно расширились.

В настоящее время отсутствует универсальная техника измерения дефектов суставного отростка лопатки, и существует множество вариантов измерений на 2D-КТ, 3D-КТ, МРТ и визуально при артроскопии [10–16].

Величину костного дефекта гленоида определяют отношением линейных размеров или площадей поврежденной и интактной частей. Для измерения как линейных размеров, так и площади наиболее часто применяют модель «вписанной окружности», которая позволяет избежать трудоемкого использования не всегда доступных специализированных программ для вычисления площади неправильной формы гленоида. Для практической работы удобны линейный и площадь-зависимый варианты метода вписанной окружности: традиционный метод линейных отношений и метод сегментарных отношений, соответственно. Результаты линейного и площадь-зависимых измерений могут существенно отличаться у пациентов с дефектами различной формы. В связи с повышением требований к точности измерения костных дефектов необходимо сравнить точность и надежность (воспроизводимость) методов линейных и сегментарных отношений, а также непосредственного измерения в ходе артроскопии с целью выбора допустимо точного и наименее трудоемкого метода для каждого пациента.

Традиционно измерение костных дефектов производят на проекциях КТ, однако опубликованы исследования, оценивающие точность измерений на МРТ, которая в любом случае необходима для оценки мягкотканых повреждений. Измерение костных повреждений на МРТ позволило бы избежать временных и финансовых затрат на дополнительное выполнение КТ, а также сократить лучевую нагрузку на пациента в случаях, когда погрешность измерений по МРТ не критична.

N. Magarelli с соавторами доказали эффективность измерений на срезах МРТ методом Pico [17]. S. Gyftopoulos с соавторами так же, как и P.E. Huijsmans с соавторами, сравнили величину смоделированных дефектов суставных отростков у кадаверов при помощи линейного варианта метода вписанной окружности и получили максимальное отклонение результатов измерений на МРТ от КТ — 1,3% дефицита костной массы [18, 19]. Тем не менее, L.G. Friedman с соавторами обнаружили лишь умеренную корреляцию точности результатов МРТ, уступающую КТ, и относительную

статистическую значимость результатов при использовании линейного метода вписанной окружности на МРТ [20].

Выбор способа хирургической стабилизации плечевого сустава у пациентов в нашем исследовании основан на определении индекса нестабильности по шкале ISIS (Boileau P., 2006) с детализацией величины и биомеханической значимости биполярных костных дефектов в соответствии с концепцией суставной опоры гленоида. При крайних значениях индекса нестабильности (менее 3 и более 6) дополнительное выполнение КТ не является обязательным, поскольку выбор операции обусловлен совокупностью факторов, определяемых в ходе сбора анамнеза, осмотра больного, выполнения рентгенографии и МРТ. Более детального подхода требуют случаи с промежуточным значением индекса ISIS (от 3 до 6), когда необходимо точное измерение дефектов суставных поверхностей и вычисление опорности суставного отростка лопатки.

Цель исследования — обосновать алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава с использованием наиболее точных, статистически значимых и воспроизводимых методов для применения в хирургической практике.

Материал и методы

Для определения наиболее точного и воспроизводимого метода измерения костных дефектов суставных поверхностей были сформированы 4 группы пациентов с передней посттравматической нестабильностью плечевого сустава по 6 пациентов в каждой: с малыми — I группа (<15%), средними — II группа (15–19%), крупными — III группа (20–25%) и массивными — IV группа (>25%) дефектами суставного отростка лопатки. Среди обследуемых было 4 женщины и 20 мужчин. Средний возраст пациентов составил 20,2 года (от 19 до 49 лет). У всех пациентов нестабильность плечевого сустава носила хронический характер и сопровождалась 2–17 эпизодами вывиха плеча. Прежде хирургических вмешательств на плечевом суставе никому из обследуемых не выполняли. Период между выполнением КТ, МРТ и последующей артроскопией не превышал 10 суток.

Критериями исключения были признаки остеоартроза, воспалительной артропатии и наличие дефектов результатов лучевых исследований, усложняющих измерения.

Всем 24 пациентам была выполнена КТ с построением 3D-реконструкции плечевого сустава, МРТ в режиме 3D VIBE и артроскопия плечевого сустава. КТ выполняли на аппаратах Toshiba Aquilion-64 и General Electric Revolution CT. В ходе исследования суставные поверхности

оценивали на аксиальных, криволинейных и VRT-изображениях в плоскости en-face таким образом, чтобы суставная поверхность гленоида была направлена на оператора. МРТ с применением импульсной последовательности 3D VIBE выполняли на аппаратах Siemens Magnetom Symphony, Philips Ingenia, GE Optima MR450w с индукцией магнитного поля 1,5 Т.

Результаты исследований импортировали в приложение Inobitec DICOM Viewer с функцией непосредственного измерения площади выделенной фигуры произвольной неправильной формы. На МР-изображениях при построении реконструкций 3D VIBE в косой сагиттальной плоскости en-face вписанную окружность строили по интактному заднему и нижнему контурам гленоида, а на 3D-КТ — на неповрежденном суставном отростке противоположной конечности, переносили на поврежденный сустав и позиционировали по интактному заднему и нижнему контурам суставного отростка. Этот алгоритм действий был многократно описан в литературе [21, 22]. Контур гленоида в переднем поврежденном отделе и часть вписанной окружности в неповрежденных отделах отмечали в приложении множеством точек, получая площадь суставной поверхности, рассчитываемую приложением с точным учетом геометрии контуров дефекта. Соотнося полученную площадь суставной поверхности с площадью вписанной окружности, получали величину костного дефекта суставного отростка лопатки (площадь-зависимый метод Pico) [23]. Поскольку этот метод учитывает неправильную форму костного дефекта, получаемая величина дефекта по 3D-КТ была принята в качестве эталона (рис. 1 а).

Измерение осуществляли 7 операторов, 5 из которых также визуально измеряли величину дефекта в ходе артроскопии. Каждый оператор выполнял измерения с применением линейного и площадь-зависимого вариантов метода «вписанной окружности»: традиционного метода линейных отношений и метода сегментарных отношений, соответственно. Метод линейных отношений (патент № 2661717) подразумевает построение хорды, соединяющей точки пересечения вписанной окружности с краем суставной поверхности в области верхнего и нижнего краев дефекта. Далее под прямым углом к хорде строили диаметр вписанной окружности и находили соотношение высоты хорды (линейный размер дефекта) к диаметру вписанной окружности — относительный линейный размер дефекта (рис. 1 б).

Метод сегментарных отношений позволяет вычислить отношение площади костного дефекта к площади вписанной окружности, не прибегая к трудоемким непосредственным измерениям.

Для этого рассчитывается площадь сегмента вписанной окружности, соответствующего дефекту переднего отдела гленоида. Построение вписанной окружности, хорды и перпендикуляра хорды диаметра осуществляли аналогично линейному методу, после чего вычисляли площадь сегмента, зная из приложения величину радиуса вписанной окружности (R), длину (L) и высоту (h) хорды по формуле:

$$S_{\text{сегм.}} = R^2 \arcsin(L/2R) - L(R-h)/2.$$

Площадь окружности вычисляли по формуле:

$$S_{\text{окр.}} = \pi R^2.$$

Зтем находили процент потери костной массы гленоида (относительный площадь-зависимый размер дефекта) через соотношение $S_{\text{сегм.}}/S_{\text{окр.}}$ (рис. 1 в). Автоматизация вычислений была осуществлена в приложении Microsoft Excel.

В ходе артроскопии также измеряли линейную величину дефекта гленоида по методу S.S. Burkhart и J.F. De Beer, ориентируясь на область истонченного хряща, принимаемую за центр интактного суставного отростка лопатки [24] (рис. 2).

Измерения у всех 24 пациентов производили 7 специалистов, в том числе 2 хирурга-ортопеда, 2 специалиста по лучевой диагностике и 3 клинических ординатора. Перед измерениями диагноз и хирургический план были обезличены. Для сравнения точности метода линейных отношений и метода сегментарных отношений между собой и с эталоном, а также измерений, выполняемых на 3D VIBE МРТ и 3D-КТ, был применен однофакторный дисперсионный анализ с последующим апостериорным анализом, включившим post-hoc тесты и сравнение средних методом Тьюки (Tukey's Honest Significant Difference test). Уровень значимости $\alpha = 0,05$ использовали при расчете достаточной статистической мощности исследования для достижения величины эффекта 0,48.

Воспроизводимость измерений оценивали при помощи внутриклассового коэффициента корреляции (One-Way Random ICC(1)); $p \leq 0,05$ использовали для определения статистической значимости. ICC $\geq 0,75$ оценивали как хорошее соответствие, от 0,5 до 0,75 — как умеренное, менее 0,5 — как слабое. Полученные результаты измерений были разделены на 4 группы в зависимости от величины костного дефекта для определения ее влияния на точность измерений каждым методом: с малым (<15%), средним (15–19%), большим (20–25%) и массивным (>25%) дефектом лопатки. ICC для каждого оператора также рассчитывали с целью определения степени соответствия результатов измерений разными методами на 3D VIBE МРТ с результатами эталонного метода на 3D-КТ.

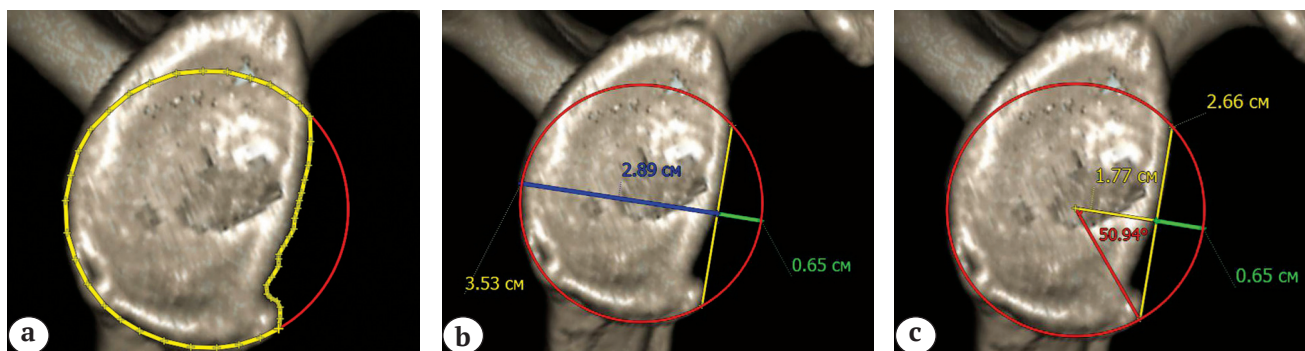


Рис. 1. Методы вписанной окружности для вычисления размеров дефекта переднего отдела суставного отростка лопатки: а — площадь-зависимый эталонный метод Pico с применением специализированного программного обеспечения ($d = 13,1\%$); б — метод линейных отношений ($d = 18,4\%$); в — площадь-зависимый метод сегментарных отношений ($d = 12,7\%$)

Fig. 1. Incircle methods for calculation of defect dimensions in anterior part of articular process of scapula: а — area-dependent standard Pico method using special software (13.1%); б — linear relation method (18.4%); в — area-dependent sectional relation method (12.7%)

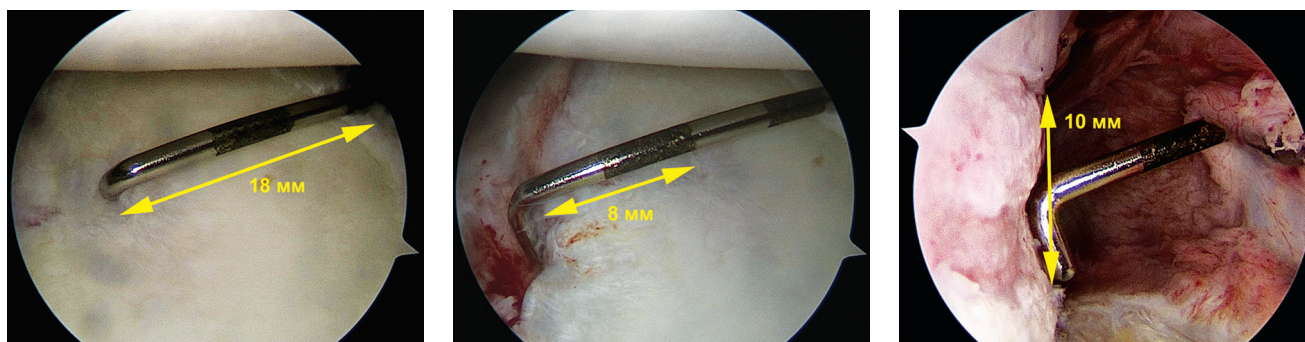


Рис. 2. Визуальное измерение дефектов суставного отростка лопатки (28%) и головки плечевой кости (10 мм) в ходе артроскопии

Fig. 2. Visual measurement of the defect of articular process (28%) and humeral head (10 mm) during arthroscopy

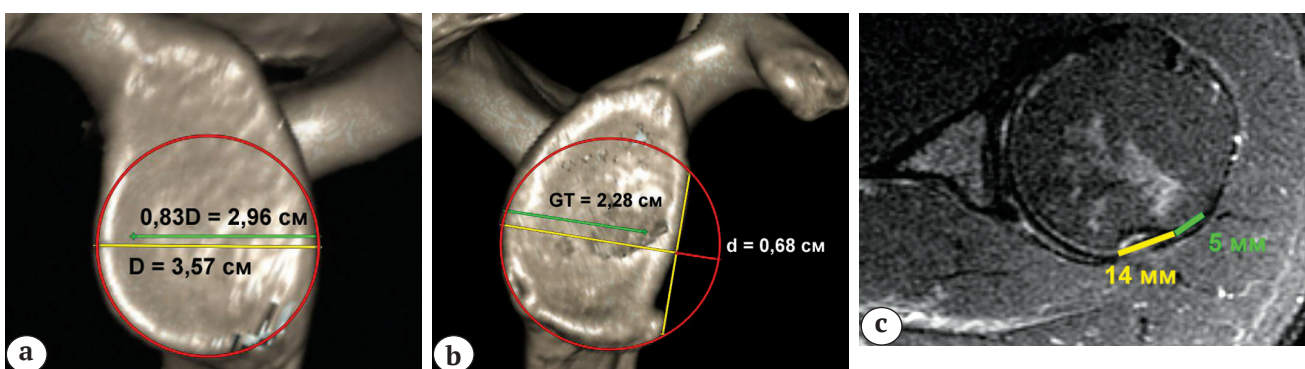


Рис. 3. Определение опорности суставного отростка лопатки при биполярных повреждениях плечевого сустава: а — измерение диаметра интактного гленоида ($D = 3,57$ см); б — вычисление ширины дефекта ($d = 0,68$ см) и суставной опоры гленоида ($GT = 2,28$ см); в — измерение на МРТ интервала Хилла – Сакса ($HSI = 1,9$ см), включающего сам дефект Хилла – Сакса ($HS = 14$ мм) и костный мостик ($BB = 5$ мм). Поскольку суставная опора гленоида шире интервала Хилла – Сакса ($GT > HSI$), биполярное повреждение оценено как внутриопорное («on-track»)

Fig. 3. Evaluation of track for articular process of scapula in bipolar injuries of shoulder joint: а — measurement of diameter of intact glenoid ($D = 3.57$ cm); б — calculation of defect width ($d = 0.68$ cm) and glenoid track ($GT = 2.28$ cm); в — MRI measurement of Hill-Sachs interval ($HSI = 1.9$ cm) including the defect itself ($HS = 14$ mm) and bony bridge ($BB = 5$ mm). Based on the fact that glenoid track is wider than Hiss-Sachs interval ($GT > HSI$) the bipolar lesion was considered “on-track”

Для определения направления и силы взаимосвязи результатов измерения на 3D VIBE МРТ и 3D-КТ использовали анализ линейный регрессионный анализ. Кроме того, сравнивали средние процентные ошибки исследуемых методов измерений каждым оператором относительно эталонных значений.

Определение опорности дефекта Хилла–Сакса осуществляли во всех наблюдениях на 3D-КТ, измеряя диаметр интактного гленоида (D), линейную величину дефекта гленоида поврежденного плечевого сустава (d) и расстояние от медиального края дефекта Хилла–Сакса до места прикрепления сухожилия подостной мышцы к головке плечевой кости (HSI – интервал Хилла–Сакса). Интервал Хилла–Сакса образован самим дефектом (HS) и костным «мостиком» (BB) между дефектом Хилла–Сакса и местом прикрепления сухожилия подостной мышцы (HSI = HS+BB). Измерение HSI, согласно исследованиям S. Gyftopoulos с соавторами, может быть осуществлено без потери точности на аксиальных срезах МРТ [25]. Далее вычисляли ширину опоры гленоида (GT – glenoid track) по формуле: $GT = 0,83D - d$. Если ширина опоры гленоида больше интервала Хилла – Сакса, дефект считали биомеханически неблагоприятным, т.е. внеопорным (off-track), тогда как при $HSI < GT$ дефект является внутриопорным (on-track) (рис. 3).

Результаты

Во всех группах, за исключением группы с массивными дефектами гленоида, были выявлены статистически значимые ($p \leq 0,05$) различия результатов измерений дефекта гленоида и вычислений между разными методами по сравнению с эталонным методом (табл. 1). Апостерирный анализ выявил значительные отличия результатов визуального измерения размеров дефекта гленоида в ходе артроскопии от эталонных у 12 из 24 пациентов I, II и III групп. Метод сегментарных отношений по 3D-КТ имел наибольшую точность и воспроизводимость во всех группах (средняя процентная ошибка PE = $1,29\% \pm 2,39\%$, ICC = 0,75–0,85), за исключением группы массивных дефектов, когда изучаемые методы измерения имели близкую точность при применении на 3D-КТ, 3D VIBE МРТ и в ходе эндоскопического измерения. Значения, полученные методом линейных отношений, значимо отличались от эталонных во всех группах, кроме группы массивных дефектов, и всегда были больше значений сегментарного метода, поскольку линейная модель не учитывает радиусную форму суставного отростка. Линейный метод на 3D-КТ переоценивал величину повреждения на 2,1–7,9% и обладал менее надежной вос-

производимостью (PE = $3,22\% \pm 5,31\%$, ICC = 0,61–0,62). Кроме того, наибольшую ошибку (до 7,9%) линейный метод демонстрировал при пограничных дефектах гленоида — в III группе с крупными дефектами (20–25%).

Воспроизводимость измерений разными операторами была умеренной для визуального (ICC = 0,594) и линейного методов (ICC = 0,621) и надежной для сегментарного метода (ICC = 0,756). Воспроизводимость измерений каждым хирургом также была умеренной для визуального и линейного методов (ICC = 0,553 и ICC = 0,612), надежной — для сегментарного метода вычислений (ICC = 0,856).

Общая внутрикласовая корреляция (ICC) между 3D VIBE МРТ и эталонным 3D-КТ при применении линейного метода для всех операторов составила 0,413, что свидетельствует о плохом соответствии результатов измерений величины дефекта гленоида линейным методом на 3D VIBE МРТ и эталонным площадь-зависимым методом на 3D-КТ. Результаты применения сегментарного метода измерений на МРТ несколько более надежно коррелировали с эталоном: внутрикласовая корреляция для сегментарного метода составила 0,623.

Для количественного описания корреляции между 3D VIBE МРТ и 3D-КТ дополнительно были произведены измерения величины дефекта гленоида на 3D VIBE МРТ эталонным методом. Средняя величина дефекта гленоида при измерении на 3D VIBE МРТ эталонным методом составила $24,16\% \pm 10,3\%$. В ходе анализа соответствия результатов, полученных с применением эталонных методов измерений, на 3D VIBE МРТ и 3D-КТ при помощи линейного регрессионного анализа была построена линия регрессии и определен ее наклон (угловой коэффициент): величина возрастания величины дефекта гленоида по данным 3D-КТ при увеличении величины дефекта на единицу измерения (1%) по данным 3D VIBE МРТ. Угловой коэффициент значимо отличался от единицы и составил 0,29 ($p \leq 0,001$), то есть размеры дефекта на 3D VIBE МРТ превышали эталонные при величине дефекта больше среднего и уступали эталонным при дефектах меньше среднего значения. Изменение величины дефекта по данным 3D VIBE МРТ составит 1%, по данным 3D-КТ дефект будет изменяться в среднем на 0,29%. Небольшое количество наблюдений не позволило соблюсти условия применения линейной модели, однако полученные результаты соотносятся с данными G.M. Friedman и соавторами, полученными на больших выборках [20].

Таким образом, при сравнении 3D VIBE МРТ с 3D-КТ было выявлено плохое соответствие результатов для линейного метода (ICC = 0,412) и умеренное соответствие для сегментарного метода (ICC = 0,623). При этом в группах с не- большими дефектами гленоида относительно среднего можно ожидать недооценивание их величины на МРТ, а в группах с крупными дефектами — переоценивание.

Таблица 1

Дисперсионный анализ результатов измерения величины дефекта суставного отростка лопатки

Пациенты	Измерение дефекта гленоида эталонным методом Росо, %	Средняя величина дефекта гленоида, %	Значимость отличий результатов дисперсионного анализа исследуемых и эталонного методов, p^*
I группа (<15%)			
Пациент 1	5,2	7,3	0,001
Пациент 2	6,1	9,4	<0,001
Пациент 3	7,1	9,3	<0,001
Пациент 4	11,3	14,5	<0,001
Пациент 5	13,1	14,5	0,023
Пациент 6	11,2	11,7	0,415
II группа (15–19%)			
Пациент 1	18,5	18,9	0,507
Пациент 2	15,1	18,1	<0,001
Пациент 3	17,3	19,12	0,003
Пациент 4	17,5	18,62	<0,001
Пациент 5	18,9	19,6	0,082
Пациент 6	16,4	21,2	0,001
III группа (20–25%)			
Пациент 1	20,5	25,0	0,001
Пациент 2	21,1	25,7	<0,001
Пациент 3	24,8	20,5	0,001
Пациент 4	21,3	24,6	<0,001
Пациент 5	23,8	18,04	0,032
Пациент 6	20,2	23,7	0,001
IV группа (>25%)			
Пациент 1	31,5	31,9	0,854
Пациент 2	28,2	29,1	0,468
Пациент 3	31,2	32,1	0,592
Пациент 4	25,8	26,7	0,469
Пациент 5	26,6	26,3	0,432
Пациент 6	30,4	31,0	0,992

* — отличия статистически значимы при $p \leq 0,05$.

Процентная ошибка каждого измерения представлена разницей между полученным исследуемым методом значением и эталонным измерением того же гленоида. Средняя величина дефекта гленоида при измерении на 3D-КТ эталонным методом составила 25,45%±8,71% (от 9 до 42%). Средние процентные ошибки (±SD стандартная ошибка среднего) размеров дефекта суставного отростка лопатки, выраженные в процентах и полученные в результате измерений на 3D VIBE МРТ и 3D-КТ методами линейных и сегментарных отношений относительно эталонных размеров представлены в таблице 2.

Ошибка относительно эталонных значений по 3D VIBE МРТ составила 4,86%±4,12% для метода линейных отношений и 3,94%±3,11% — для сегментарного метода, в то время как ошибка по 3D-КТ составила для линейного и сегментарного методов 3,22%±5,31% и 1,29%±2,39%, соответственно. При применении 3D VIBE МРТ потеря точности относительно измерений на 3D-КТ составила от -1,16% до 0,7% для линейного и от -2,09% до 1,2% для сегментарного метода в 95% ДИ.

Наибольшую ошибку (2,7–8,5%) демонстрировал метод линейных отношений по 3D VIBE МРТ при пограничных дефектах гленоида — в группе III (20–25%). Аналогичный результат был получен при измерениях тем же методом на 3D-КТ — ошибка в группе III (20–25%) была наиболее значительной — 2,3–6,9%, хотя и несколько меньшей, чем

при измерениях на МРТ. Наименьшее отклонение от эталонных значений во всех группах было получено при использовании сегментарного метода по 3D-КТ (0,4–3,1%). При расчетах на 3D VIBE МРТ сегментарным методом, за исключением III группы с промежуточного размера дефектами ошибка не превышала 4,6% (табл. 3).

Средний диаметр суставного отростка лопатки, измеренный на 3D-КТ интактной конечности, составил 30,7 мм и отличался в исследуемых группах незначительно. Средняя ширина опоры гленоида уменьшалась с увеличением дефекта от I к IV группе. Величина интервала Хилла–Сакса (HSI) была несколько ниже в группах с крупными и массивными дефектами. В группе массивных дефектов все повреждения носили внеопорный характер. Закономерно, что в группе с повреждением суставного отростка лопатки менее 15% количество внеопорных дефектов на головке плечевой кости также было наименьшим и составило 33,3%, а 83,3% крупных и 66,7% средних дефектов гленоида сопровождалось внеопорными дефектами Хилла–Сакса. Таким образом, выполнение изолированного шва капсуло-лабрального комплекса у 11 (61,1%) из 18 пациентов нашей выборки с дефектом гленоида менее 25% сопровождалось бы высоким риском рецидивирования нестабильности вследствие заклинивания дефектов на головке и суставном отростке лопатки при отведении и наружной ротации плеча.

Таблица 2

Средние результаты измерений всеми операторами величины дефектов суставного отростка лопатки и средние ошибки измерений относительно эталонных значений

Метод исследования	Средняя величина дефекта, %	Средняя ошибка (PE, %)
Линейный метод по 3D-КТ	24,08±8,22	3,22%±5,31
Линейный метод по 3D VIBE МРТ	23,89±9,08	4,86%±4,12
Сегментарный метод по 3D-КТ	25,84±7,12	1,29%±2,39
Сегментарный метод по 3D VIBE МРТ	24,12±7,21	3,94%±3,11

Эталонное значение — 25,45%±8,71%.

Таблица 3

Средние ошибки измерений исследуемыми методами величины дефектов суставного отростка лопатки различной величины относительно эталонных значений, %

Величина дефекта гленоида	Линейный метод по 3D-КТ	Линейный метод по 3D VIBE МРТ	Сегментарный метод по 3D-КТ	Сегментарный метод по 3D VIBE МРТ
I группа (<15%)	3,2±1,3	2,9±2,1	1,2±1,0	3,1±3,1
II группа (15–19%)	2,9±1,4	5,2±6,3	0,4±1,1	4,2±1,3
III группа (20–25%)	4,6±2,3	5,8±2,9	2,7±2,4	4,9±0,4
IV группа (>25%)	2,2±1,9	4,3±1,4	0,9±1,1	3,9±3,1

Эталонное значение — 25,45% ± 8,71%.

Обсуждение

Наиболее просто и быстро измерить величину дефекта суставного отростка лопатки можно непосредственно во время артроскопии. Изучение точности эндоскопического измерения величины дефекта гленоида подтвердило возможность применения метода, однако при дефектах, направленных под углом к продольной оси гленоида, измерения имели значительную погрешность вследствие широкоугольности обзора через артроскоп, затрудняющей выбор правильного направления измерения [26, 27].

Проведенный анализ продемонстрировал статистически значимые отклонения от эталонных результатов измерений, выполняемых под визуальным контролем во время артроскопии ($p < 0,05$). Сегментарный метод вычисления имел более высокую точность и воспроизводимость, чем традиционный метод линейных отношений как при измерениях на 3D-КТ, так и на 3D VIBE МРТ. Исключение составила группа с массивными повреждениями суставной поверхности лопатки (более 25%), где все методы исследования, включая визуальный, и все способы вычисления обладали схожими результатами, не имевшие статистически значимых отличий. В группе с пограничными размерами дефекта (20–25%) наблюдали наибольшее завышение результатов при применении метода линейных отношений как на 3D-КТ, так и на 3D VIBE МРТ.

Более надежно воспроизводились результаты вычислений при применении сегментарного метода. При сравнении 3D VIBE МРТ с 3D-КТ было выявлено умеренное соответствие результатов для линейного метода и более надежное соответствие для сегментарного метода. 3D VIBE МРТ недооценивала величину дефекта гленоида в группах с дефектами меньше среднего значения, а в группах с крупными дефектами — переоценивала.

Точное измерение величины костных дефектов суставных поверхностей имеет ключевое значение для определения показаний к мягкотканной (операция Bankart) или костно-пластической (операция Latarjet) стабилизации плечевого сустава. Самым распространенным является метод линейных отношений, в первую очередь, благодаря простоте и удобству применения в практической работе. Однако геометрически подобный подход сопровождается существенной переоценкой результатов вычисления, т.к. вычисляет площадь фигуры квадратной формы, а не круглой [28].

Существует ряд публикаций с результатами применения специализированного программного обеспечения, позволяющего выделять область дефекта гленоида внутри предварительно вписанной окружности и автоматически рассчитывать

площадь дефекта [12, 29, 30]. Фактически, подобный программный подход автоматически реализует метод, предложенный P. Baudi и названный в честь итальянского философа Pico della Mirandola [31]. Метод Pico имеет наибольшую точность и воспроизводимость среди всех способов измерения костных дефектов гленоида, однако требует весьма трудоемкого и долгого процесса маркировки неровной линии костного дефекта, а потому не нашел широкого применения на практике.

Для упрощения измерения G.D. Dumont с соавторами предложили обозначать край костного дефекта в виде хорды на вписанной окружности, а площадь образованного сегмента рассчитывать исходя из образованного хордой центрального угла [11]. Дальнейшая эволюция площадь-зависимого измерения привела к появлению метода сегментарных отношений, когда площадь костного дефекта вычисляют исходя из длины хорды, легко получаемой при измерениях в большинстве приложений для просмотра результатов КТ и МРТ-исследований [32].

Нами было произведено сравнение точности и воспроизводимости наиболее часто применяемого метода линейных отношений и метода сегментарных отношений — основанного на измерении площади дефекта, однако более доступного и простого, чем непосредственное измерение при помощи специальных программ. Критерием было выбрано соответствие результатов вычисления эталонным. Исследование производили в группах пациентов с дефектами гленоида различной величины. Разделение на группы произвели согласно наиболее часто применяемых в хирургических алгоритмах критериев (<15%, 15–19%, 20–25% и >25%). Измерения производили как опытные специалисты в области лучевой диагностики, так и оперирующие ортопеды и обучающиеся в клинической ординатуре, т.е. специалисты разного опыта и квалификации. Полученные результаты также были проанализированы на предмет воспроизводимости.

Выбор метода исследования широко обсуждается в научной литературе. Исследуют точность измерений на рентгенограммах, МРТ, 2D-КТ и 3D-КТ. J.Y. Bishop с соавторами в своем исследовании сделали вывод о наибольшей точности 3D-КТ, что также было подтверждено другими исследователями [10, 14, 33]. Измерения на 2D-КТ не дали надежных результатов, поскольку сильно зависели от направления и положения среза. Неизбежные ротационные смещения в сагиттальной плоскости при построении аксиальных срезов приводят к погрешности измерений до 5,2% [34].

Немало исследований посвящено изучению возможностей МРТ для оценки величины костных дефектов суставных поверхностей плечевого сус-

тава, однако результаты противоречивы [17–20, 35]. Полученные нами данные свидетельствуют об умеренном соответствии результатов измерений величины дефекта гленоида методом линейных отношений на 3D VIBE МРТ и эталонным площадь-зависимым методом на 3D-КТ. Несколько более надежно коррелировали с эталонными измерения на 3D VIBE МРТ сегментарным методом, однако все также с умеренной силой. Несмотря на то, что применение МРТ для вычисления величины дефекта гленоида не имеет той же точности, что и 3D-КТ, площадь-зависимые измерения по МРТ позволяют избежать дополнительного КТ-сканирования в случаях, где величина дефекта не является пограничной, т.е. близкой к «критическому» значению — для пациентов с индексом нестабильности ISIS выше 6 или менее 3. Предшествующие исследования показали перспективность МРТ для измерения костных дефектов на кадаверных моделях, однако наши данные подтверждают лишь умеренную степень соответствия результатов ($ICC = 0,623$), уступающую 3D-КТ. Одним из возможных объяснений является применение нами более точного площадь-зависимого метода измерения, в то время, как предшествующие исследователи применяли метод линейных отношений. Кроме того, отличия результатов могут быть следствием клинического характера исследования, в отличие от кадаверных измерений в более ранних работах. Поскольку посттравматические костные дефекты, в отличие от рукотворных дефектов, вследствие остеотомии имеют неправильную форму и неровный край, их сложнее обозначить и измерить, а отклонения результатов от реальных — больше. При сопоставлении МРТ с КТ линии менее четкие и углы менее острые, что также ухудшает результат.

Таким образом, для получения наиболее полной информации о мягкотканых повреждениях нестабильного плечевого сустава и точного размера дефекта суставного отростка лопатки необходимо выполнение как МРТ, так и 3D-КТ. Наши выводы согласуются с выводами R.K. Lee с соавторами о том, что, несмотря на хорошую корреляцию результатов различных измерений на МРТ и КТ, 3D-КТ все еще превосходит МРТ при измерении повреждений гленоида [36].

На основании полученных результатов был обоснован применимый в практической хирургической деятельности алгоритм выбора метода исследования и способа оценки биомеханических взаимоотношений биполярных дефектов суставных поверхностей при передней нестабильности плечевого сустава. Для определения тактики хирургического лечения производят расчет индекса нестабильности по шкале ISIS, учитывающего факторы, наиболее значимые для прогноза рецидивирования нестабильности. Индекс нестабиль-

ности определяют на основании уровня и характера физической активности пациента, возраста и наличия признаков гиперэластичности капсульно-связочного аппарата, а также рентгенографических признаков повреждения суставных поверхностей плечевого сустава. Кроме того, с целью выявления объективных признаков нестабильности плечевого сустава и определения морфологического субстрата всем пациентам необходимо выполнение МРТ.

В случаях, когда индекс нестабильности не превышает 3 баллов, обозначенный объем предоперационного обследования является достаточным для выбора мягкотканного способа стабилизации плечевого сустава (рис. 4). При критически высоком значении индекса нестабильности (более 6 баллов) необходимо выполнение костно-пластической операции. Наличие дефекта на головке плечевой кости определяет необходимость дополнять костно-пластический компонент операции процедурой ремплиссаж в случаях внеопорного перелома Хилла–Сакса (off-track). Определение опорности у пациентов с высоким индексом нестабильности может быть произведено на МРТ, поскольку не требует высокой точности, т.к. ключевое решение о выполнении костно-пластической стабилизации уже принято.

Промежуточные значения индекса нестабильности (от 3 до 6) требуют более точного вычисления размеров биполярных дефектов суставных поверхностей, которое возможно только на 3D-КТ. Поскольку наиболее точный метод Rico требует специального программного обеспечения и трудоемкого измерения, согласно полученным результатам, допустима его замена на метод сегментарных отношений. При дефекте суставного отростка лопатки менее 15% вне зависимости от опорности перелома Хилла–Сакса у пациентов с промежуточным индексом нестабильности допустимо выполнение мягкотканной стабилизирующей операции, дополняемой ремплиссажем в случаях внеопорного дефекта Хилла–Сакса. В случаях крупных дефектов гленоида (более 15%) выбор операции непосредственно определяется опорностью биполярных повреждений, и наличие внеопорного перелома Хилла–Сакса требует обязательного выполнения костно-пластической стабилизации плечевого сустава.

Выбор величины дефекта 15% в качестве критической основан на результатах биомеханического стендового исследования R.U. Hartzler с соавторами, согласно которым дополнение операции S.S. Bankart процедурой ремплиссажа на модели с дефектом гленоида 15% и неблагоприятным внеопорным дефектом Хилла–Сакса гарантированно позволяет избежать заклинивание дефекта Хилла–Сакса за передний край поврежденного гленоида при любом положении конечности [37].



Рис. 4. Алгоритм обследования и хирургического лечения пациентов с передней нестабильностью плечевого сустава

Заключение

Метод сегментарных отношений на косо-сагиттальной проекции 3D-КТ является наиболее точным и воспроизводимым способом оценки размера дефекта суставного отростка лопатки, не требующим длительного и трудоемкого обозначения неправильного контура дефекта, а, следовательно, применимого в практической хирургической деятельности.

Результаты измерений во время артроскопии значительно отличались от эталонных, за исключением группы с массивными дефектами гленоида. Измерения на МРТ позволяют исключить необходимость дополнительного выполнения КТ, однако точность и надежность получаемых результатов меньше, а наибольшую ошибку (до 8,5%) измерений на МРТ наблюдали при пограничных дефектах гленоида, когда точность измерений имеет принципиальное значение для выбора способа хирургической стабилизации. Поэтому использование МРТ без КТ недопустимо при биполярных дефектах «пограничных» размеров.

Предложенный алгоритм позволяет избежать выполнения КТ у пациентов с крайними значениями индекса нестабильности ISIS и сопровождается увеличением общей доли выполняемых костно-пластических стабилизирующих операций. Это происходит за счет выявления прогно-

тически неблагоприятных внеопорных повреждений Хилла – Сакса у пациентов с дефектами гленоида пограничных размеров (15–25%).

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Balg F., Boileau P. The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic open shoulder stabilization. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(11):1470-1477. DOI: 10.1302/0301-620X.89B11.18962.
- Shin S.J., Koh Y.W., Bui C., Jeong W.K., Akeda M., Cho N.S. et al. What is the critical value of glenoid bone loss at which soft tissue Bankart repair does not restore glenohumeral translation, restricts range of motion, and leads to abnormal humeral head position? *Am J Sports Med.* 2016;44(11):2784-2791. DOI: 10.1177/0363546516656367.
- Beran M.C., Donaldson C.T., Bishop J.Y. Treatment of chronic glenoid defects in the setting of recurrent anterior shoulder instability: A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(5):769-780. DOI: 10.1016/j.jse.2010.01.011.
- Chen A.L., Hunt S.A., Hawkins R.J., Zuckerman J.D. Management of bone loss associated with recurrent anterior glenohumeral instability. *Am J Sports Med.* 2005;33(6):912-925. DOI: 10.1177/0363546505277074.
- Lynch J.R., Clinton J.M., Dewing C.B., Warme W.J., Matsen F.A. 3rd. Treatment of osseous defects associated with anterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18(2):317-328. DOI: 10.1016/j.jse.2008.10.013.

6. Ochoa E. Jr., Burkhart S.S. Glenohumeral bone defects in the treatment of anterior shoulder instability. *Instr Course Lect.* 2009;58:323-336.
7. Yamamoto N., Itoi E., Abe H., Kikuchi K., Seki N., Minagawa H., Tuoheti Y. Effect of an anterior glenoid defect on anterior shoulder stability: A cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2009;37:949-954. DOI: 10.1177/0363546508330139.
8. Shaha J.S., Cook J.B., Song D.J., Rowles D.J., Bottoni C.R., Shaha S.H., Tokish J.M. Redefining «critical» bone loss in shoulder instability: Functional outcomes worsen with “subcritical” bone loss. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1719-1725. DOI: 10.1177/0363546515578250.
9. Yamamoto N., Itoi E., Abe H., Minagawa H., Seki N., Shimada Y., Okada K. Contact between the glenoid and the humeral head in abduction, external rotation, and horizontal extension: a new concept of glenoid track. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(5):649-656. DOI: 10.1016/j.jse.2006.12.012.
10. Bishop J.Y., Jones G.L., Rerko M.A., Donaldson C., MOON Shoulder Group. 3-D CT is the most reliable imaging modality when quantifying glenoid bone loss. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(4):1251-1256. DOI: 10.1007/s11999-012-2607-x.
11. Dumont G.D., Russell R.D., Browne M.G., Robertson W.J. Area-based determination of bone loss using the glenoid arc angle. *Arthroscopy.* 2012;28(7):1030-1035. DOI: 10.1016/j.arthro.2012.04.147.
12. Hamamoto J.T., Leroux T., Chahla J., et al. Assessment and evaluation of glenoid bone loss. *Arthrosc Tech.* 2016;5(4):e947-e951. DOI: 10.1016/j.eats.2016.04.027.
13. Magarelli N., Milano G., Baudi P., Santagada D.A., Righi P., Spina V. et al. Comparison between 2D and 3D computed tomography evaluation of glenoid bone defect in unilateral anterior glenohumeral instability. *Radiol Med.* 2012;117(1):102-111. (In English, Italian). DOI: 10.1007/s11547-011-0712-7.
14. Rerko M.A., Pan X., Donaldson C., Jones G.L., Bishop J.Y. Comparison of various imaging techniques to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(4):528-534. DOI: 10.1016/j.jse.2012.05.034.
15. Bakshi N.K., Patel I., Jacobson J.A., Debski R.E., Sekiya J.K. Comparison of 3-dimensional computed tomography-based measurement of glenoid bone loss with arthroscopic defect size estimation in patients with anterior shoulder instability. *Arthroscopy.* 2015;31(10):1880-1885. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.03.024.
16. Shin S.J., Jun B.J., Koh Y.W., McGarry M.H., Lee T.Q. Estimation of anterior glenoid bone loss area using the ratio of bone defect length to the distance from posterior glenoid rim to the centre of the glenoid. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(1):48-55. DOI: 10.1007/s00167-016-4312-x.
17. Magarelli N., Milano G., Sergio P., Santagada D.A., Fabbriani C., Bonomo L. Intra-observer and interobserver reliability of the «pico» computed tomography method for quantification of glenoid bone defect in anterior shoulder instability. *Skeletal Radiol.* 2009;38(11):1071-1075. DOI: 10.1007/s00256-009-0719-5.
18. Gyftopoulos S., Hasan S., Bencardino J., Mayo J., Nayyar S., Babb J., Jazrawi L. Diagnostic accuracy of MRI in the measurement of glenoid bone loss. *AJR Am J Roentgenol.* 2012;199(4):873-878. DOI: 10.2214/AJR.11.7639.
19. Huijsmans P.E., Haen P.S., Kidd M., Dhert W.J., van der Hulst V.P., Willems W.J. Quantification of a glenoid defect with three-dimensional computed tomography and magnetic resonance imaging: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(6):803-809. DOI: 10.1016/j.jse.2007.02.115.
20. Friedman L.G.M., Ulloa S.A., David T.B., Hussein A.S., Morgan H.J., Miniaci A.A. Glenoid Bone Loss Measurement in Recurrent Shoulder Dislocation. Assessment of Measurement Agreement Between CT and MRI. *Orthop J Sports Med.* 2014;2(9):2325967114549541. DOI: 10.1177/2325967114549541.
21. Sugaya H., Moriishi J., Dohi M., Kon Y., Tsuchiya A. Glenoid rim morphology in recurrent anterior glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(5):878-884.
22. Huysmans P.E., Haen P.S., Kidd M., Dhert W.J., Willems J.W. The shape of the inferior part of the glenoid: A cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;15(6):759-763. DOI: 10.1016/j.jse.2005.09.001.
23. Bois A.J., Fening S.D., Polster J., Jones M.H., Miniaci A. Quantifying glenoid bone loss in anterior shoulder instability: Reliability and accuracy of 2-dimensional and 3-dimensional computed tomography measurement techniques. *Am J Sports Med.* 2012;40(11):2569-2577. DOI: 10.1177/0363546512458247.
24. Burkhart S.S., De Beer J.F. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs: Significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy.* 2000;16(7):677-694.
25. Gyftopoulos S., Beltran L.S., Bookman J., Rokito A. MRI Evaluation of Bipolar Bone Loss Using the On-Track Off-Track Method: A Feasibility Study. *AJR Am J Roentgenol.* 2015;205(4):848-852. DOI: 10.2214/AJR.14.14266.
26. Dettlerline A.J., Provencher M.T., Ghodadra N., Bach B.R. Jr, Romeo A.A., Verma N.N. A new arthroscopic technique to determine anterior-inferior glenoid bone loss: Validation of the secant chord theory in a cadaveric model. *Arthroscopy.* 2009;25(11):1249-1256. DOI: 10.1016/j.arthro.2009.05.019.
27. Provencher M.T., Dettlerline A.J., Ghodadra N., Romeo A.A., Bach B.R. Jr, Cole B.J., Verma N. Measurement of glenoid bone loss: A comparison of measurement error between 45 degrees and 0 degrees bone loss models and with different posterior arthroscopy portal locations. *Am J Sports Med.* 2008;36(6):1132-1138. DOI: 10.1177/0363546508316041.
28. Bhatia S., Saigal A., Frank R.M., Bach B.R. Jr, Cole B.J., Romeo A.A., Verma N.N. Glenoid diameter is an inaccurate method for percent glenoid bone loss quantification: Analysis and techniques for improved accuracy. *Arthroscopy.* 2015;31(4):608-614.e1. DOI: 10.1016/j.arthro.2015.02.020.
29. Barchilon V.S., Kotz E., Barchilon Ben-Av M., Glazer E., Nyska M. A simple method for quantitative evaluation of the missing area of the anterior glenoid in anterior instability of the glenohumeral joint. *Skeletal Radiol.* 2008;37(8):731-736. DOI: 10.1007/s00256-008-0506-8.
30. Nofsinger C., Browning B., Burkhart S.S., Pedowitz R.A. Objective preoperative measurement of anterior glenoid bone loss: A pilot study of a computer-based method using unilateral 3-dimensional computed tomography. *Arthroscopy.* 2011;27(3):322-329. DOI: 10.1016/j.arthro.2010.09.007.
31. Baudi P., Righi P., Bolognesi D., Rivetta S., Rossi Urtoler E., Guicciardi N., Carrara M. How to identify and calculate glenoid bone deficit. *Chir Organi Mov.* 2005;90(2):145-152. (In English, Italian).
32. Parada S.A., Eichinger J.K., Dumont G.D., Parada C.A., Greenhouse A.R., Provencher M.T. et al. Accuracy

- and reliability of a simple calculation for measuring glenoid bone loss on 3-dimensional computed tomography scans. *Arthroscopy*. 2018;34(1):84-92. DOI: 10.1016/j.arthro.2017.07.032.
33. Chuang T.Y., Adams C.R., Burkhart S.S. Use of preoperative three-dimensional computed tomography to quantify glenoid bone loss in shoulder instability. *Arthroscopy*. 2008;24(4):376-382. DOI: 10.1016/j.arthro.2007.10.008.
34. Gross D.J., Golijanin P., Dumont G.D., Parada S.A., Vopat B.G., Reinert S.E. et al. The effect of sagittal rotation of the glenoid on axial glenoid width and glenoid version in computed tomography scan imaging. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(1):61-68. DOI: 10.1016/j.jse.2015.06.017.
35. Tian C.Y., Shang Y., Zheng Z.Z. Glenoid bone lesions: comparison between 3D VIBE images in MR arthrography and nonarthrographic MSCT. *J Magn Reson Imaging*. 2012;(1):231-236. DOI: 10.1002/jmri.23622.
36. Lee R.K., Griffith J.F., Tong M.M., Sharma N., Yung P. Glenoid bone loss: assessment with MR imaging. *Radiology*. 2013;267(2):496-502.
37. Hartzler R.U., Bui C.N.H., Jeong W.K., Denard P.J., Burkhart S.S., Lee T.Q. et al. Remplissage of an off-track hill-sachs lesion is necessary to restore biomechanical glenohumeral joint stability in a bipolar bone loss model. *Arthroscopy*. 2016;32(12):2466-2476. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.04.030.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук, начальник кафедры и начальник клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Гладков Роман Владимирович — канд. мед. наук преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Железняк Игорь Сергеевич — д-р мед. наук начальник кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Гранкин Алексей Сергеевич — канд. мед. наук старший ординатор клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Волов Даниил Александрович — старший ординатор клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

Емельянцеv Александр Алексеевич — канд. мед. наук преподаватель кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), head of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Roman V. Gladkov — Cand. Sci. (Med.), lecturer of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Igor S. Zheleznyak — Dr. Sci. (Med.), head of the Department and Clinic of Radiology and Radiology with a course of ultrasound diagnostics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Alexey S. Grankin — Cand. Sci. (Med.), resident of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Daniil A. Volov — resident of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Alexandr A. Emelyantsev — Cand. Sci. (Med.), lecturer of the Department and Clinic of Radiology and Radiology with a Course of Ultrasound Diagnostics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Комментарий к статье «Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава»

С.Ю. Доколин

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Comment to the Article „Algorithm for Evaluation of Bipolar Defects in Anterior Instability of the Shoulder“

S.Yu. Dokolin

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Актуальность проблемы диагностики и лечения пациентов с нестабильностью плечевого сустава сегодня не вызывает сомнений как из-за высокой распространенности такой патологии, так и отсутствия единой системы взглядов практикующих специалистов в отношении рационального выбора лечебной тактики. Развитие артроскопии в ортопедической практике с конца 1990-х годов прошлого столетия позволило хирургам не только лучше понять морфологию повреждений капсуло-лабрального комплекса, инициирующих нестабильность плеча, но и дало превосходные возможности их восстановления с применением различных техник якорного шва. С тех пор увлеченность ортопедов артроскопическими техниками операции Банкарта была и остается очень высокой. Это связано, прежде всего, с анатомичностью данной операции, простотой и безопасностью ее хирургической техники. Однако проблема нестабильности плечевого сустава чрезвычайно

сложна и многообразна, о чем говорят ее многочисленные классификации, разработанные врачами-исследователями в процессе изучения данной темы [1–2]. А как известно, попытка решать сложнейшую проблему с использованием какого-то одного простого решения просто обречена на неудачу. В подтверждение можно привести данные о том, что накопление хирургического опыта и анализ отдаленных исходов выполнения артроскопической операции Банкарта позволили установить факт неприемлемо высоких (от 12 до 42%) показателей послеоперационных рецидивов вывихов в долгосрочной перспективе (от 2 до 5 лет) [3–5]. Ряд современных литературных обзоров, в которых сравнивались результаты выполнения операций Банкарта и Латарже, содержат сведения о том, что при долгосрочном наблюдении за больными операция Латарже дает наиболее надежную стабилизацию плеча (частота рецидивов 2,7–5,0%), но при этом имеет наиболее высокий уровень неврологических осложнений (9,4–17,2%) [6]. В связи с этими обстоятельствами рациональный выбор между операциями Банкарта и Латарже является одной из крупнейших дихотомий современного ортопедического лечения нестабильности плечевого сустава.

• Комментарий к статье

Хоминец В.В., Гладков Р.В., Железняк И.С., Гранкин А.С., Волон Д.А., Емельянцева А.А. Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):52-64. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-52-64.

Доколин С.Ю. Комментарий к статье «Алгоритм оценки величины биполярных дефектов при передней нестабильности плечевого сустава». *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):65-67. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-65-67.

Cite as: Dokolin S.Yu. [Comment to the Article „Algorithm for Evaluation of Bipolar Defects in Anterior Instability of the Shoulder“]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):65-67. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-65-67.

✉ Доколин Сергей Юрьевич / Sergey Yu. Dokolin; e-mail: sdokolin@gmail.com

В настоящее время в арсенале инструментов диагностики у ортопедов есть клиническая и рентгенологическая концепции для такого выбора. Клиническая оценка индекса нестабильности плечевого сустава (ISIS), предложенная F. Balg и P. Voileau в 2007 г., несомненно, является рабочим инструментом диагностики, существенно изменившим и упростившим хирургические подходы к лечению пациентов с посттравматической нестабильностью плечевого сустава как в нашей стране, так и во многих странах Европы и в Канаде [7]. Следует отметить, что данная система оценки остается малоизвестной и малоиспользуемой в США, где ортопедическое сообщество в большей мере ориентировано на рентгенологическую диагностическую «glenoid track» концепцию — оценку «зацепляющихся» дефектов биомеханической пары «суставная впадина лопатки — головка плечевой кости», разработанную в 2017 г. E. Itoi с соавторами [8]. Именно по этой причине большинство хирургов в США сегодня рассматривают технику Латарже как операцию «спасения», применимую только в случаях рецидива нестабильности после выполнения операции Банкарта. Главными объяснениями такого подхода ортопеды в США называют факт «неанатомичности» операции Латарже и значительный риск, или так называемую «10-процентную норму» повреждения нервов, окружающих плечевой сустав, при ее выполнении.

Индекс ISIS представляет собой 10-балльную систему оценки, которая учитывает шесть наиболее значимых предоперационных факторов риска развития нестабильности плеча после выполнения артроскопической операции Банкарта. Статистически значимая взаимосвязь этих факторов с риском возникновения послеоперационных рецидивов была установлена предшествующими клиническими исследованиями, проводимыми с участием хирургов, накопивших огромный опыт клинического применения артроскопической операции Банкарта. Главным преимуществом концепции с применением индекса ISIS была и остается простота расчетов. Для ее реализации хирургу при общении с пациентом уже на первичном приеме необходимо задать всего лишь 3 вопроса: 1) сколько вам лет? (если менее 20 лет + 2 балла); 2) какова ваша повседневная спортивная активность? (наличие «overhead» или контактный спорт + 1 балл); 3) каков уровень вашей спортивной активности? (соревновательный + 2 балла). Затем хирург должен осмотреть пациента для выявления признаков гиперэластичности капсулы (+1 балл) и тщательно исследовать визуализацию костных повреждений со стороны суставной впадины лопатки (+2 балла) и головки плечевой кости (+2 балла). После суммирования количества накопленных баллов хирург

может дать доказательные объяснения пациенту и его родственникам, почему артроскопическая операция Банкарта может или не может применяться в лечении именно его варианта нестабильности плеча. Одно из последних клинических исследований, посвященное вопросу «Является ли индекс ISIS верным инструментом для прогнозирования неудачных исходов после первичной артроскопической стабилизации передней нестабильности плечевого сустава?» было проведено коллективом авторов из Италии и опубликовано в журнале «Arthroscopy» в феврале 2019 г. [9]. На наш взгляд, данная работа является значимым вкладом в обеспечение независимой оценки достоверности индекса ISIS. M. Loppini с коллегами на большом клиническом материале (670 пациентов, наблюдавшихся после выполнения артроскопической операции Банкарта не менее 5 лет) подтвердили, что рецидив вывиха плеча происходит в среднем через три года после такого вмешательства, а проведенный в рамках исследования многофакторный анализ указывает, что занятия контактными видами спорта и наличие посттравматического дефекта костной ткани суставной впадины лопатки являются значимыми факторами риска развития рецидивных вывихов [9]. Мы также полностью согласны с мнением M. Bouliane с соавторами [10] о том, что повышение точности рентгенографической оценки костных повреждений пары «головка плеча — суставная впадина лопатки» существенно дополняет и, безусловно, способствует дальнейшему повышению информативности и достоверности индекса ISIS. Согласно данным комментируемой нами статьи, использование двух- или трехмерной КТ и МРТ-визуализации поврежденной суставной впадины и головки плеча обеспечивает наиболее точное представление о костных повреждениях и должно являться неотъемлемой частью стандартного предоперационного обследования пациента с нестабильностью плечевого сустава.

Несомненно, рациональный выбор хирургической операции для лечения нестабильности плеча должен быть проведен как с учетом факторов риска, касающихся самого пациента (ISIS концепция), так и с учетом наличия, размеров и расположения костных повреждений («glenoid track» концепция). Пациентам с индексом ISIS менее 3 баллов и отсутствием признаков изменения контура суставного отростка лопатки на стандартных рентгенограммах плечевого сустава целесообразно предложить артроскопическое восстановление капсулы плечевого сустава (операцию Банкарта). Пациенты с индексом ISIS три и более баллов и/или с признаками повреждений костной ткани суставной впадины лопатки (головки плечевой кости) на стандартных рентгенограммах должны

быть направлены на КТ или МРТ с последующим проведением измерений показателей, характеризующих наличие или отсутствие признаков «зацепляющихся» дефектов биомеханической пары «суставная впадина лопатки — головка плечевой кости». Во всех этих случаях целесообразно выполнение операции Латарже изолированно или с дополнением в виде процедуры «remplissage» для дефекта костной ткани головки плечевой кости.

В современной литературе нет единого подхода к лечению первичного травматического вывиха плеча. Так, например, М. Loppini с коллегами исключили пациентов с острой нестабильностью плечевого сустава из своего исследования и, соответственно, не подтвердили достоверность индекса ISIS в таких случаях [9]. В доступной литературе мы не встретили доказательных данных о том, останавливает ли ранняя артроскопическая стабилизация плечевого сустава с использованием якорного шва капсулы прогрессирование нестабильности от первичного вывиха плеча до ее хронических рецидивирующих форм. Этот факт обязательно должен быть принят к сведению при планировании новых клинических исследований.

С учетом имеющихся на сегодняшний день данных можно утверждать, что операция Латарже значительно чаще, чем это принято сейчас в нашей практике, может быть выбрана в качестве первой и единственной операции при лечении рецидивирующих форм нестабильности. Для того чтобы повысить ее воспроизводимость и безопасность в плане возможных неврологических осложнений, необходимо продолжить совершенствование уже известных «mini-open» и артроскопических техник, акцентируя внимание на хирургических «трюках», минимизирующих риск повреждения элементов плечевого сплетения. Всем ортопедам, часто оперирующим плечевой сустав, просто необходимо пройти эту достаточно резкую «кривую обучения» в освоении этого, безусловно, надежного вмешательства. Перечисленные проблемы также должны найти отражение в будущих клинических и экспериментальных исследованиях.

В завершение хочется процитировать одного из главных авторов диагностической концепции ISIS, признанного эксперта в области плечевой хирургии доктора Паскаля Буало: «...в ответе на вопрос,

у каких пациентов будет эффективна артроскопическая операция Банкарта, сегодня мы точно знаем лишь часть ответа — у пациентов с предоперационным индексом ISIS более 3 баллов игра окончена — риск рецидива слишком высок».

Литература [References]

1. Gerber C., Nyffeler R.W. Classification of glenohumeral joint instability. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(400):65-76.
2. Matsen F.A. 3rd, Harryman D.T. 2nd, Sidles J.A. Mechanics of glenohumeral instability. *Clin Sports Med.* 1991;10(4):783-788.
3. Bessière C., Trojani C., Carles M., Mehta S.S., Boileau P. The open Latarjet procedure is more reliable in terms of shoulder stability than arthroscopic Bankart repair. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(8):2345-2351. DOI: 10.1007/s11999-014-3550-9..
4. Zimmermann S.M., Scheyerer M.J., Farshad M., Catanzaro S., Rahm S., Gerber C. Long-term restoration of anterior shoulder stability: A retrospective analysis of arthroscopic Bankart repair versus open Latarjet procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(23):1954-1961.
5. Hobby J., Griffin D., Dunbar M., Boileau P. Is arthroscopic surgery for stabilisation of chronic shoulder instability as effective as open surgery? A systematic review and meta-analysis of 62 studies including 3044 arthroscopic operations. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(9):1188-1196. DOI: 10.1302/0301-620X.89B9.18467.
6. McFarland E.G., Caicedo J.C., Kim T.K., Banchasuek P. Prevention of axillary nerve injury in anterior shoulder reconstructions: use of a subscapularis muscle-splitting technique and a review of the literature. *Am J Sports Med.* 2002;30(4):601-606. DOI: 10.1177/03635465020300042101.
7. Balg F., Boileau P. The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilisation. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(11):1470-1477. DOI: 10.1302/0301-620X.89B11.18962.
8. Itoi E. 'On-track' and 'off-track' shoulder lesions. *EFORT Open Rev.* 2017;2(8):343-351. DOI: 10.1302/2058-5241.2.170007.
9. Loppini M., Delle Rose G., Borroni M., Morenghi E., Pitino D., Castagna A. Is the Instability Severity Index score a valid tool for predicting failure after primary arthroscopic stabilization for anterior glenohumeral instability? *Arthroscopy.* 2019;35(2):361-366. DOI: 10.1016/j.arthro.2018.09.027.
10. Bouliane M., Saliken D., Beaupre L.A., Silveira A., Saraswat M.K., Sheps D.M. Evaluation of the Instability Severity Index Score and the Western Ontario Shoulder Instability Index as predictors of failure following arthroscopic Bankart repair. *Bone Joint J.* 2014;96-B(12):1688-1692. DOI: 10.1302/0301-620X.96B12.34468.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Доколин Сергей Юрьевич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения спортивной травматологии и реабилитации, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Sergey Yu. Dokolin — Cand. Sci. (Med.), senior researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

«Ишемический» дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения

Д.Ю. Борзунов^{1,2}, А.Л. Шастов¹

¹ ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

² ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тюмень, Россия

Реферат

Цель исследования — дать определение и толкование «ишемического» дистракционного регенерата, формирующегося при компрометированном течении дистракционного остеогенеза и оценить эффективность механического воздействия на регенерат у пациентов с костными дефектами и ложными суставами. **Материал и методы.** Были успешно пролечены 17 пациентов с дефектами длинных костей предплечья и голени, имевших на этапах чрескостного остеосинтеза осложнение в виде нарушения дистракционного остеогенеза с формированием «ишемического» регенерата. Средняя величина дефектов составила 22,3% (у пациентов с дефектами костей предплечья) и 20% (у пациентов с дефектами костей голени) по отношению к контралатеральному сегменту. При лечении пациентов применяли механическую стимуляцию костеобразования посредством компрессии и компактизации проблемных дистракционных регенератов с использованием двух методик. В I группе пациентов выполняли дополнительную остеотомию удлиняемого отломка. Во II группе компактизировали регенераты на высоту соединительнотканной прослойки до контакта костных отделов регенерата. В работе были использованы методы описательной статистики. **Результаты.** У всех пациентов в результате механического воздействия на зоны компрометированного течения дистракционного остеогенеза удалось восстановить процесс новообразования костной ткани, претерпевшей в дальнейшем полную органотипическую перестройку. **Заключение.** На основании клинико-рентгенологических признаков компрометированного течения дистракционного остеогенеза предложено определение и толкование понятия «ишемический регенерат». Выполненный ретроспективный анализ результатов механического воздействия посредством компрессии и компактизации компрометированных дистракционных регенератов без смены технологии остеосинтеза свидетельствует о его эффективности.

Ключевые слова: «ишемический» регенерат, чрескостный остеосинтез, костные дефекты.

DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-68-76

„Ischemic“ Distraction Regenerate: Interpretation, Definition, Problems and Solutions


D.Yu. Borzunov^{1,2}, A.L. Shastov¹

¹ Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan, Russian Federation

² Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

Abstract

The **purpose** of the study was to define «ischemic» distraction regeneration which happens during the compromised course of distraction osteogenesis and to show the effectiveness of the mechanical action on such regenerates in patients with bone defects and pseudarthrosis. **Materials and methods.** Seventeen patients with long bone defects (forearm and lower leg) were successfully treated. They had compromised distraction osteogenesis during the transosseous osteosynthesis stages and developed ischemic regenerates. The mean size of the defects

 Борзунов Д.Ю., Шастов А.Л. «Ишемический» дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):68-76. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-68-76.

Cite as: Borzunov D.Yu., Shastov A.L. [„Ischemic“ Distraction Regenerate: Interpretation, Definition, Problems and Solutions]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):68-76. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-68-76.

 Борзунов Дмитрий Юрьевич / Dmitry Yu. Borzunov; e-mail: borzunov@bk.ru

Рукопись поступила/Received: 19.06.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 23.11.2018.

relative to the contralateral segment in the forearm bones was 22.3% and 20% in patients with defects in the lower leg bones. Mechanical stimulation of compromised bone formation was used by means of compression and compaction of problematic distraction regenerates with two techniques. In group I, an additional osteotomy of the fragment under lengthening was performed. In group II, regenerates were compacted to the height of the regenerate connective tissue layer until its bony parts contacted. We used descriptive statistics methods. **Results.** The process of bone tissue formation restored in all patients due to the mechanical impact on the zones of compromised distraction osteogenesis, and its complete organotypic remodeling followed. **Conclusion.** Based on clinical and radiological signs of a compromised course of distraction osteogenesis, the notion of «ischemic regenerate» was defined and its manifestations were described. A retrospective analysis of the results of mechanical action on compromised distraction regenerates through compression and compaction without a change in the osteosynthesis technology shows its effectiveness.

Keywords: «ischemic» distraction regeneration, transosseous osteosynthesis, bone defect.

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

Funding: the state assignment for the implementation of scientific research and developments.

Ethical approval: all procedures performed in studies involving patients were conducted in accordance with the requirements of the 2013 Helsinki Declaration of Revision. Informed consent for this type of research is not required.

Введение

Основой несвободной костной пластики по Г.А. Илизарову является дозированное и направленное перемещение васкуляризованного трансплантата в проблемную зону с сохранением покрова мягких тканей. Несвободная костная пластика по Илизарову позволяет выполнять реконструкцию сегмента и создавать трубчатую кость практически любой длины и формы [1–5]. Но несмотря на оптимальные условия для перемещаемого ауто трансплантата, данный вариант костной пластики не лишен недостатков. При этом основные проблемы регенерации костной ткани у пациентов с дефектами, ложными суставами и удлинением конечностей некоторые авторы ассоциируют с возникающими переломами на уровне дистракционных регенератов [6–12].

По нашему клиническому опыту и данным литературы, основными причинами переломов и деформаций на уровне дистракционных регенератов являются преждевременный демонтаж аппаратов внешней фиксации, неадекватная нагрузка на сегмент и гипопластический тип формирования дистракционных регенератов [8, 10, 12, 13].

Некоторые авторы утверждают, что проблемы формирования дистракционных регенератов могут возникнуть при величине удлинения более 4–5 см [14]. Однако наибольшие риски формирования дистракционных регенератов по гипопластическому типу возникают при одноэтапном замещении костных дефектов на величину более 8–10 см [8, 13, 15]. При замещении костного дефекта длинной кости на данную величину в ряде

клинических случаев (от 1,6 до 13,8%) происходит замедление остеогенеза и формирование дистракционного регенерата по типу «песочных часов» [16, 17].

К настоящему времени в литературе нет общепринятых определений компрометированного формирования дистракционного регенерата при замещении костного дефекта при удлинении отломков по Илизарову. Наиболее часто используемыми синонимическими терминами, описывающими это понятие, являются «ишемический дистракционный регенерат» и «гипопластический дистракционный регенерат».

Целью исследования — дать определение и толкование понятия «ишемический дистракционный регенерат», а также оценить эффективность механического воздействия на него у пациентов с костными дефектами и ложными суставами.

Материал и методы

Работа основана на материалах диссертационного исследования одного из авторов*.

Нами были успешно пролечены 17 пациентов с дефектами длинных костей при формировании на этапах чрескостного остеосинтеза «ишемических» дистракционных регенератов. У 11 пациентов нарушение дистракционного остеогенеза было выявлено в стационаре во время контроля процесса костеобразования при удлинении отломков, 6 пациентов поступили в клинику с уже сформированными «ишемическими» регенератами.

Средний возраст пациентов составил 28,9±3,1 лет. Дефекты костей предплечья имели 10 человек (лучевой кости — 4, локтевой кости — 6), голени

* Кандидатская диссертация А.Л. Шастова «Оптимизация восстановительных процессов у пациентов с ложными суставами и костными дефектами в условиях нарушенного остеогенеза (клинико-экспериментальное исследование)», защищена 15.09.2016 (руководитель — д.м.н. Д.Ю. Борзунов).

(большеберцовой кости) — 7 человек. Средняя величина межотломкового диастаза составила $6,4 \pm 0,7$ см, средняя величина дефектов — $21,3 \pm 2,3\%$ по отношению к длине контралатерального сегмента (табл. 1).

В 6 клинических наблюдениях у пациентов были выявлены посттравматические нейропатии (при поражениях голени — 1, предплечья — 5). Во всех случаях мы наблюдали обширные рубцы мягких тканей, которые были локально и на протяжении интимно спаяны с противолежащими отломками. Количество предыдущих операций в расчете на одного пациента составило в среднем $2,6 \pm 0,5$ при дефектах костей предплечья и $3,4 \pm 0,8$ — при дефектах костей голени. Наличие «ишемического» регенерата было подтверждено рентгенологическим и сонографическим методами исследований, а также данными КТ.

Во всех клинических наблюдениях применяли механическую стимуляцию костеобразования посредством компрессии и компактизации проблемных дистракционных регенератов с использованием двух методик.

Первая методика предполагала выполнение дополнительной остеотомии (кортикотомии) удлиняемого отломка. Через сформированный костный фрагмент проводили с перекрестом 2–3 спицы, которые закрепляли в дополнительной кольцевой опоре аппарата Илизарова. Дистракцию темпом 0,5–1 мм в сутки начинали через 5–7 дней после операции. Перемещение фрагмента осуществляли по направлению к «ишемическому» дистракционному регенерату до контакта его костных отделов, выявляемого лучевыми методами исследования.

Техническое исполнение второй методики предполагало реализацию идеи В.И. Шевцова и А.В. Попкова об одномоментной компрессии нормотрофического дистракционного регенерата на высоту соединительнотканной прослойки («зоны роста» регенерата) при переудлинении сегмента [18]. Авторы этого изобретения при уравнивании

длины конечности предложили переудлинить сегмент на высоту «зоны роста» костного регенерата (0,5–1,0 см), а после завершения дистракции — одномоментно сближать опоры аппарата до контакта вершин проксимальной и дистальной частей костного регенерата с компрессией соединительнотканной прослойки.

Методика была нами адаптирована и модифицирована для решения проблемы органотипической перестройки «ишемического» дистракционного регенерата у пациентов с костными дефектами и ложными суставами. Компрессию выполняли одномоментно за два-три приема с перерывом в 2–3 недели либо дискретно по 2 мм в сутки до контакта его костных отделов и компактизации регенерата по периферии, определяемых лучевыми методами исследования.

В случае реконструкции двухкостного сегмента (голень) выполняли косую остеотомию для дублирования отломков либо резекцию малоберцовой кости на величину предполагаемой компрессии регенерата. Для реконструкции костей предплечья вторую методику не применяли в связи с анатомофункциональной равнозначностью парных костей сегмента.

В зависимости от примененных технологических подходов мы разделили пациентов на две группы.

В I группе у 15 больных для компактизации «ишемического» регенерата и восполнения костного дефекта выполняли дополнительную остеотомию удлиняемого отломка и перемещали сформированные фрагменты.

Во II группе (2 пациента) компактизировали регенераты на высоту соединительнотканной прослойки до контакта костных отделов регенерата по способу Шевцова — Попкова [18]. В большинстве случаев отдавали предпочтение компактизации «ишемического» регенерата после выполнения дополнительной остеотомии и восстановлению полной анатомической целостности костного остова сегмента.

Таблица 1

Характеристика пациентов с «ишемическими» дистракционными регенератами

Показатель	Локализация дефекта	
	Кости предплечья	Кости голени
Количество пациентов, чел.	10	7
Средний возраст пациентов, лет	$27,2 \pm 4$	$31,2 \pm 5$
Средняя величина межотломкового диастаза, см	$5,5 \pm 0,8$	$7,6, \pm 1,0$
Средняя величина дефектов по отношению к контралатеральному сегменту, %	$22,3 \pm 3,6$	$20 \pm 2,3$

Статистический анализ

В работе были использованы методы описательной статистики. Обработка данных проведена с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты

В I группе общая продолжительность distraction составила в среднем 83,5±11,9 дня. Дефект костной ткани был возмещен в среднем на 5,6±0,7 см (95,5±3,1% от величины истинной утраты длины кости). Средняя продолжительность ком-

пактизации составляла 27,9±4,7 дня, величина компактизации «ишемического» регенерата — 1,7±0,3 см, средняя продолжительность фиксации в аппарате — 130,9±20,8 дня. Целостность костей поврежденных сегментов была восстановлена во всех наблюдениях. Полного возмещения дефекта с восстановлением анатомической целостности кости и уравниванием длины сегментов удалось добиться у 12 больных, что составило 80% от всех пациентов. Результаты лечения пациентов I группы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты лечения пациентов I группы

Показатель	Локализация дефекта	
	Кости предплечья	Кости голени
Средняя продолжительность distraction, дни	80,2±14,7	91,8±23,1
Средняя величина возмещения дефекта костной ткани, см	4,8±0,7	7,4±1,7
Средняя величина восполнения дефекта (% от величины истинной утраты длины кости)	93,8±4,3	100
Средняя продолжительность компактизации, дни	28,1±6,1	33,5±10,1
Средняя величина компактизации «ишемического» регенерата, см	2,0±0,5	1,7±0,8
Средняя продолжительность фиксации, дни	107±13,2	190,5±61,8

У двоих пациентов с изначальным дефектом локтевой кости 8,0 см оставшееся укорочение сегмента восполнили на следующем этапе лечения.

Клинический пример 1

Пациент Л., 35 лет, диагноз: посттравматический дефект левой большеберцовой кости; хронический посттравматический остеомиелит левой голени, период ремиссии; состояние после попытки замещения дефекта удлинением проксимального отломка большеберцовой кости с исходом формирования «ишемического» distractionного регенерата; последствие травматического повреждения левой голени с окклюзией передней и задней большеберцовых артерий и повреждением общего малоберцового нерва.

Из анамнеза заболевания известно, что больной получил открытый многооскольчатый перелом костей левой голени в результате огнестрельного ранения. Пациент до поступления в стационар был многократно оперирован, в том числе с использованием чрескостного и накостного остеосинтеза, а также перенес неоднократные секвестрнекрэктомии. Одним из безуспешных оперативных вмешательств была попытка заместить дефект большеберцовой кости удлинением проксимального отломка по Илизарову, в результате чего сформировался «ишемический» distractionный регенерат. При поступлении пациента в стационар левая голень

была фиксирована аппаратом Илизарова. Больной ходил без опоры на пораженную ногу при помощи двух костылей. В мягких тканях голени в зоне костного дефекта имелись рубцы, интимно спаянные с противолежащими отломками большеберцовой кости. Пульсация на задней и передней большеберцовых артериях не определялась. На рентгенограммах в верхней трети голени был выявлен «ишемический» distractionный регенерат величиной 5,0 см. Размер межотломкового диастаза в средней трети большеберцовой кости составлял 5,0 см, концы отломков были неконгруэнтными и истонченными (рис. 1 а). Укорочения сегмента выявлено не было.

Пациенту был выполнен демонтаж аппарата Илизарова, голень фиксировали задней гипсовой повязкой (рис. 1 б). В результате выполненной ангиографии была выявлена окклюзия первых порций передней и задней большеберцовых артерий. Бассейн малоберцовой артерии заполнялся контрастом за счет притока крови через коллатеральную сеть. Кровоток стопы был компенсирован.

Пациенту были выполнены остеотомии проксимального и дистального отломков левой большеберцовой кости, чрескостный остеосинтез левой голени аппаратом Илизарова. Целостность малоберцовой кости не нарушали.

Distraction в области проксимального регенерата начали на третий день после операции, одновременно

проводили компактизацию «ишемического» регенерата. Дистракцию в зоне дистальной остеотомии начали на пятые сутки темпом 0,5 мм/сутки. В области проксимальной остеотомии продолжительность дистракции составила 69 дней, в области дистальной дистракции — 67 дней. Компактизацию завершили при достижении контакта костных отделов «ишемического» регенерата. Дистракционный регенерат, сформированный в зоне дополнительной остеотомии, имел длину 5,0 см (рис. 1 с).

Открытая адаптация отломков была выполнена после достижения контакта между фрагментами. В дальнейшем выполняли поддерживающую компрессию на стыке отломков. На период фиксации пациент в аппарате был выписан на амбулаторное лечение. При контрольной явке пациента в поликлинику по данным рентгенографии было выявлено достижение консолидации отломков на стыке в средней трети большеберцовой

кости, перестройка дистракционных регенератов, формирование непрерывных кортикальных пластинок по периферии регенератов. При выполнении клинической пробы консолидации подвижность отломков отсутствовала, манипуляция была безболезненной. После демонтажа аппарата дополнительной фиксации сегмента не потребовалось. После снятия аппарата пациенту было разрешено полностью нагружать конечность.

Во II группе одной пациентке компактизировали дистракционный регенерат дважды по 0,5 см через 18 дней, второму пациенту проводили компактизацию дозированно в течение 29 дней. Компактизацию завершили при наступлении контакта костных отделов «ишемического» регенерата. До и после манипуляции проводили лучевой мониторинг. Фиксировали сегменты в аппаратах Илизарова после компактизации в течение 95 и 190 дней. В обоих случаях было достигнуто костное сращение дистракционных регенератов.

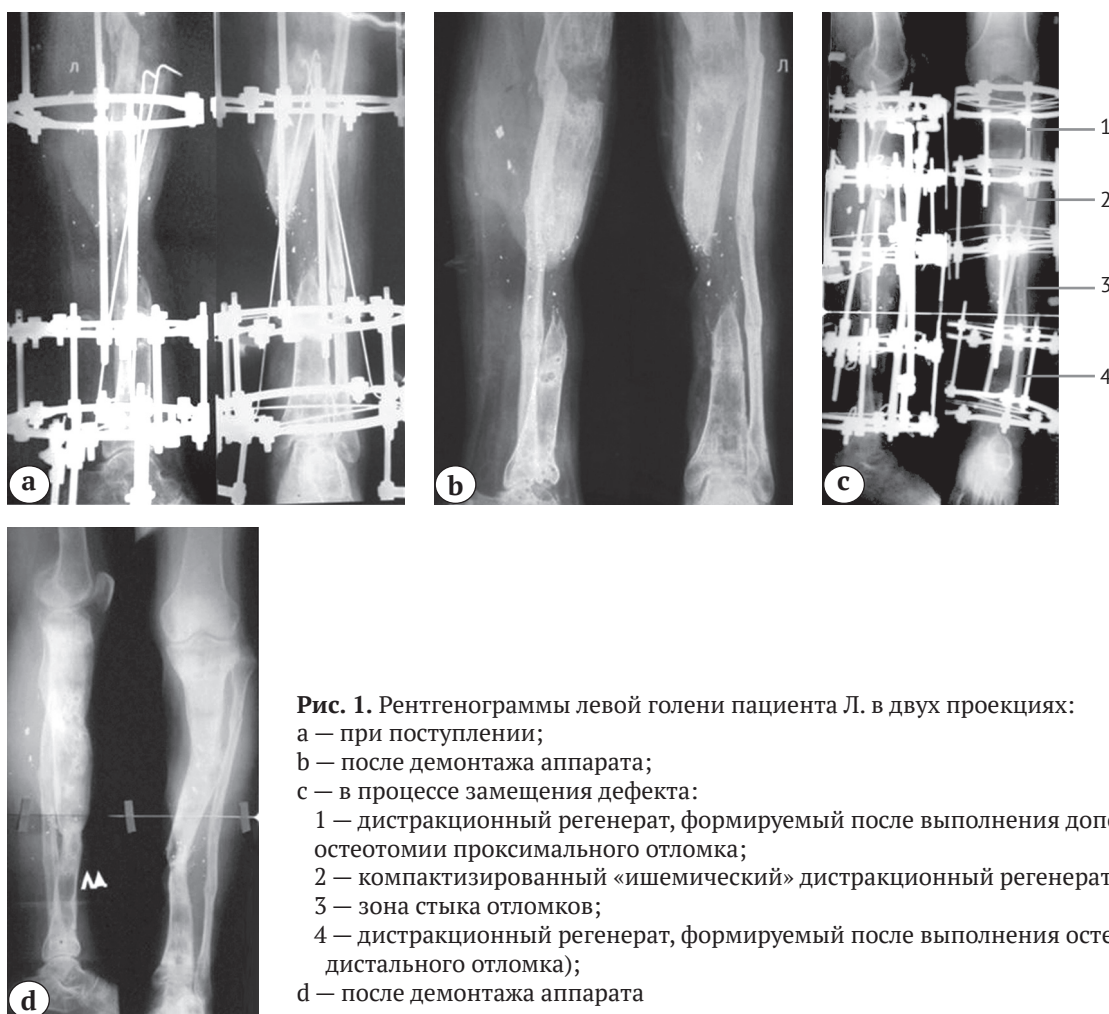


Рис. 1. Рентгенограммы левой голени пациента Л. в двух проекциях:
 а — при поступлении;
 б — после демонтажа аппарата;
 с — в процессе замещения дефекта:
 1 — дистракционный регенерат, формируемый после выполнения дополнительной остеотомии проксимального отломка;
 2 — компактизированный «ишемический» дистракционный регенерат;
 3 — зона стыка отломков;
 4 — дистракционный регенерат, формируемый после выполнения остеотомии дистального отломка);
 д — после демонтажа аппарата

Клинический пример 2

Пациент С., 32 лет, поступил в Центр через год после открытого перелома костей правой голени, полученного в результате ДТП. Суммарный дефект костной ткани большеберцовой кости величиной 10 см был сформирован после неоднократных секвестрнекрэктомий, выполненных по поводу остеомиелитического процесса, и попыток замещения дефекта кости по Илизарову. На момент поступления больной имел свищи с гнойным отделяемым, комбинированные контрактуры смежных суставов, рубцовые изменения мягких тканей, укорочение и отсутствие опороспособности правой нижней конечности. Отломки малоберцовой кости в верхней трети были дублированы, сращение отсутствовало. Ранее установленный аппарат был демонтирован (рис. 2а), выполнена saniрующая операция с фиксацией конечности аппаратом Илизарова. Остеотомия проксималь-

ного отломка большеберцовой кости была осуществлена после купирования воспалительного процесса.

Транспорт кости выполняли до контакта отломков в течение 40 дней по 1 мм в сутки. При визуализации рентгенограмм был выявлен дистракционный «ишемический» регенерат длиной 4,0 см (рис. 2б). Компрессию в зоне «ишемического» регенерата проводили до полного контакта костных отделов в течение 29 дней по 1,5–2 мм в сутки (рис. 2с). На стыке отломков была выполнена открытая адаптация. Отломки консолидированы через 190 дней. Был восстановлен костный остов голени с остаточным укорочением 10 см (рис. 2д, е).

После восстановления опороспособности конечности и полной перестройки костной ткани был проведен второй этап лечения по удлинению сегмента на 7,5 см и исправлению вальгусной деформации. Формирование дистракционного регенерата протекало стандартно.

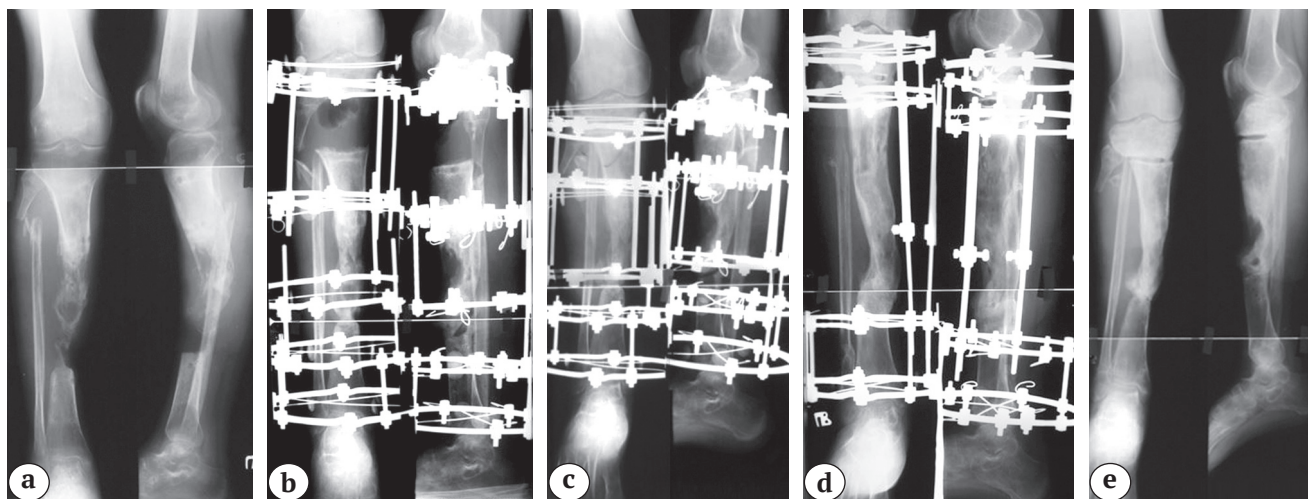


Рис. 2. Рентгенограммы правой голени в двух проекциях со смежными суставами пациента С.:
 а — при поступлении;
 б — после перемещения фрагмента и формирования «ишемического» дистракционного регенерата;
 с — после компактизации «ишемического» дистракционного регенерата;
 д — перед демонтажом аппарата;
 е — ближайший результат лечения

Обсуждение

Несвободная костная пластика по Илизарову широко применяется при замещении дефектов костей, удлинении конечностей, исправлении деформаций и устранении псевдоартрозов [2, 4–6, 8, 10–13, 15]. Тем не менее, при замещении обширных дефектов и удлинении конечностей возможно развитие переломов либо формирование ложных суставов на уровне дистракционного регенерата [8, 10–13, 19].

Известно, что дистракционный регенерат представлен двумя васкуляризированными костными отделами, разделенными соединительнотканной прослойкой, имеющей более скудную сеть новообразованных сосудов [20–23]. Если площадь

соединительнотканной прослойки преобладает над костными отделами, то формируется хрящевая волокнистая ткань, лишенная сосудов, с развитием в итоге псевдоартроза на уровне дистракционного регенерата. В литературных источниках имеются данные о критичных для риска развития несращений показателях высоты соединительнотканной прослойки более 8–10 мм дистракционного регенерата [23].

От активности ангиогенеза дистракционного регенерата зависит формирование костной ткани [19, 24–27]. Доказано увеличение кровотока в конечностях во время удлинения по методу Г.А. Илизарова, но при посттравматических или пострезекционных хронических дефектах костной

ткани изначально нарушенное кровообращение компенсируется не всегда [13, 19]. Выраженные рубцовые изменения, ангиотрофические расстройства, повреждения эндоста и нарушение внутрикостного кровообращения, полученные вследствие многократных оперативных вмешательств, травматичных и радикальных резекций и агрессивной высокоэнергетической травмы, также оказывают негативное влияние на трофику конечности и, соответственно, неблагоприятно влияют на процесс остеогенеза [24–27].

Уровень остеотомии, стабильность системы аппарата и темп distraction также оказывают влияние на активность остеогенеза [23, 24, 28]. Некоторые авторы рекомендуют при формировании соединительнотканной прослойки высотой более 8–10 мм темп distraction уменьшать, а при высоте меньше 2 мм — увеличивать, что связано с риском преждевременного сращения [23].

К настоящему времени нет общепризнанных классификаций вариантов течения distractionного остеогенеза. По данным литературы, базовой классификацией формирования distractionной костной мозоли является классификация Ru Li, в которой автор выделяет 10 типов и пять форм distractionного остеогенеза [22, 29].

Форма 1. «Fusiform» (площадь регенерата превышает площадь межотломкового диастаза).

Форма 2. «Cylindrical» (площадь регенерата соответствует площади межотломкового диастаза).

Форма 3. «Concave» (регенерат сформирован по типу «песочных» часов).

Форма 4. «Lateral» (регенерат имеет краевой дефект).

Форма 5. «Central» (регенерат представлен тонкой колонной в центральной части межотломкового диастаза).

По нашему мнению, к «ишемическому» distractionному регенерату, сформированному по гипопластическому типу, можно отнести формы 3 и 5. Форму 4 (с формированием краевого дефекта и гипопластическим типом костеобразования) целесообразно относить к «ишемическому» регенерату. Она, как правило, связана с травматичным нарушением целостности кости со стороны выполнения остеотомии, удлинением отломков с формированием угловой деформации (пример — типичный дефект новообразований кости по передней поверхности большеберцовой кости в верхней трети при удлинении голени с антекурвационной деформацией перемещаемых отломков).

Определения «гипопластический» и «ишемический регенерат» не являются синонимами, это дефиниции различных клинических ситуаций [4, 30, 31].

Комплекс клинико-рентгенологических признаков «ишемического» регенерата:

а) преобладание соединительнотканной прослойки над площадью костных отделов регенерата;

б) преобладание площади межотломкового диастаза над площадью регенерата;

в) отсутствие тенденции к увеличению длины и площади костных отделов (по данным лучевых методов исследования в динамике);

г) образование на концах костных отделов регенерата замыкательных пластинок с признаками формирования зоны несращения (по типу атрофического ложного сустава);

д) несоответствие органотипической перестройки регенерата продолжительности фиксации в сочетании с сохранением патологической подвижности при выполнении клинической пробы консолидации;

е) формирование дефекта мягких тканей в проекции «ишемического» регенерата.

Для гипопластического регенерата специфичным является один признак — преобладание площади диастаза над площадью регенерата. Регенерат, сформированный по гипопластическому типу, способен к органотипической перестройке без дополнительных вмешательств. При этом происходит замещение соединительнотканной прослойки новообразованной костной ткани, костные отделы смыкаются, регенерат компактизируется по периферии с формированием компактного слоя кости. После полной органотипической перестройки регенерат сохраняет дефект костной ткани, как правило, по периферии центральных отделов и приобретает форму «песочных» часов.

Заключение

Выполненный нами ретроспективный анализ результатов применения механического воздействия посредством компрессии и компактизации компрометированных distractionных регенератов свидетельствует о его эффективности и об отсутствии необходимости смены технологии остеосинтеза. Технология состояла из механического воздействия на «ишемический» регенерат дополнительной остеотомией удлиняемого отломка и дальнейшего дозированного ретроградного перемещения фрагмента с формированием нового distractionного регенерата, либо из дискретного, или одномоментного сближения концов отломков на высоту соединительнотканной прослойки с укорочением сегмента. Эффект стимуляции костеобразования и восстановления процессов органотипической перестройки «ишемического» distractionного регенерата был обеспечен его дозированной компактизацией.

Конфликт интересов: не заявлен.

Этическое одобрение: Все выполненные в исследованиях процедуры, вовлекающие паци-

ентов, проведены в соответствии с требованиями Хельсинской декларации пересмотра 2013 года. Формальное информированное согласие для данного типа исследования не требуется.

Финансирование: статья выполнена в рамках темы «Оптимизация лечебного процесса у больных с ортопедо-травматологической патологией, осложненной и неосложненной гнойной инфекцией, разработка новых патогенетически обоснованных способов хирургического лечения, направленных на комплексное восстановление анатомо-функционального состояния конечности, общего гомеостаза и стойкое подавление гнойно-воспалительных явлений» государственного задания на осуществление научных исследований и разработок ФГБУ «РНЦ „ВТО“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России.

Литература [References]

- Green S.A., Jackson J.M., Wall D.M., Marinow H., Ishkanian J. Management of segmental defects by the Ilizarov intercalary bone transport method. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(280):136-142.
- Tsuchiya H., Tomita K. Distraction osteogenesis for treatment of bone loss in the lower extremity. *J Orthop Sci.* 2003;8(1):116-124. DOI: 10.1007/s007760300020.
- Dumic-cule I., Pecina M., Jelic M., Jankolija M., Popek I., Grgurevic L., Vukicevic S. Biological aspects of segmental bone defects management. *Int Orthop.* 2015;39(5):1005-1011. DOI: 10.1007/s00264-015-2728-4.
- Azzam W., Atef A. Our experience in the management of segmental bone defects caused by gunshots. *Int Orthop.* 2016;40(2):233-238. DOI: 10.1007/s00264-015-2870-z.
- Tetsworth K., Paley D., Sen C., Jaffe M., Maar D.C., Glatt V. et al. Bone transport versus acute shortening for the management of infected tibial non-unions with bone defects. *Injury.* 2017;48(10):2276-2284. DOI: 10.1016/j.injury.2017.07.018.
- Venkatesh K.P., Modi H.N., Devmurari K., Yoon J.Y., Anupama B.R., Song H.R. Femoral lengthening in achondroplasia: Magnitude of lengthening in relation to patterns of callus, stiffness of adjacent joints and fracture. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(12):1612-1617. DOI: 10.1302/0301-620X.91B12.22418.
- Mishima K., Kitoh H., Iwata K., Matsushita M., Nishida Y., Hattori T., Ishiguro N. Clinical results and complications of lower limb lengthening for fibular hemimelia. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(21):e3787. DOI: 10.1097/MD.0000000000003787.
- Nakano-Matsuoka N., Fukiage K., Harada Y., Kashiwagi N., Futami T. The prevalence of the complications and their associated factors in humeral lengthening for achondroplasia: retrospective study of 54 cases. *J Pediatr Orthop B.* 2017;26(6):519-525. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000428.
- Konofaos P., Kashyap A., Ver Halen J. Biomedical approaches to improve bone healing in distraction osteogenesis: A current update and review. *Biomed Tech (Berl).* 2014;59(3):177-183. DOI: 10.1515/bmt-2013-0096.
- Liidakis E., Kenaway M., Krettek C., Ettinger M., Jagodzinski M., Hankemeier S. Segmental transports for posttraumatic lower extremity bone defects: are femoral bone transports safer than tibial? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131(2):229-234. DOI: 10.1007/s00402-010-1129-9.
- DeCoster T.A., Gehlert R.J., Mikola E.A., Pirela-Cruz M.A. Management of posttraumatic segmental bone defects. *J Am Acad Orthop Surg.* 2004;12(1):28-38. DOI: 10.5435/00124635-200401000-00005.
- Xu K., Fu X., Li Y.M., Wang C.G., Li Z.J. A treatment for large defects of the tibia caused by infected nonunion: Ilizarov method with bone segment extension. *Ir J Med Sci.* 2014;183(3):423-428. DOI: 10.1007/s11845-013-1032-9.
- Borzunov D.Y. Long bone reconstruction using multilevel lengthening of bone defect fragments. *Int Orthop.* 2012;36(8):1695-1700. DOI: 10.1007/s00264-012-1562-1.
- Ozaki T., Nakatsuka Y., Kunisada T., Kawai A., Dan'ura T., Naito N., Inoue H. High complication rate of reconstruction using Ilizarov bone transport method in patients with bone sarcomas. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998;118(3):136-139. DOI: 10.1007/s004020050333.
- Rozbruch R.S., Weitzman A.M., Watson T.J., Freudigman P., Katz H.V., Ilizarov S. Simultaneous treatment of tibial bone and soft-tissue defects with the Ilizarov method. *J Orthop Trauma.* 2006;20(3):197-205.
- Aronson J. Ubytki kosci – aspekt biologiczny [Bone loss – biological aspect]. *Aktualnosci ortopedyczne.* 1995;1(3):148-156 (in Polish).
- Borzunov D.Y., Chevardin A.V. Ilizarov non-free bone plasty for extensive tibial defects. *Int Orthop.* 2013;37(4):709-714. DOI: 10.1007/s00264-013-1799-3.
- Попков Д.А. Способ В.И. Шевцова – А.В. Попкова – новый этап развития дистракционно-компрессионного остеосинтеза. *Гений ортопедии.* 1997;(4):49-50. Попков Д. [The method of V.I. Shevtsov – A.V. Popkov – a new step in the development of distraction-compression osteosynthesis]. *Genij Ortopedii [Orthopedics Genius].* 1997;(4):49-50 (in Russ.).
- Aronson J. Temporal and spatial increases in blood flow during distraction osteogenesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(301):124-131.
- Li R., Saleh M., Yang L., Coulton L. Radiographic classification of osteogenesis during bone distraction. *J Orthop Res.* 2006;24(3):339-347. DOI: 10.1002/jor.20026.
- Kojimoto H., Yasui N., Goto T., Matsuda S., Shimomura Y. Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The role of periosteum and endosteum. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70(4):543-549.
- Isaac D., Fernandez H., Song H.R., Kim T.Y., Shyam A.K., Lee S.H., Lee J.C. Callus patterns in femur lengthening using a monolateral external fixator. *Skeletal Radiol.* 2008;37(4):329-334. DOI: 10.1007/s00256-007-0406-3
- Emara K.M., Ghafar K.A., Al Kersh M.A. Methods to shorten the duration of an external fixator in the management of tibial infections. *World J Orthop.* 2011;2(9):85-92. DOI: 10.5312/wjo.v2.i9.85.
- Aronson J. Basic science and biological principles of distraction osteogenesis. In: Rozbruch R.S., Ilizarova S. (eds.) *Limb lengthening and reconstruction surgery.* Informa : New York, 2007. pp. 19-42.
- Choi I.H., Chung C.Y., Cho T.J., Yoo W.J. Angiogenesis and mineralization during distraction osteogenesis. *J Korean Med Sci.* 2002;17(4):435-447. DOI: 10.3346/jkms.2002.17.4.435.
- Morgan E.F., Hussein A.I., Al-Awadhi B.A., Hogan D.E., Matsubara H., Al-Alq Z. et al. Vascular development during distraction osteogenesis proceeds by sequential intramuscular arteriogenesis followed by intraosteal angiogenesis. *Bone.* 2012;51(3):535-45. DOI: 10.1016/j.bone.2012.05.008.

27. Kanczler J.M., Oreffo R.O. Osteogenesis and angiogenesis: the potential for engineering bone. *Eur Cell Mater.* 2008; 15:100-114. DOI: 10.22203/eCM.v015a08.
28. Alzahrani M.M., Anam E.A., Makhdom A.M., Villemure I., Hamdy R.C. The Effect of altering the mechanical loading environment on the expression of bone regenerating molecules in cases of distraction osteogenesis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2014;5:214. DOI: 10.3389/fendo.2014.00214.
29. Li R., Saleh M., Yang L., Coulton L. Radiographic classification of osteogenesis during bone distraction. *J Orthop Res.* 2006;24(3):339-347. DOI: 10.1002/jor.20026.
30. Shyam A.K., Singh S.U., Modi H.N., Song H.-R., Lee S.-H., An H. Leg lengthening by distraction osteogenesis using the Ilizarov apparatus: A novel concept of tibia callus subsidence and its influencing factors. *International orthopaedics.* 2009;33(6):1753-1759. DOI: 10.1007/s00264-008-0660-6.
31. Zhu G.-H., Mei H.-B., He R.-G., Liu K., Tang J., Wu J.-Y. Effect of distraction osteogenesis in patient with tibial shortening after initial union of Congenital Pseudarthrosis of the Tibia (CPT): A preliminary study. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2015;16:216. DOI: 10.1186/s12891-015-0680-5.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дмитрий Юрьевич Борзунов — д-р мед. наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган; профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тюмень

Александр Леонидович Шастов — канд. мед. наук, научный сотрудник научной лаборатория клиники гнойной остеологии, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitry Yu. Borzunov — Dr. Sci. (Med.), deputy director for Scientific Work, Federal State Budgetary Institution, Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan; professor of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Surgery, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

Alexander L. Shastov — Cand. Sci. (Med.), researcher, Scientific Laboratory of Purulent Osteology, Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan, Russian Federation

Комментарий к статье «„Ишемический“ дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения»

Е.А. Щепкина

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Comment to the Article „«Ischemic» Distraction Regenerate: Interpretation, Definition, Problems and Solutions“

E.A. Shchepkina

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
St. Petersburg, Russian Federation

Одним из осложнений при удлинении длинных костей и замещении дефектов путем дистракционного остеогенеза является формирование дистракционного регенерата гипотрофического типа, с которым ассоциируются и другие осложнения — деформации и переломы в области регенерата после демонтажа внешних конструкций [1, 2]. К первоначальной классификации Ru Li, где выделено пять форм дистракционного регенерата (с преобладанием площади регенерата над межотломковым диастазом; с соответствием площади регенерата и межотломкового диастаза; по типу «песочных часов»; с краевым дефектом; формированием тонкого регенерата только в центральной части), при последующем изучении этой проблемы добавились варианты формирования краевого тонкого регенерата и фрагментированного регенерата в центральной части [3]. Последние три формы однозначно ассоциируются с компрометированным дистракционным остеогенезом и бесперспективностью самостоятельной перестройки. Такой регенерат, как правило, определяют как «ишемический». В то же время регенерат по типу «песочных часов» часто формируется при превышении темпа дистракции или величины удлинения более 20% длины сегмента. При своевременной коррекции темпа или прекращении дальнейшей дистракции такой регенерат в ряде случаев способен к самостоятельной перестройке и может иметь удовлетворительную сеть сосудов [4]. Для уточнения состояния регенерата большую роль играет многоплановая оценка данных рентгенограмм и результатов ультразвукового исследования [3, 5], где учитывается не только преобладание площади межотломкового диастаза над площадью регенерата, но и формирование кортикальных пластинок, соотношение ростковой зоны регенерата и других отделов и других параметров. На основании комплекса рентгенологических и клинических признаков авторы статьи сформулировали характеристику «ишемического» дистракционного регенерата, который требует хирургического решения проблемы.

В статье преимущественно рассматривается методика возмещения имеющегося костного дефекта путем выполнения дополнительной остеогенеза.

• Комментарий к статье

Борзунов Д.Ю., Шастов А.Л. «Ишемический» дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):68-76. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-68-76.

Щепкина Е.А. Комментарий к статье «„Ишемический“ дистракционный регенерат: толкование, определение, проблемы, варианты решения». *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):77-79. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-77-79.

Cite as: Shchepkina E.A. [Comment to the Article „«Ischemic» Distraction Regenerate: Interpretation, Definition, Problems and Solutions“]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):77-79. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-77-79.

Щепкина Елена Андреевна / Elena A. Shchepkina; e-mail: shchepkina_elena@mail.ru

томии с последующим костным транспортом и механическим воздействием путем компрессии в зоне «ишемического» регенерата. В этой зоне может потребоваться открытая адаптация или костная пластика. Преимуществом данной методики является возможность в большинстве случаев восстановить истинную длину сегмента, а хирургическая тактика соответствует принципам замещения дефектов длинных костей путем несвободной костной пластики по Илизарову. Одномоментная, или дискретная, компрессия на уровне гипотрофического или «ишемического регенерата» описана как вариант решения проблемы, но применяется в отдельных случаях [6, 7]. Благоприятное влияние осевой компрессии на костеобразование подтверждается и в экспериментальных работах [8, 9]. Но группы во всех исследованиях малочисленны, как и у авторов статьи, что не позволяет четко сравнить этот метод с другими хирургическими подходами. Однако в последующем остается проблема замещения длины сегмента.

В то же время при своевременной оценке компримированного distractionного остеогенеза возможно применение различных способов стимуляции формирования костной ткани. В эксперименте и клинике отмечают положительный эффект применения различных факторов роста, костных морфогенетических белков, стимуляции ультразвуком, электромагнитным полем, применения ударно-волновой терапии, системной терапии бисфосфонатами [3, 7, 10]. Положительный эффект получен при трансплантации аутокости, деминерализованного костного матрикса, костного мозга, мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток, используемых как в виде клеточной суспензии, так и импрегнированных на различные матрицы [11, 12].

Особое внимание заслуживают методики комбинированного и последовательного применения внешней и внутренней фиксации. При удлинении и замещении дефектов длинных костей поверх интрамедуллярного стержня, как в клинических, так и в экспериментальных исследованиях, не выявлено дефицита костной ткани при формировании регенерата, при этом полностью исключается возможность деформации или перелома в зоне регенерата после демонтажа внешней конструкции [13, 14]. При установке интрамедуллярного стержня после удлинения или замещения дефекта в клинической практике отмечается активизация костеобразования в периостальной зоне, более интенсивное формирование кортикальных пластинок [15, 16], что позволяет раньше увеличить осевую нагрузку и приступить к активным реабилитационным мероприятиям. К сожалению, в отличие от удлинения поверх интрамедуллярного

стержня, подробно изученного в экспериментальных исследованиях, последовательное удлинение при помощи внешнего фиксатора с последующим переходом на интрамедуллярную фиксацию недостаточно изучено в эксперименте с точки зрения перестройки distractionного регенерата. Тем не менее, имеющиеся клинические данные позволяют рассматривать эту методику как перспективную при компримированном distractionном остеогенезе [17].

Литература [References]

- Burke N.G., Cassar-Gheiti A.J., Tan J., McHugh G., O'Neil B.J., Noonan M., Moore D. Regenerate bone fracture rate following femoral lengthening in paediatric patients. *J Child Orthop.* 2017; 11(3):210-215. DOI: 10.1302/1863-2548.11.160216.
- Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;250(1):81-104.
- Alzaharani M.M., Anam E., AlQahtani S.M., Makhdom A.M., Hamdy R.C. Strategies of enhancing bone regenerate formation in distraction osteogenesis. *Connect Tissue Res.* 2017;59(1):1-11. DOI: 10.1080/03008207.2017.1288725.
- Ohashi S., Ohnishi I., Kageyama T., Fukuda S., Tsuchiya A., Imai K., Matsuyama J., Nakamura K. Effect of vascularity on canine distracted tibial callus consolidation. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(438):253-259.
- Дьячкова Г.В., Михайлов Е.С., Ерофеев С.А., Нижечик С.А., Корабельников М.А. Качественные и количественные показатели рентгенологической оценки distractionного регенерата. *Гений ортопедии.* 2003;(4):11-14. Diachkova G.V., Mikhailov E.S., Yerofeyev S.A., Nizhechick S.A., Korabelnikov M.A. [Qualitative and quantitative indices of roentgenological assessment of a distraction regenerate bone]. *Genii ortopedii.* 2003;(4):11-14.
- Tsuchiya H., Tomita K., Minematsu K., Mori Y., Asada N., Kitano S. Limb salvage using distraction osteogenesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79-B:403-411.
- Ли Ганг. Новые достижения и секреты, раскрытые при изучении distractionного остеогенеза. *Гений ортопедии.* 2007;(1):130-136. Li Gang. [New developments and insights learned from distraction osteogenesis]. *Genii ortopedii.* 2007;(1):130-136.
- Hamanishi C., Yoshii T., Totani Y., Tanaka S. Lengthened callus activated by axial shortening. Histological and cytomorphometrical analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(307):250-254.
- Schuelke J., Meyers N., Reitmaier S., Klose S., Ignatius A., Claes L. Intramembranous bone formation after callus distraction is augmented by increasing axial compressive strain. *PLoS One.* 2018;13(4):e0195466. DOI: 10.1371/journal.pone.0195466.
- Hamdy R.C., Rendon J.S., Tabrizian M. Distraction osteogenesis and its challenges in bone regeneration. In: *Bone Regeneration.* Haim Tal (ed.). InTech; 2012. p. 185-212.
- Omelyanenko, N. P., & Karpov, I. N. Patterns of cell-matrix interactions during formation the distraction bone regenerates. *Bull Exp Biol Med.* 2017;163(4):510-514. DOI: 10.1007/s10517-017-3840-9.

12. Rolim Filho E.L., Larrazabal M.C., Costa L.F. Jr, Santos S.M., Santos R.M., Aguiar J.L. Effect of autologous stem cells on regenerated bone during distraction osteogenesis by Ilizarov technique in the radius of dogs. Histomorphometric analysis. *Acta Cir Bras.* 2013;28(8):574-581.
13. Paley D, Herzenberg JE, Paremian G, Bhave A. Femoral lengthening over an intramedullary nail. A matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(10):1464-1480.
14. Sun X.T., Easwar T.R., Stephen M., Song S.H., Kim S.J., Song H.R. Comparative study of callus progression in limb lengthening with or without intramedullary nail with reference to the pixel value ratio and the Ru Li's classification. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131(10):1333-1340. DOI: 10.1007/s00402-011-1302-9.
15. Rozbruch S.R., Kleinman D., Fragomen A.T., Ilizarov S. Limb lengthening and then insertion of an intramedullary nail: a case-matched comparison. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(12):2923-2932. DOI: 10.1007/s11999-008-0509-8.
16. Xu W.G. Comparison of intramedullary nail versus conventional Ilizarov method for lower limb lengthening: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Surg.* 2017;9(2):159-166. DOI: 10.1111/os.12330.
17. Lai K.A., Lin C.J., Chen J.H. Application of locked intramedullary nails in the treatment of complications after distraction osteogenesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(8):1145-1149.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Щепкина Елена Андреевна — канд. мед. наук, старший научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; доцент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Elena A. Shchepkina — Cand. Sci. (Med.), senior researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; associate professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Илеосакральная фиксация винтами у пострадавших с политравмой

И.В. Кажанов^{1,2}, В.А. Мануковский^{1,2}, И.М. Самохвалов², С.И. Микитюк^{1,2},
Я.В. Гаврищук¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»,
Санкт-Петербург, Россия

² ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России,
Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Необходимость выполнения илеосакральной фиксации у пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями таза в остром периоде травмы до сих пор остается нерешенным вопросом. Минимально инвазивные методики остеосинтеза таза позволяют выполнять одномоментные исчерпывающие реконструктивно-восстановительные операции в острый период травмы. **Цель исследования** — оценить результаты минимально-инвазивной подвздошно-крестцовой фиксации в остром периоде травмы у пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями таза. **Материал и методы.** Изучены результаты илеосакральной фиксации винтами в остром периоде травмы у 105 пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями таза. Средний возраст пострадавших — 35,5±11,7 лет. Тяжесть повреждения по шкале ISS — 22,5±12,9 баллов. По классификации AO/ASIF диагностированы ротационно-нестабильные (тип В), 69 (65,7%), и вертикально-нестабильные (тип С), 36 (34,3%), повреждения тазового кольца. Всем пострадавшим выполняли подвздошно-крестцовую фиксацию винтами заднего отдела таза по минимально инвазивной методике. **Результаты.** Пострадавшим, отнесенным по тяжести состояния к классам «стабильные» ($n = 50$), а также «пограничные» ($n = 26$), при условии стабильной гемодинамики (сАД > 90 мм рт. ст.) выполнили фиксацию поврежденного тазового кольца непосредственно в противошоковой операционной. Пострадавшим, отнесенным к классам «нестабильные» ($n = 15$) и «пограничные» ($n = 14$) с неустойчивыми показателями гемодинамики (сАД < 90 мм рт. ст.), требующим выполнения больших неотложных оперативных вмешательств (лапаротомия, торакотомия и др.), осуществляли временную стабилизацию таза аппаратом внешней фиксации (АВФ) и/или рамой Ганца, а по мере стабилизации гемодинамических показателей выполняли илеосакральную фиксацию винтами в срок до 48 ч от момента получения травмы. Количественная оценка функционального состояния таза у 58 пострадавших по шкале S.A. Majeed составила 90,7±11,2 баллов. **Заключение.** Восстановление анатомической конфигурации поврежденного таза с последующей его фиксацией погружными металлоконструкциями, в первую очередь заднего отдела, в острый период травмы позволило получить хорошие анатомо-функциональные исходы лечения у 94,9% пострадавших с политравмой.

Ключевые слова: политравма, нестабильные повреждения таза, травматическая болезнь, фиксация подвздошно-крестцовыми винтами.

Кажанов И.В., Мануковский В.А., Самохвалов И.М., Микитюк С.И., Гаврищук Я.В. Илеосакральная фиксация винтами у пострадавших с политравмой. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):80-91. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-80-91.

Cite as: Kazhanov I.V., Manukovskiy V.A., Samokhvalov I.M., Mikityuk S.I., Gavrishchuk Ya.V. [Iliosacral Screw Fixation in Patients with Polytrauma]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1): 80-91. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-80-91.

✉ Кажанов Игорь Владимирович / Igor V. Kazhanov; e-mail: carta400@rambler.ru

Рукопись поступила/Received: 28.11.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 04.03.2019.

Iliosacral Screw Fixation in Patients with Polytrauma

I.V. Kazhanov^{1,2}, V.A. Manukovskiy^{1,2}, I.M. Samokhvalov², S.I. Mikityuk^{1,2}, Ya.V. Gavrishchyuk¹

¹ Dzhanelidze Saint-Petersburg Research Institute of Emergency Medicine, Saint-Petersburg, Russian Federation

² Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract

The need to perform iliosacral fixation in patients with polytrauma and unstable pelvic injuries in the acute period of injury is still an unresolved issue. Minimally invasive techniques of pelvis internal fixation allow to perform single step reconstructive surgery in the acute period of the trauma. **Purpose** — to evaluate the results of minimally invasive acute iliosacral fixation in patients with polytrauma and unstable pelvic injuries. **Materials and methods.** The authors analyzed treatment outcomes in 105 patients with polytrauma and unstable pelvic injuries after iliosacral screw fixation in acute period. 69 (65.7%) patients had B-type and 36 (34.3%) patients had C-type of unstable pelvic injuries by AO/ASIF classification. Mean age was 35.5±11.7 years. The severity of injury on the ISS scale was 22.5±12.9 points. All patients underwent minimally invasive iliosacral fixation with screws in the acute period of the trauma. **Results.** Patients classified according to the severity of their status as «stable» ($n = 50$) and «borderline» ($n = 26$) with stable hemodynamics (SAD >90 mm Hg) underwent minimally invasive iliosacral screw fixation of posterior pelvic ring straight in the anti-shock surgery. Injured classified as «unstable» ($n = 15$) and «borderline» ($n = 14$) with unstable hemodynamic parameters (SAD <90 mm Hg), who needed urgent large surgical procedures (laparotomy, thoracotomy et al.), underwent temporary pelvis stabilization by external fixation and/or C-frame, and as the hemodynamic parameters were stabilized iliosacral screw fixation within 48 hours from the moment of injury. The functional pelvis state in 58 patients by S.A. Majeed scale rated 90.7±11.2 points. The quality of life was assessed using the SF-36 questionnaire. **Conclusion.** Restoration of the anatomical shape of the pelvic ring and its fixation, primarily posterior aspects, in the acute period of trauma allowed to obtain good anatomical and functional treatment outcomes in 94.9% of the patients with polytrauma.

Keywords: polytrauma, unstable pelvic ring injuries, traumatic disease, iliosacral screws.

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

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

Введение

Частота неудовлетворительных результатов лечения пострадавших с тяжелой травмой таза даже в специализированных отделениях травмоцентров составляет до 20–58% клинических наблюдений [1–3]. Неудовлетворительные исходы лечения связаны с сохранением болевого синдрома, несращением или развитием стойкой посттравматической деформации тазового кольца, а также сопутствующим неврологическим дефицитом [4].

Реконструктивно-восстановительные операции при нестабильных повреждениях таза у пострадавших с политравмой чаще всего выполняются в период полной стабилизации жизненно важных функций организма. Восстановить анатомию тазового кольца в эти сроки после травмы уже достаточно проблематично, а открытая репозиция сопровождается значительной интраоперационной кровопотерей и травматизацией мягкотканного компонента с повышенным риском развития послеоперационных местных инфекционных осложнений [3, 5]. Минимально инвазивные методики остеосинтеза таза, к которым относится чрескожная подвздошно-крестцовая фиксация канюлированными винтами, позволяют выполнять одномоментные исчерпывающие реконструктивно-восстановительные операции в острый период травматической болезни [6, 7].

Цель исследования — оценить результаты минимально инвазивной подвздошно-крестцовой фиксации в остром периоде травмы у пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями таза.

Материал и методы

Изучены результаты применения илеосакральной фиксации винтами в остром периоде травматической болезни у 105 пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями таза в травмоцентре 1-го уровня за период с 2014 по 2017 г. Обстоятельства травмы: дорожно-транспортное происшествие — 57 (54,3%), падение с высоты — 41 (39,0%), сдавление — 7 (4,7%) наблюдений. Все пострадавшие были трудоспособного возраста, имели первичную госпитализацию в травмоцентр 1-го уровня, тяжесть черепно-мозговой травмы по шкале комы Глазго более 3 баллов. Мужчин было 57 (54,3%), женщин — 48 (45,7%).

Согласно классификации AO/ASIF диагностированы ротационно-нестабильные (тип В) — 69 (65,7%) и вертикально-нестабильные (тип С) — 36 (34,3%) повреждения таза. Структура нестабильных повреждений таза по классификации AO/ASIF (1996, 2007) была следующей: С1 — 27 (25,7%), С2 — 6 (5,7%), С3 — 3 (2,9%), В1 — 5 (4,8%), В2 — 57 (54,3%), В3 — 7 (6,6%).

Показаниями к оперативному лечению нестабильных повреждений таза были следующие варианты повреждения тазового кольца с учетом механизма травмы: повреждения по типу вертикального сдвига с краниальным смещением поврежденной стороны таза; повреждения по типу боковой компрессии с внутренней ротацией подвздошной кости более 10° либо разрывом заднего отдела крестцово-подвздошного комплекса; повреждения по типу передне-задней компрессии, сопровождающиеся диастазом в лонном сочленении более 2,5 см.

Противопоказаниями к илеосакральной фиксации винтами считали следующие морфологические варианты повреждений заднего отдела тазового кольца: Н- и U-образные переломы крестца с остаточным посттравматическим кифозом более 10° ; оскольчатые двусторонние переломы крестца по зонам боковых масс или крестцовых отверстий; дисморфизм крестца (отсутствие анатомического свободного пространства для установки винта в телах S_1 - и S_2 -позвонков, так называемой безопасной зоны, или «коридора»); многооскольчатые переломы и переломовывихи задних отделов подвздошной кости с вовлечением суставной поверхности крестцово-подвздошного сочленения (переломы типа «полумесяц»).

Илеосакральную фиксацию выполняли по минимально-инвазивной методике канюлированными винтами: с неполной резьбой диаметром 7,0 мм и длиной 16 и 32 мм (Остеосинтез, Россия), с полной и неполной резьбой диаметром 7,3 мм и длиной неполной резьбы 16 и 32 мм (Синт, Россия). Односторонний остеосинтез канюлированными винтами использовали при следующих морфологических вариантах повреждений заднего полукольца таза: разрывы крестцово-подвздошного сочленения (частичный разрыв передних связок — 4, полный — 2); переломовывихи крестцово-подвздошного сочленения (КПС) — 2; различные переломы крестца: передний компрессионный боковой массы — 43; трансфораминальный — 29; срединный — 6; в 11 наблюдениях был ипсилатеральный разрыв задних связок КПС. У 23 пострадавших с вертикально-нестабильным повреждением таза были продольные переломы крестца, которые дополнительно классифицировали в зависимости от взаимоотношения линии излома в верхних отделах крестцовой кости и суставной фасетки L_5/S_1 : тип 1 — 14; тип 2 — 7; тип 3 — 2 наблюдения [8]. Такое распределение позволяло выбрать более длинные канюлированные винты для погружного остеосинтеза перелома крестца либо определить вариант конфигурации пояснично-тазовой системы (односторонняя или двусторонняя) для дополнительной стабилизации, чтобы обеспечить биомеханическую прочность фикса-

ции области повреждения. Расположение и длину илеосакрального канюлированного винта определяли из расчета кратчайшего расстояния от линии действия силы при предполагаемой вертикальной нагрузке весом тела до оси вращения, проходящей через зону перелома крестца. Поэтому чем медиальнее был перелом крестца, тем с большей длиной выбирали илеосакральный винт. В свою очередь, двусторонний остеосинтез канюлированными винтами применяли при следующих морфологических вариантах повреждений заднего полукольца таза: Н-образный перелом крестца — 4; сочетание одного из вариантов переломов крестца с разрывом КПС на противоположной стороне — 4; переломовывихи КПС и повреждение КПС на противоположной стороне — 2; билатеральные переломы крестца — 3; комбинация перелома крестца с контралатеральным переломовывихом в КПС — 3, полный разрыв КПС с контралатеральным переломовывихом в КПС — 1; билатеральный разрыв КПС — 2 наблюдения.

Исходя из нашей практики, при частичном разрыве КПС устанавливали один компрессионный илеосакральный винт, а при полном — два таких винта с частичной нарезкой. Точку входа для направляющей спицы выбирали так, чтобы винт, установленный по ней, проходил перпендикулярно к суставной поверхности КПС и создавал достаточную компрессию с устранением диастаза в нем. Винт при этом проводили в трех кортикальных пластинках крыла подвздошной кости и ушковидной поверхности крестца, чем достигали стабильности фиксации. При фиксации КПС илеосакральными винтами использовали шайбы для предупреждения прорезывания головок винтов и создания достаточной компрессии. При переломах крестца точку входа для направляющей спицы размещали более впереди на наружной поверхности крыла подвздошной кости. При этом илеосакральный винт при окончательной установке располагали перпендикулярно к плоскости перелома. При боковом механизме повреждения тазового кольца (тип В2) выполняли непрямую репозицию с устранением внутренней ротации поврежденной половины таза, далее осуществляли наружную или внутреннюю фиксацию его переднего отдела, а перелом крестца или переломовывихи КПС фиксировали одним илеосакральным винтом. Передней отдел тазового кольца стабилизировали первично для того, чтобы при введении илеосакрального винта он не повторял механизм травмы и не вызывал избыточную внутреннюю ротацию поврежденной половины таза. При вертикально-нестабильных повреждениях устанавливали 2 илеосакральных винта. Учитывая то, что иногда было трудно разместить 2 винта в теле S_1 позвонка, второй винт размещали в теле

S₂ позвонка. При продольных переломах крестца с вовлечением крестцовых отверстий или крестцового канала применяли илеосакральные винты с полной нарезкой.

При поступлении в травмоцентр пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями таза оценивали тяжесть повреждения по шкалам ISS и ВПХ-П (МТ). С целью детальной оценки тяжести состояния пострадавших использовали упрощенную схему-таблицу Н.С. Раре с соавторами [9]. Согласно схеме, пострадавших распределяли на 4 клинических класса: стабильные, пограничные, нестабильные и критические. Пострадавших, отнесенных к классу «критические», в исследуемую группу не включали. Для лечения таких пострадавших применяли тактику многоэтапного хирургического лечения, или Damage Control. Возможность выполнения погружного остеосинтеза поврежденных задних структур таза в первые 48 ч после травмы у пострадавших этого класса, в силу их крайне тяжелого состояния, была сомнительна из-за сохранения высокой вероятности неблагоприятного исхода. Если эти пострадавшие выживали, то реконструктивно-восстановительные операции на поврежденном тазовом кольце им выполняли после купирования осложнений травматической болезни в период полной стабилизации жизненно важных функций организма. Распределение пострадавших по клиническим классам было следующим: стабильные — 50 (47,6%), пограничные — 40 (38,1%), нестабиль-

ные — 15 (14,3%) человек. Средние количественные показатели тяжести повреждения и состояния по различным шкалам в изучаемых классах представлены в таблице 1.

В зависимости от клинического класса, в который попадал пострадавший, строился дальнейший объем и последовательность оперативных пособий на тазе и других областях тела. Основные характеристики изучаемых классов пострадавших по виду нестабильного повреждения таза представлены в таблице 2.

Множественную травму таза, при которой в пределах тазовой области имелось несколько повреждений, наблюдали у пострадавших двух клинических классов: пограничные и нестабильные. Из них повреждения органов малого таза: разрыв мочевого пузыря — в 4 (внебрюшинный — 3, внутрибрюшинный — 1) случаях; отрыв мембранозной части уретры — в 3, внебрюшинное повреждение прямой кишки — в одном наблюдении. Обширное мягкотканное повреждение области таза имелось у 2 пострадавших.

При поступлении в протившоковую операционную пострадавших с политравмой и клиническими признаками нестабильности тазового кольца производили его временную фиксацию тазовым поясом (Медплант, Россия или T-POD, США), если данный способ транспортной иммобилизации не использовался на догоспитальном этапе. Риском развития травмы органов и нервно-сосудистых структур малого таза при наложении тазового по-

Таблица 1

Структура и характеристика изучаемых классов пациентов, М±m

Параметр	Класс стабильные (n ₁ = 50)	Класс пограничные (n ₂ = 40)	Класс нестабильные (n ₃ = 15)
Возраст, лет	36,4±12,5	34,8±10,5	34,6±12,4
Тяжесть повреждения по шкале ISS, балл	16,8±5,9	27,4±7,9*	31,8±9,9**#
Тяжесть повреждения по шкале ВПХ-П (МТ), балл	5,3±3,0	9,9±5,4*	15,6±11,2**#

p<0,05 между классами; * — стабильные и пограничные; ** — p<0,05 стабильные и нестабильные; # — p<0,05 пограничные и нестабильные.

Таблица 2

Структура нестабильных повреждений таза (n = 105)

Класс	Ротационно-нестабильные повреждения таза				Вертикально-нестабильные повреждения таза			
	B1	B2	B3	Всего	C1	C2	C3	Всего
Стабильные (n ₁ = 50)	2	35	4	41 (39,0%)	9	–	–	9 (8,6%)
Пограничные (n ₂ = 40)	3	18	2	23 (21,0%)	14	2	1	17 (16,1%)
Нестабильные (n ₃ = 15)	–	4	1	5 (4,8%)	4	4	2	10 (9,6%)

яса пренебрегали осознанно, добиваясь эффекта «биологической» тампонады у гемодинамически нестабильных пострадавших. По результатам проведенных лучевых методов исследований таза оценивали характер и механизм костно-травматических повреждений тазового кольца.

Окончательную стабилизацию поврежденного заднего отдела тазового кольца у пострадавших осуществляли после всего комплекса лечебно-диагностических мероприятий в остром периоде травмы.

При стабильном состоянии пострадавших (класс стабильные) выполняли фиксацию нестабильного тазового кольца наиболее оптимальным способом погружного остеосинтеза, используя в том числе открытые доступы. Пострадавшим, отнесенным к классу «пограничные», при условии стабильной гемодинамики (сАД >90 мм рт. ст.), илеосакральную фиксацию осуществляли при поступлении либо после устранения жизнеугрожающих последствий повреждений других областей тела (все виды кровотечений, открытый и напряженный пневмоторакс, сдавление головного мозга и т.д.).

Пострадавшим, отнесенным к классам «нестабильные» и «пограничные» с неустойчивыми показателями гемодинамики (сАД <90 мм рт. ст.), требующим выполнения больших неотложных оперативных вмешательств (лапаротомия, торакотомия и др.), осуществляли временную стабилизацию таза аппаратом внешней фиксации (АВФ) и/или рамой Ганца. Для диагностики продолжающегося внутритазового кровотечения использовали КТ с внутривенным контрастным усилением и/или диагностическую тазовую ангиографию. Применяли различные способы хирургического гемостаза: тампонаду таза, селективную или неселективную эмболизацию поврежденных сосудов полости таза. Этим пострадавшим по мере стабилизации гемодинамических показателей выполняли остеосинтез заднего отдела тазового кольца подвздошно-крестцовыми винтами в срок до 48 ч от момента получения травмы. Дополнительными критериями возможности проведения оперативных вмешательств в этот срок были: величина систолического АД — не менее 100 мм рт. ст.; респираторный индекс Ногowitz — не менее 200; показатель гемоглобина периферической крови — не менее 90 г/л; гематокрит — не менее 30%; количество тромбоцитов периферической крови — не менее $80 \times 10^9/\text{л}$; значение МНО — не более 1,5, АЧТВ — не более 45 сек; концентрация фибриногена крови — не менее 1,5 г/л; дефицит оснований крови — ± 5 ммоль/л; уровень лактата крови — не более 4 ммоль/л; почасовой диурез — не менее 0,5 мл/кг.

Эффективность гемостаза после подвздошно-крестцовой фиксации у пострадавших в остром

периоде травматической болезни определяли по изменению значений уровня гемоглобина, pH артериальной крови, дефицита буферных оснований в трех временных интервалах: при поступлении (первые 1–2 ч), на 1–2-е сутки и 5–7-е сутки, а также оценивали объем и продолжительность проведенной заместительной гемотрансфузионной терапии. Следует отметить, что первые два временных промежутка приходились на острый период травматической болезни.

Оперативные вмешательства выполняли под рентгенологическим контролем с помощью С-дуги ОЕС 9900 Elit (General Electric, США). Оценка отдаленных результатов лечения проведена в срок от 6 мес. до 2 лет. Данные по результатам лечения получены путем заполнения пострадавшими специально разработанного опросника. Функциональные результаты лечения оценивали по шкале S.A. Majeed (1989) [10]. Оценку качества жизни пострадавших с нестабильными повреждениями таза проводили при помощи специализированной модифицированной шкалы SF-36 [11].

Статистический анализ

Базу данных пострадавших создавали в программе Microsoft Office Excel 2010. Статистический анализ данных проводили с использованием пакета прикладных программ BioStat 2009 (Analyst Soft Inc., США).

Результаты

Минимально инвазивная фиксация задних структур тазового кольца подвздошно-крестцовыми винтами была выполнена в противошоковой операционной в ближайшие часы после травмы у 95 (90,5%) пострадавших с политравмой, из них с ротационно-нестабильными повреждениями таза — 64 (60,9%) и вертикально-нестабильными — 31 (29,5%) наблюдений. Остальным 10 (9,5%) пострадавшим оперативное пособие проводилось в первые 48 ч после травмы, из них с вертикально-нестабильными — 5, с ротационно-нестабильными повреждениями тазового кольца — также 5 наблюдений (табл. 3).

Пострадавшим, отнесенным по тяжести состояния к классам «стабильные» ($n = 50$) и «пограничные» ($n = 26$), при условии стабильной гемодинамики, выполнили остеосинтез поврежденного тазового кольца непосредственно в противошоковой операционной. Для фиксации повреждений переднего отдела тазового кольца применяли канюлированные винты, установленные в переднюю колонну вертлужной впадины ($n = 67$), переднюю мостовидную транспедикулярную систему ($n = 3$) и пластину на лонное сочленение ($n = 4$), реконструктивные пластины при сложных переломах вертлужной впадины ($n = 2$). Для дополнительной

стабилизации заднего отдела таза 11 пострадавшим применили пояснично-тазовую транспедикулярную фиксацию (ПТФ), из них одностороннюю — в 7, двустороннюю — в 4 случаях.

Пострадавшим, отнесенным по тяжести состояния к классам «нестабильные» ($n = 15$) и «пограничные» ($n = 14$) с неустойчивыми показателями гемодинамики, производили временную фиксацию переднего отдела таза АВФ, из них 5 пациентам с вертикально-нестабильным повреждением таза задние структуры были стабилизированы рамой Ганца. Четырём пострадавшим выполнили мероприятия по окончательной остановке внутритазового кровотечения в виде внебрюшинной тампонады таза ($n = 2$) и диагностической тазовой ангиографии с эмболизацией ($n = 2$). Фиксация заднего отдела тазового кольца подвздошно-крестцовыми винтами большей части пострадавших ($n = 19$) выполнена непосредственно в противошоковой операционной после устранения всех жизнеугрожающих последствий повреждений и нормализации гемодинамических показателей. Остальные пострадавшие ($n = 10$) оперированы в первые 48 ч после травмы (период относительной стабилизации жизненно важных функций организма), из них 5 — после демонтажа рамы Ганца. Окончательную фиксацию повреждений переднего отдела тазового кольца проводили после демонтажа АВФ в период полной стабилизации жизненно важных функций организма (в среднем спустя 14 суток после травмы). Применяли канюлированные винты, установленные в горизонтальную ветвь лонной кости ($n = 16$), переднюю мостовидную транспедикулярную систему ($n = 3$) и пластину на лонное сочленение ($n = 3$). Кроме того, 7 пострадавшим

проведена дополнительная стабилизация заднего отдела таза ПТФ, из них односторонняя — в 4, двусторонняя — в 3 наблюдениях. Комбинированный остеосинтез, при котором передний отдел тазового кольца стабилизировали АВФ, а задний подвздошно-крестцовыми винтами, использовали в 7 наблюдениях.

Необходимо отметить, что использование методики минимально-инвазивной илеосакральной фиксации винтами позволило выполнить окончательную стабилизацию заднего отдела тазового кольца в острый период травмы 10 пострадавшим со множественной травмой таза. Этим пострадавшим первично проводили внеочаговую стабилизацию переднего отдела таза и операции на поврежденных органах малого таза, из них ушивание внутри- или внебрюшинного разрывов мочевого пузыря — в 4 случаях; восстановление поврежденного заднего отдела уретры на мочевом катетере по методике Альбаррана-Вишневого — в 3; операция типа Гартмана при внебрюшинном повреждении прямой кишки — в одном наблюдении. Вторым этапом проводили погружной остеосинтез заднего отдела таза подвздошно-крестцовыми канюлированными винтами. Двум пострадавшим с обширным мягкотканым повреждением области таза осуществили остановку наружного кровотечения, стабилизировали винтами заднее полукольцо таза, завершили операцию хирургической обработкой ран мягких тканей.

Изменения средних значений лабораторных показателей и проведенных гемотрансфузий, отражающих гемостаз после подвздошно-крестцовой фиксации в остром периоде травмы представлены в таблице 4.

Таблица 3

Количество выполненных операций илеосакральной фиксации с учетом тяжести состояния и типа повреждения тазового кольца ($n = 105$)

Клинический класс и вид нестабильного повреждения таза		Период травматической болезни	
		Острое нарушение жизненно важных функций организма (первые 6–12 ч)	Относительная стабилизация жизненно важных функций организма (первые 48 ч)
Стабильные ($n_1 = 50$)	Тип В	41 (39,0%)	–
	Тип С	9 (8,6%)	–
Пограничные ($n_2 = 26$) при САД >90 мм рт. ст.)	Тип В	13 (12,4%)	–
	Тип С	13 (12,4%)	–
Пограничные ($n_3 = 14$) при САД <90 мм рт. ст.)	Тип В	7 (6,7%)	3 (2,9%)
	Тип С	4 (3,8%)	–
Нестабильные ($n_4 = 15$)	Тип В	5 (4,7%)	5 (4,7%)
	Тип С	3 (2,9%)	2 (1,9%)

Таблица 4

Динамика изменений лабораторных показателей крови (n = 105), M±m

Лабораторные показатели крови	Период I (первые 1–2 ч)	Период II (1–2-е сутки)	Период III (5–7-е сутки)
Гемоглобин крови, г/л	107,7±19,7	110,2±18,1*	127,8±19,6**#
pH артериальной крови	7,3±0,1	7,35±0,06*	7,38±0,04**#
Дефицит BE (буферных оснований), ммоль/л	-6,0±3,18	-3,43±2,78*	-2,9±2,38**
Гемотрансфузия, ед.	3,1±1,0	2,6±0,6*	0,5±0,1**#

* – p<0,05 между периодами I и II; ** – p<0,05 между периодами I и III; # – p<0,05 между периодами II и III.

Выявлены статистически значимые различия значений pH артериальной крови, дефицита буферных оснований и уровня гемоглобина до и после илеосакральной фиксации. Оцениваемые показатели указывали на улучшение их значений в динамике. Заместительная гемотрансфузионная терапия проведена 51 (48,6%) пострадавшему, при этом ее средний объем составил 1,5 ± 0,9 ед. Острая кровопотеря была восполнена в течение первых суток после травмы у 33, двух суток – у 23, трех суток – у 5 пострадавших. Пострадавшие, которым проводили гемотрансфузии в течение нескольких суток, имели другие (нетазовые) источники кровопотери, чаще всего вследствие повреждений органов живота или нижних конечностей. Об эф-

фективности гемостаза после применения подвздошно-крестцовой фиксации также свидетельствует отсутствие летальности в острый период травматической болезни и невысокая частота развития осложнений.

Ближайшие результаты лечения пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями тазового кольца представлены в таблице 5.

В течение первых двух недель после травмы от инфекционных и неинфекционных осложнений скончались 5 (4,8%) пострадавших. Осложнения развились у 39 (37,1%) пострадавших, в основном относящихся к классам по тяжести состояния пограничные и нестабильные. Висцеральные инфекционные осложнения имели место у 19 (18,1%)

Таблица 5

Ближайшие результаты лечения пострадавших с политравмой и нестабильными повреждениями тазового кольца, M±m

Параметры	Стабильные (n ₁ = 50)	Пограничные (n ₂ = 40)	Нестабильные (n ₃ = 15)
Причины летальности:			
– висцеральные инфекционные осложнения	–	–	1 (6,7%)
– генерализованные инфекционные осложнения	–	1 (2,5%)	2 (13,3%)#
– неинфекционные осложнения	–	1 (2,5%)	–
Общая частота развития осложнений:	5 (10,0%)	19 (47,5%)*	15 (100,0%)**#
– висцеральные инфекционные осложнения	2 (4,0%)	9 (22,5%)*	8 (53,3%)**#
– генерализованные инфекционные осложнения	–	2 (5,0%)	5 (33,3%)**#
– неинфекционные осложнения	1 (2,0%)	6 (15,0%)*	2 (13,3%)**
– местные инфекционные осложнения	–	3 (7,5%)	1 (6,7%)
Срок стационарного лечения, сутки	21,5±15,4	30,8±18,7*	41,0±21,7**#

p<0,05 между классами; * – стабильные и пограничные; ** – p<0,05 стабильные и нестабильные; # – p<0,05 пограничные и нестабильные.

пострадавших, из них пневмонии — в 12 (11,4%) наблюдениях. Генерализованные инфекционные осложнения в виде сепсиса имели место у 7 (6,6%) пострадавших. Местные воспалительные изменения в области послеоперационной раны переднего отдела таза развились у 4 (3,8%) пострадавших, что потребовало удаления металлоконструкций. Неинфекционные осложнения были у 9 (8,6%) пострадавших, из них тромбоз бедренной артерии, динамическая кишечная непроходимость, токсическая энцефалопатия и желудочно-кишечное кровотечение — по одному наблюдению, тромбоз глубоких вен нижних конечностей и жировую эмболию наблюдали у 3 (2,9%) и 2 (1,9%) пострадавших соответственно.

Технические ошибки погружного остеосинтеза были связаны с мальпозицией подвздошно-крестцового винта в крестцовый канал при установке на уровне S₂ позвонка в 2 наблюдениях, сопровождающейся развитием болевого синдрома или частичным нарушением функции тазовых органов; миграцией винта в задних структурах таза в 2 наблюдениях вследствие неправильно выполненной репозиции и нестабильной фиксации. Неврологический дефицит был связан непосредственно с повреждением заднего отдела тазового кольца вследствие полученной травмы у 7 (6,7%) пострадавших.

Оценка отдаленных результатов лечения проведена у 58 пострадавших, из них с ротационно-нестабильными повреждениями тазового кольца — 46 (79,3%) и вертикально-нестабильными — 12 (20,7%) наблюдений. Количественная оценка функционального состояния таза по шкале S.A. Majeed [10] составила 90,7±11,2 (min — 45, max — 100) баллов. Отличные и хорошие анато-

мо-функциональные результаты получены у 55 (94,9%), удовлетворительные — у 2 (3,4%), неудовлетворительные у одного (1,7%) пострадавшего. Неудовлетворительный результат лечения был связан с развитием вторичного смещения в задних структурах таза вследствие нестабильной фиксации и несращения перелома крестца, а также неврологическим дефицитом в виде частичного нарушения функции тазовых органов из-за вовлечения в повреждение заднего отдела тазового кольца.

После обработки данных опросника SF-36 [11] получены средние показатели качества жизни, которые свидетельствуют о хорошем уровне как психического, так и физического компонентов здоровья пострадавших. Данные представлены в таблице 6.

Обсуждение

В настоящее время имеются различные способы стабилизации поврежденных задних структур тазового кольца, которые предполагают травматичное вмешательство через обширный хирургический доступ и предрасполагают к значительно большей вероятности осложнений в послеоперационном периоде, что недопустимо для пострадавшего с тяжелой политравмой, особенно в остром периоде травматической болезни.

В литературе все чаще встречаются работы, посвященные применению минимально-инвазивных способов стабилизации поврежденного заднего отдела таза [4] или подвздошно-крестцовых винтов [12].

Необходимость ранней фиксации поврежденных задних структур таза подвздошно-крестцовыми винтами в порядке оказания неотложной

Таблица 6

Показатели качества жизни по шкале SF-36 (n = 58), M±m

Основные параметры качества жизни	Средний балл
Физическое функционирование, PF	83,1±19,3
Ролевое функционирование, RP	68,9±38,2
Интенсивность боли, BP	75,8±22,6
Общее состояние здоровья, GH	77,4±18,6
Жизнеспособность, VT	72,9±15,9
Социальное функционирование, SF	45,9±8,6
Эмоционально-ролевое функционирование, RE	82,5±33,3
Психическое здоровье, MH	78,6±16,3
PH (общий физический компонент здоровья)	48,9±8,9
MH (общий психический компонент здоровья)	48,5±8,3

помощи, даже у пострадавшего, находящегося в состоянии шока, была предложена еще М. Rouit с соавторами в 1997 г. [7]. Чрескожная методика фиксации канюлированными винтами поврежденных задних структур таза более благоприятна и эффективна в острый период травмы, но требует наличия в дежурной службе обученного персонала и определенных затрат времени [13].

Выделяют основные преимущества минимально инвазивного остеосинтеза поврежденных задних структур таза канюлированными винтами: минимальная интраоперационная кровопотеря и незначительное количество осложнений, меньшая травматизация мягкотканного компонента, небольшая длительность оперативного вмешательства [7]; достижение анатомической репозиции — более чем в 50% наблюдений [14]; небольшая частота инфекционных и неврологических осложнений — до 2% [7], быстрое заживление операционных ран [15]. Также следует отметить, что всем пострадавшим подвздошно-крестцовые винты устанавливались в положении пациента на спине, а это имело важное значение в тех случаях, когда имелась сочетанная травма таза и была необходимость выполнять одновременно оперативные пособия на других областях тела.

По результатам анализа применения методики остеосинтеза подвздошно-крестцовыми винтами в острый период травмы были определены недостатки: необходимость использования рентгенологического оборудования с высокой разрешающей способностью; повышенная лучевая нагрузка на пострадавшего и операционную бригаду; высокий уровень ошибок при введении винтов в задние структуры таза, так как безопасная зона («коридор») для проведения илеосакральных винтов в теле S_1 позвонка крайне ограничена и составляет $1,5 \times 1,5$ см, а в теле S_2 позвонка еще меньше) [6]. Рядом с траекторией, по которой проводится подвздошно-крестцовый винт, спереди располагаются крупные магистральные подвздошные сосуды. Кроме того, над и под зоной проходят нервные корешки L_5 - и S_1 -сегментов, а с дорзальной стороны, в непосредственной близости, находится спинномозговой канал. Поэтому эта методика у тучных людей сопряжена с определенной долей риска ятрогенных повреждений из-за низкой видимости задних структур таза [7, 16].

Биомеханическая прочность фиксации винтами считается достаточной [7, 17]. Использование одного подвздошно-крестцового винта не устраняет полностью ротационной подвижности. Сам винт становится осью вращения, что приводит к нестабильной фиксации. По результатам биомеханических исследований доказано, что использование двух подвздошно-крестцовых винтов, установленных в тело S_1 или тела S_1 и S_2 позвон-

ков, обеспечивает двухплоскостную стабильность в зоне повреждения и противодействует силам вращения [18]. Однако эта двухвинтовая конструкция в некоторых ситуациях клинически ненадежна, особенно при фиксации трансфораминального перелома крестца с вертикально-нестабильным повреждением тазового кольца, так как линия перелома имеет продольную ориентацию, и в ней существует остаточный зазор на месте разрушения [19].

Применение подвздошно-крестцовых винтов для фиксации вертикально-нестабильных переломов тазового кольца имеет некоторые анатомические ограничения. Так, при переломах крестца по типу Denis II–III создание компрессии в зоне перелома противопоказано в связи с риском сдавления нервных корешков.

Вопрос об использовании илеосакральных канюлированных винтов с частичной или полной нарезкой остается спорным. С одной стороны, применение компрессионного винта противоречит концепции остеосинтеза при оскольчатом типе перелома или трансфораминальной линии излома, так как считается, что избыточное сжатие, создаваемое при его затягивании, может привести к сдавлению нервных корешков в разрушенных передних крестцовых отверстиях и ятрогенным неврологическим осложнениям. С другой стороны, оперирующий хирург сам дозирует степень создаваемой межотломковой компрессии для исключения избыточного сдавления. Соотношение размеров нервных корешков к соответствующим им диаметрам S_1 и S_2 передних крестцовых отверстий составляет $1/4$. Даже если в послеоперационном периоде на КТ-контроле таза присутствует какое-то уменьшение их объема после установки винта, или сам винт попал в зону крестцового отверстия (мальпозиция винта) при отсутствии корешковой неврологической симптоматики и болевого синдрома, то винт повторно не ревизуется. Такие винты обычно удаляются после наступления консолидации перелома крестца. При наличии неврологической симптоматики из-за избыточной компрессии нервного корешка илеосакральный винт переустанавливается и меняется на статический вариант.

Отдаленные результаты лечения повреждений задних структур таза прямо связаны с качеством репозиции и величиной остаточного смещения в заднем отделе тазового кольца, опосредованным отсутствием разницы в длине нижних конечностей или значимой остаточной наружной или внутренней ротации поврежденной половины тазового полукольца. Таким образом, репозиция таких нестабильных повреждений задних структур таза является ключевым элементом [3]. Однако не всегда удается достигнуть качественной репозиции закрытым способом, что ограничивает показания к репозиции и чрескожной технике

фиксации [20]. Неполюценная репозиция перелома крестца уменьшает «безопасное окно» для размещения подвздошно-крестцовых винтов. Так, при переломах крестца во второй зоне с формированием вертикального смещения больше 5 мм существенно уменьшается свободное пространство для размещения подвздошно-крестцового винта [21].

При множественной травме таза с повреждением органов малого таза или сопутствующими обширными мягкотканными повреждениями области таза в острый период травмы рекомендуется только внеочаговая стабилизация нестабильного тазового кольца. Несмотря на вышеприведенные рекомендации, мы выполнили у 10 пострадавших с множественной травмой таза окончательную стабилизацию заднего отдела тазового кольца илеосакральными винтами в остром периоде травмы. При этом каких-либо инфекционных осложнений в области доступов в наших наблюдениях не было.

До сих пор остается спорным вопрос о сроках проведения фиксации задних структур таза. Вопрос о необходимости использования инвазивных или минимально-инвазивных способов остеосинтеза поврежденных задних структур таза в остром периоде травмы до сих пор остается нерешенным. Так, при операциях в сроки до 5 дней устранить вертикальное смещение таза удается в 80%, а при более поздних операциях — только в 55% случаев [14]. J. Matta и P. Tornetta полагают, что открытая репозиция и внутренняя фиксация должны быть выполнены не позднее 21-го дня после травмы. По их мнению, аргументом является то, что именно к этому моменту потенциальная вероятность достижения наилучших результатов вмешательства достигает максимума (70% против 55%, однако без статистической значимости) [23]. При применении «раннего» хирургического лечения наблюдаются лучшие исходы у пострадавших с повреждениями тазового кольца по типу C [22]. Так, G.S. Connor с соавторами рекомендуют раннюю завершающую механическую стабилизацию таза, то есть в течение первой недели после травмы [24]. На их взгляд, такой подход сокращает период пребывания пострадавшего в травмоцентре и, следовательно, снижает затраты на его обслуживание, а также сокращает уровень легочных осложнений. В соответствии с данными P.M. Rommens и M.H. Hessmann операции второго этапа по поводу травмы таза должны быть выполнены в период между 5-ми и 9-ми сутками после травмы, а не в течение первых 24 ч [22]. Однако более поздние исследования показывают, что среди пострадавших с политравмой, перенесших операции в остром периоде травмы, выше риск вторичного повреждения органов в результате продолжительной операции (более 6 ч), а это в значительной

мере повышает уровень летальности и частоту полиорганной недостаточности. Кроме того, рекомендуется избегать обширных операций на 2–4-й дни после травмы [9].

В нашей выборке большое значение для успеха операции имели сроки, прошедшие с момента травмы, поэтому всем пострадавшим выполнялась непрямая репозиция и окончательная стабилизация поврежденного заднего отдела таза подвздошно-крестцовыми винтами в острый период травмы. Очевидно, что к выполнению окончательного остеосинтеза на ранней стадии следует подходить с особой осторожностью, учитывая значительный риск, с которым будет связано это оперативное вмешательство. Выбор сроков выполнения операций второго порядка должен быть основан на отдельных клинических показателях пострадавшего, отражающих тяжесть его состояния. Для этого в нашем травмоцентре приняты критерии возможности проведения ранних реконструктивно-стабилизирующих оперативных вмешательств на тазовом кольце (операции второго порядка) при тяжелой сочетанной травме в период относительной стабилизации жизненно важных функций организма в сроки до 48 ч, позволяющие оценить способность пострадавшего перенести то или иное вмешательство.

Выводы

Восстановление анатомической конфигурации поврежденного тазового кольца с последующей его фиксацией погружными металлоконструкциями, в первую очередь заднего отдела, в острый период травмы позволяет получить хорошие анатомо-функциональные исходы лечения. Подвздошно-крестцовые винты с разными фиксационными свойствами (статические и компрессирующие) применяют с учетом морфологии повреждения задних структур тазового кольца. Илеосакральная фиксация винтами в остром периоде травмы позволяет создать адекватную стабилизацию заднего полукольца таза, тем самым уменьшается внутренняя кровопотеря и достигается противошоковый эффект. Использование илеосакральной фиксации винтами ограничено нестабильной гемодинамикой у пострадавших с политравмой и необходимостью выполнения неотложных оперативных пособий на других областях тела в соответствии с принципами Damage Control Surgery, а также крайне тяжелым или критическим состоянием, либо наличием такой морфологии повреждения таза, которая не позволяет выполнить его стабилизацию с помощью данной методики. Минимально-инвазивный остеосинтез подвздошно-крестцовыми винтами возможно применять у пострадавших со множественной травмой таза в остром периоде травмы.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Lindahl J., Hirvensalo E., Böstman O., Santavirta S. Failure of reduction with an external fixator in the management of injuries of the pelvic ring. Long-term evaluation of 110 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(6):955-962.
- Papakostidis C., Kanakaris N.K., Kontakis G., Giannoudis P.V. Pelvic ring disruptions: treatment modalities and analysis of outcomes. *Int Orthop.* 2009;33(2):329-338. DOI: 10.1007/s00264-008-0555-6.
- Cole J.D., Blum D.A., Ansel L.J. Outcome after fixation of unstable posterior pelvic ring injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(329):160-179.
- Mehling I., Hessmann M.H., Rommens P.M. Stabilization of fatigue fractures of the dorsal pelvis with a transsacral bar. Operative technique and outcome. *Injury.* 2012;43(4):446-451. DOI: 10.1016/j.injury.2011.08.005.
- Leighton R.K., Waddell J.P., Bray T.J., Chapman M.W., Simpson L., Martin R.B., Sharkey N.A. Biomechanical testing of new and old fixation devices for vertical shear fractures of the pelvis. *J Orthop Trauma.* 1991;5(3):313-317.
- Рунков А.В., Близнец Д.Г., Богаткин А.А. Малоинвазивная фиксация поврежденных задних отделов таза. *Гений ортопедии.* 2013;(2):10-15. Runkov A.V., Bliznets D.G., Bogatkin A.A. [Little-invasive fixation of posterior pelvic injuries]. *Genij ortopedii.* 2013;(2):10-15. (In Russ.).
- Routt M.L. Jr., Simonian P.T., Mills W.J. Iliosacral screw fixation: early complications of the percutaneous technique. *J Orthop Trauma.* 1997;11(8):584-589.
- Isler B. Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma.* 1990;4(1):1-6.
- Pape H.C., Giannoudis P.V., Krettek C., Trentz O. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making. *J Orthop Trauma.* 2005;19(8):551-562.
- Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71(2):304-306.
- Ware J.E. Jr., Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care.* 1992;30(6):473-483.
- Iorio J.A., Jakoi A.M., Rehman S. Percutaneous Sacroiliac Screw Fixation of the Posterior Pelvic Ring. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(4):511-521. DOI: 10.1016/j.ocl.2015.06.005.
- Giannoudis P.V., Pohlemann T., Bircher M. Pelvic and acetabular surgery within Europe: the need for the co-ordination of treatment concepts. *Injury.* 2007;38(4):410-415.
- Tayot O., Meusnier T., Fessy M.H., Beguin L., Carret J.P., Bejui J. [Unstable pelvic ring fracture: osteosynthesis of the posterior lesion by percutaneous sacroiliac fixation]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2001;87(4):320-330. (in French).
- Shuler T.E., Boone D.C., Gruen G.S., Peitzman A.B. Percutaneous iliosacral screw fixation: early treatment for unstable posterior pelvic ring disruptions. *J Trauma.* 1995;38(3):453-458.
- Kang S., Chung P.H., Kim J.P., Kim Y.S., Lee H.M., Eum G.S. Superior gluteal artery injury during percutaneous iliosacral screw fixation: a case report. *Hip Pelvis.* 2015;27(1):57-62. DOI: 10.5371/hp.2015.27.1.57.
- Comstock C.P., van der Meulen M.C., Goodman S.B. Biomechanical comparison of posterior internal fixation techniques for unstable pelvic fractures. *J Orthop Trauma.* 1996;10(8):517-522.
- Moed B.R., Geer B.L. S2 iliosacral screw fixation for disruptions of the posterior pelvic ring: a report of 49 cases. *J Orthop Trauma.* 2006;20(6):378-383.
- Griffin D.R., Starr A.J., Reinert C.M., Jones A.L., Whitlock S. Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: does posterior injury pattern predict fixation failure? *J Orthop Trauma.* 2006;20(1 Suppl):S30-36; discussion S36.
- Templeman D., Schmidt A., Freese J., Weisman I. Proximity of iliosacral screws to neurovascular structures after internal fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(329):194-198.
- Reilly M.C., Bono C.M., Litkouhi B., Sirkin M., Behrens F.F. The effect of sacral fracture malreduction on the safe placement of iliosacral screws. *J Orthop Trauma.* 2006;20(1 Suppl):S37-43.
- Rommens P.M., Hessmann M.H. Staged reconstruction of pelvic ring disruption: differences in morbidity, mortality, radiologic results, and functional outcomes between B1, B2/B3, and C-type lesions. *J Orthop Trauma.* 2002;16(2):92-98.
- Matta J.M., Tornetta P. 3rd. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(329):129-140.
- Connor G.S., McGwin G. Jr., MacLennan P.A., Alonso J.E., Rue L.W. 3rd. Early versus delayed fixation of pelvic ring fractures. *Am Surg.* 2003;69(12):1019-1023; discussion 1023-1024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кажанов Игорь Владимирович — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела сочетанной травмы ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»; начальник отделения клиники военно-полевой хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Мануковский Вадим Анатольевич — д-р мед. наук профессор, заместитель директора по клинической работе, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»; профессор кафедры военно-полевой хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Igor V. Kazhanov — Cand. Sci (Med.), leading researcher, Department of Combined Trauma, Dzhanelidze Saint-Petersburg Research Institute of Emergency Medicine; head of Department, Military Field Surgery Clinic, Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation

Vadim A. Manukovsky — Dr. Sci (Med.), professor, deputy director for clinical work, Dzhanelidze Saint-Petersburg Research Institute of Emergency Medicine, Saint-Petersburg, Russian Federation

Самохвалов Игорь Маркеллович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой военно-полевой хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Микитюк Сергей Иванович — канд. мед. наук, старший преподаватель учебного центра ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»; начальник отделения клиники военно-полевой хирургии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Гаврищук Ярослав Васильевич — канд. мед. наук, заведующий операционным блоком № 2, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург

Igor M. Samokhvalov — Dr. Sci (Med.), professor, director of Military Field Surgery Clinic, Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation

Sergey I. Mikityuk — Cand. Sci (Med.), senior lecturer, Educational Center, Dzhanelidze Saint-Petersburg Research Institute of Emergency Medicine; director of Department Military Field Surgery Clinic, Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation

Yaroslav V. Gavrishchyuk — Cand. Sci (Med.), the head, Department of Shock Operating, Dzhanelidze Saint-Petersburg Research Institute of Emergency Medicine, Saint-Petersburg, Russian Federation

Анатомо-антропометрические особенности костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III

С.В. Виссарионов^{1,2}, Д.Н. Кокушин¹, А.Н. Филиппова¹, А.Г. Баиндурашвили^{1,2}, В.А. Барт^{3,4}, Н.О. Хусаинов¹

¹ ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Искривления позвоночного столба типа Lenke III среди всех типов деформаций при идиопатическом сколиозе встречаются в 11% случаев. Знание особенностей строения костных структур на протяжении основной дуги деформации позволяет правильно спланировать установку транспедикулярных опорных элементов в ходе операции и осуществить определенную последовательность корригирующих манипуляций с целью достижения оптимального результата. **Цель** — изучить анатомо-антропометрические особенности костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III при помощи навигационной установки. **Материалы и методы.** В исследование вошли 23 пациента с S-образным идиопатическим сколиозом III типа по классификации L. Lenke в возрасте от 14 до 18 лет, из них 22 пациента женского пола и один — мужского пола. У всех детей осуществляли рентгенографию позвоночника в стандартных проекциях (прямой и боковой), мультиспиральную компьютерную томографию, по данным МСКТ в навигационной установке измеряли анатомо-антропометрические показатели, математическим путем были вычислены определенные параметры и коэффициенты. Математическим путем были вычислены площади оснований корней дуг позвонков, а также коэффициенты асимметрии ширины, высоты, и площадей. Все данные были обработаны с помощью методов статистики: критерий Колмогорова – Смирнова и Лилльфорса, метод корреляционных плеяд В.П. Терентьева, T2-критерий Хотеллинга, закономерности и связи между признаками были выявлены с помощью диаграмм Тьюки. **Результаты.** Определены следующие закономерности: выраженная асимметрия как ширины, так и высоты оснований дуг позвонков по вогнутой и выпуклой сторонам деформации в грудном отделе позвоночника и умеренно выраженные структуральные изменения костных структур в поясничном отделе. Выявлены сильные прямые корреляционные связи между коэффициентом асимметрии площадей оснований дуг и коэффициентами асимметрии ширины и высоты основания дуг, а также прямая корреляция значений величины ротации апикального позвонка и коэффициента асимметрии площадей оснований дуг в грудном отделе. В поясничном отделе позвоночника обнаружена прямо пропорциональная зависимость между коэффициентом асимметрии площадей оснований дуг позвонков и коэффициентом асимметрии высоты оснований дуг позвонков. **Выводы.** Впервые проведенный анализ анатомических показателей костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III позволил выявить определенные особенности, установить закономерности и корреляционные связи, характеризующие данный вариант деформации.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, Lenke classification, анатомо-антропометрические параметры тел позвонков, транспедикулярная фиксация, дети.

Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Филиппова А.Н., Баиндурашвили А.Г., Барт В.А., Хусаинов Н.О. Анатомо-антропометрические особенности костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):92-103. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-92-103.

Cite as: Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Filippova A.N., Baindurashvili A.G., Bart V.A., Khusainov N.O. [Anatomical and Anthropometric Features of Bone Bodies Structures in Children with Idiopathic Scoliosis of Lenke III Type]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):92-103. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-92-103.

Филиппова Александра Николаевна / Aleksandra N. Filippova; e-mail: alexandrjonok@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 29.10.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 12.12.2018.

Anatomical and Anthropometric Features of Bone Bodies Structures in Children with Idiopathic Scoliosis of Lenke III Type

S.V. Vissarionov^{1,2}, D.N. Kokushin¹, A.N. Filippova¹, A.G. Baidurashvili^{1,2}, V.A. Bart^{3,4}, N.O. Khusainov¹

¹ Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

³ Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Objective. Lenke III type spinal curvature occurs in 11% of all types of deformities in idiopathic scoliosis. Knowledge of the features of the structure of the bone structures throughout the main curve of the deformity allows you to properly plan the installation of transpedicular supporting elements during the operation and carry out a specific sequence of correcting manipulations in order to achieve the optimal result. **Purpose.** To study the anatomical and anthropometric features of the bone structures of the vertebrae in children with idiopathic scoliosis, type Lenke III, using a navigation device. **Materials and Methods.** The study included 23 patients with S-type idiopathic scoliosis type III according to the classification of L. Lenke aged 14 to 18 years, of which 22 are female patients and 1 male. All children carried out spinal X-rays in standard projections (direct and lateral), multislice computed tomography, according to MSCT in the navigation unit measured anatomical and anthropometric indicators, certain parameters and coefficients were calculated mathematically. **Results.** The following patterns were determined: pronounced asymmetry of both the width and height of the bases of the arches of the vertebrae along the concave and convex sides of the deformity in the thoracic spine and moderately pronounced structural changes in the bone structures in the lumbar spine. Strong direct correlations between the asymmetry coefficient of the base areas of the arcs and the asymmetry coefficients of the width and height of the base of the arcs, as well as a direct correlation between the values of the rotational value of the apical vertebra and the asymmetry coefficient of the base areas of the arcs in the thoracic region were revealed. In the lumbar spine, only a directly proportional relationship was found between the asymmetry coefficient of the areas of the bases of the arches of the vertebrae and the coefficient of asymmetry of the heights of the bases of the arcs of the vertebrae. **Conclusion.** An analysis of the anatomical and anthropometric parameters of the bony structures of the vertebrae in children with idiopathic scoliosis of the Lenke III type has made it possible to identify certain features, to establish patterns and correlations that characterize this variant of deformity.

Keywords: idiopathic scoliosis, Lenke classification, anatomic and anthropometric parameter, transpedicular fixation, children.

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

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

Введение

В общей структуре ортопедической патологии частота встречаемости идиопатического сколиоза составляет от 1,0 до 1,5% [1]. Наиболее распространенной локализацией деформации является грудной отдел позвоночника — идиопатический сколиоз типа Lenke I. Искривления позвоночного столба типа Lenke III среди всех типов деформаций при идиопатическом сколиозе встречаются в 11% случаев [2].

Хирургическому лечению детей с идиопатическим сколиозом посвящены многочисленные публикации в отечественной и зарубежной литературе. В них подробно отражены как технологии коррекции имеющегося искривления в ходе хирургического вмешательства, так и отдаленные

результаты оперативного лечения. В настоящее время для коррекции искривления позвоночного столба у детей с идиопатическим сколиозом стали применять спинальные системы с транспедикулярными опорными элементами [3–6]. Оценка анатомо-антропометрических параметров основания дуг тел позвонков, их ориентация относительно тела позвонка на протяжении основной дуги искривления позволяет провести рациональное предоперационное планирование расположения опорных элементов спинальной системы и их корректную установку в ходе операции [7–10]. Именно знание особенностей строения костных структур на протяжении основной дуги деформации позволяет правильно спланировать установку транспедикулярных опорных элементов в ходе операции

и осуществить определенную последовательность корригирующих манипуляций с целью достижения оптимального результата [11–14].

Изучению и оценке анатомо-антропометрических параметров костных структур тел позвонков на протяжении основной дуги искривления посвящены единичные исследования. Эти работы посвящены оценке размеров основания дуг позвонков и их пространственной ориентации относительно тела позвонка у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации [15, 16]. Некоторые исследователи проводят анализ этих показателей на основании результатов МРТ исследования и/или компьютерной томографии [15]. Другие авторы утверждают, что изучение анатомо-антропометрических особенностей костных структур тел позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом на основании этих исследований сопровождается большой долей погрешности и ошибками измерений [17, 18]. Оценка параметров тел позвонков на протяжении основной дуги искривления на основании данных КТ, обработанных при помощи навигационной установки, позволяет более точно и детально визуализировать костные структуры у детей с идиопатическим сколиозом [11, 19–21].

Цель — изучить анатомо-антропометрические особенности костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III при помощи навигационной установки.

Материал и методы

В исследование вошли 23 пациента с S-образным идиопатическим сколиозом III типа по классификации L. Lenke в возрасте от 14 до 18 лет. В структуре больных преобладали пациенты женского пола — 22 человека. Величина грудной дуги

искривления в среднем составила 79° (от 35° до 124°), величина поясничной дуги — в среднем 71° (от 32° до 108°).

У всех детей осуществляли рентгенографию позвоночника в стандартных проекциях. По рентгенограммам оценивали величину основной дуги искривления по Cobb в прямой и боковой проекциях, определяли тип деформации по локализации вершин основных дуг искривления, их структуральность.

Кроме того, всем пациентам выполняли мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) искривленного отдела позвоночного столба на компьютерном томографе «Brilliance CT64» (Philips, США) с уровня Th1 до S1 позвонков.

Для оценки анатомо-антропометрических особенностей позвонков в дуге искривления КТ-сканы переносили в программную систему оптической навигационной установки SpineMap 3D. Из большого массива слайсов программа SpineMap 3D выстраивала трехмерную модель позвоночника. Для каждого позвонка, входящего в дугу искривления, выбирали свою плоскость в пространстве таким образом, чтобы он располагался ровно относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Только после достижения этих условий осуществляли измерение высоты (Ingd) и ширины (trd) основания дуг каждого позвонка на протяжении дуги деформации с правой (R) и левой (L) сторон (рис. 1). Измерение параметров основания дуг позвонков проводили по внешним границам их костной структуры.

Кроме оценки основной величины дуги деформации в грудном и поясничном отделах, а также высоты и ширины оснований дуг позвонков на протяжении деформации, измеряли величину

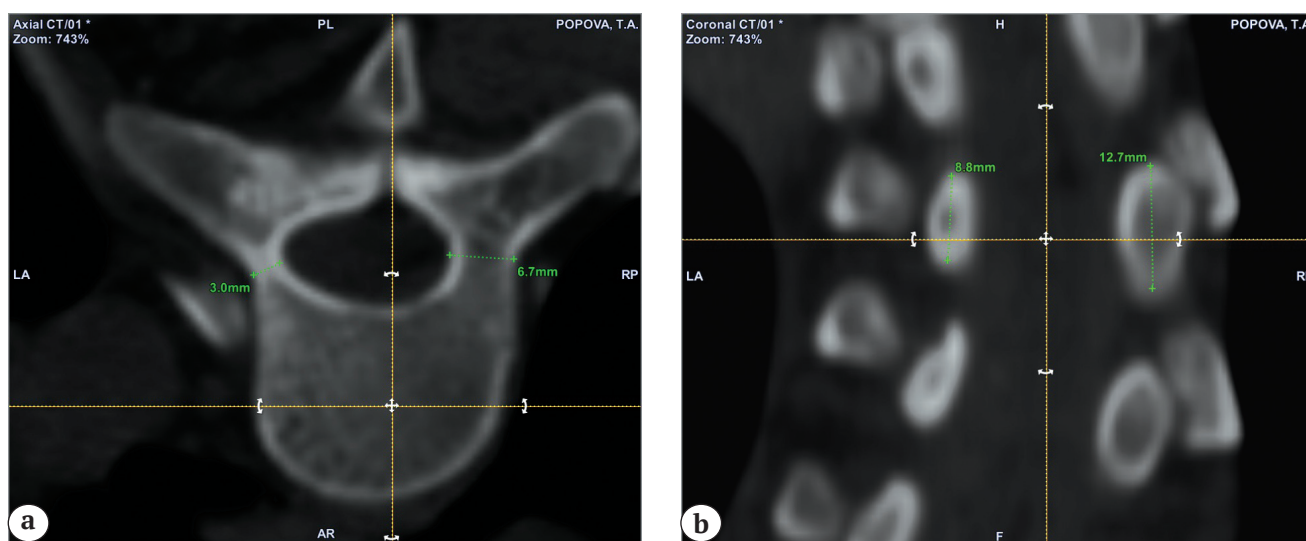


Рис. 1. Схема измерения ширины (а) и высоты (б) основания дуги позвонка (зеленой линией обозначено место измерения)

Fig. 1. Measurement of pedicle width (a) and height (b), green line marks the site of measurement

ротации апикального позвонка (РАП) на вершинах деформаций как грудной, так и поясничной дуги. Ротацию апикального позвонка определяли разработанным нами способом (патент РФ № 2587035и от 19.05.2016), который описан в предыдущем исследовании [22].

Полученные данные измерений фиксировали и заносили в специальные таблицы для каждого пациента отдельно. Так же вычисляли площадь (S) основания дуг путем произведения значений ширины на высоту. Затем полученные данные вносили в сводные таблицы. Значения trd и lngd основания дуг позвонков и их площадей формировали в виде среднего и стандартного отклонения.

Для выявления закономерностей сколиотического процесса были вычислены следующие коэффициенты:

– коэффициент асимметрии ширины основания дуг позвонка (KAtrd), который определяли как отношение trdR к trdL;

– коэффициент асимметрии высоты основания дуг позвонка (KAlng), равный отношению lngdR к lngdL;

– коэффициент асимметрии площадей основания дуг позвонка (KAS) отношение SR к SL.

Статистический анализ

Для проверки нормальности распределений применяли критерий Колмогорова – Смирнова и Лиллиефорса. С помощью диаграмм Тьюки были выявлены закономерности и связи между признаками, с этой же целью применен метод корреляционного анализа (метод корреляционных плеяд В.П. Терентьева). Из методов многомерного дисперсионного анализа к показателям trd и lngd основания дуг применяли T2-критерий Хотеллинга.

Статистическую обработку проводили в программной среде STATISTICA10 (StatSoft, Inc.).

Результаты исследования

В результате исследования получены параметры ширины и высоты основания дуг позвонков, площадей основания дуг и коэффициенты их асимметрии (табл. 1–3).

Таблица 1

Показатели ширины и высоты основания дуг позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом типа Lenke III (n = 23)

Позвонок	Слева		Справа	
	trdL, мм	lngdL, мм	trdR, мм	lngdR, мм
Th2	5,8±1,2	12,2±1,5	4,6±1,6	11,2±1,4
Th3	5,3±1,0	12,1±1,7	3,3±1,2	11,8±1,9
Th4	5,0±1,0	11,4±1,4	3,4±1,1	12,4±1,7
Th5	4,4±1,2	10,7±1,9	4,3±1,1	12,9±1,6
Th6	3,8±1,0	10,5±2,2	4,8±0,9	13,5±1,8
Th7	3,3±1,0	10,7±2,0	5,2±1,2	14,0±2,1
Th8	3,5±1,3	11,2±2,2	5,5±1,4	13,5±1,5
Th9	4,2±1,4	13,3±2,7	5,8±1,5	14,2±1,8
Th10	5,5±1,4	16,5±2,8	6,2±1,7	16,3±2,3
Th11	7,9±1,8	19,0±3,1	7,3±2,3	16,7±2,8
Th12	7,7±1,8	17,5±2,4	6,4±1,4	15,5±2,1
L1	6,2±1,6	15,6±2,4	6,1±2,0	14,5±2,5
L2	6,5±1,4	15,5±1,6	7,1±2,3	14,6±2,1
L3	8,4±1,7	15,0±1,8	8,4±2,1	14,8±1,7
L4	10,9±2,4	14,1±1,9	10,1±2,2	14,5±1,9
L5	14,9±3,3	13,0±1,5	13,4±2,5	14,6±1,4

Показатели площади левых и правых оснований дуг позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом типа Lenke III (n = 23)

Позвонок	Левая дуга	Правая дуга
	SL, мм ²	SR, мм ²
Th2	71,5±19,6	52,1±21,7
Th3	65,7±17,7	39,7±17,4
Th4	57,0±16,1	42,4±17,5
Th5	47,7±17,9	56,4±18,2
Th6	41,2±15,2	64,7±15,3
Th7	35,8±15,2	73,9±22,6
Th8	40,4±20,0	74,8±24,4
Th9	56,7±25,4	83,4±27,3
Th10	93,6±35,2	102,8±35,3
Th11	153,6±54,1	122,2±43,8
Th12	136,6±47,7	101,4±32,7
L1	97,0±33,4	90,4±40,4
L2	101,1±28,7	105,8±48,2
L3	125,6±31,3	125,1±40,3
L4	154,0±44,9	145,9±38,6
L5	193,0±46,5	195,8±45,4

Сравнение диаметров правых и левых оснований дуг позвонков (T2-критерий Хотеллинга)

Отдел позвоночника	Trd	lngd
Th2-12 (грудной отдел)	T2 = 206,3 p<0,00017	T2 = 58,0 p = 0,041
L1-5 (поясничный отдел)	T2 = 11,2 p = 0,16	T2 = 42,5 p<0,00089

При проведении анализа значений ширины оснований дуг позвонков по вогнутой и выпуклой сторонам деформации были отмечены следующие закономерности. Установлено, что значения ширины основания дуг позвонков на вогнутой стороне trdL в грудном отделе уменьшаются с уровня Th2 (5,8±1,2) до Th7. При этом минимальные значения этих показателей отмечены на уровне Th7 по-

звонка (3,3±1,0). С этого уровня до Th11 позвонка отмечено увеличение значений ширины основания дуг (7,9±1,8). В зоне грудопоясничного перехода показатели ширины основания дуг уменьшаются с уровня Th11 до L1 позвонка (6,2±1,6), после чего опять увеличиваются в каудальном направлении. По выпуклой стороне искривления значения основания ширины дуг позвонков в грудном отделе на уровне Th2 позвонка имеет значение 4,6±1,6. На уровне Th3 и Th4 позвонков показатели ширины основания дуг незначительно уменьшаются с последующим увеличением значений до Th11 позвонка (7,3±2,3), затем уменьшаются до уровня L1 позвонка (6,1±2,0) и снова постепенно увеличиваются до уровня L5 (13,4±2,5).

Для значений lngd характерна следующая закономерность: по вогнутой стороне деформации с уровня Th2 до Th6 позвонков (10,5±2,2) величина высоты основания дуг позвонков постепенно уменьшается, затем с уровня Th6 до Th11 (19,0±3,1) отмечается увеличение показателей с последующим уменьшением к уровню L5 позвонка (13,0±1,5). По выпуклой стороне искривления значения показателей высоты основания дуг позвонков увеличиваются с уровня Th2 до Th11 позвонка (16,7±2,8) с незначительным уменьшением величины на уровне Th8 (13,5±1,5) и постепенным уменьшением значения высоты основания дуг позвонков с уровня Th11 до L5 позвонка.

В таблице 2 вычислены площади левых и правых корней дуг позвонков путем произведения ширины на высоту. Анализ изменений площадей корней дуг показал следующие закономерности. По вогнутой стороне деформации отмечается уменьшение площади основания дуги с уровня Th2 до Th7 позвонка (35,8±15,2) практически в 2 раза, затем площадь основания дуг увеличивается от Th7 к Th11 позвонку, достигая максимума на этом уровне (153,6±54,1). В зоне грудопоясничного перехода с уровня Th11 до L1 отмечается уменьшение площади основания дуги (97,0±33,4) с постепенным увеличением значений в каудальном направлении. По выпуклой стороне искривления наблюдается иная картина. С уровня Th2 до Th3 позвонка площадь основания дуг уменьшается с последующим увеличением до Th11 позвонка (122,2±43,8). В зоне грудопоясничного перехода значение показателей уменьшается до L1 позвонка (90,4±40,4) с постепенным увеличением к уровню L5 позвонка.

Таким образом, размеры площадей основания дуг позвонков на протяжении дуги деформации у пациентов с идиопатическим сколиозом типа Lenke III по вогнутой и выпуклой сторонам искривления продемонстрировали идентичную закономерность изменения их абсолютным значениям.

С целью сравнения распределения диаметров правых и левых основания дуг отдельно для грудных и поясничных позвонков к показателям *trd* и *lmgd* применяли многомерный дисперсный анализ (см. табл. 3). Результаты применения критерия Хотеллинга (статистика T2) позволяют говорить об однозначном и контрастном различии в совокупностях ширины основания дуг позвонков в грудном отделе и длины основания дуг позвонков в поясничном отделе. При этом отмечается незначительная в совокупности разница ширины в поясничном отделе и пограничная в совокупности разница высоты основания дуг в грудном отделе.

Критерии Колмогорова – Смирнова и Лиллиефорса для всех четырех характеристик позвонка, а также и для площадей оснований правой и левой дуг не показали значимого отличия от нормального распределения данных для всех позвонков ($p > 0,05$).

С целью оценки анатомо-антропометрических особенностей позвонков, входящих в дугу

деформации, построили диаграммы Тьюки (рис. 2). Визуальный анализ диаграмм позволил более детально оценить и подтвердить различия между диаметрами правых и левых оснований дуг позвонков, установленные выше с помощью статистики Хотеллинга. На рисунке 3 отмечена значительная разница в значениях ширины основания дуг позвонков в области грудных апикальных позвонков и незначительная разница для медиан поясничных апикальных позвонков, а также значительная разница высоты правых и левых оснований дуг позвонков поясничного отдела.

В ходе исследования проводили расчет коэффициентов асимметрии поперечного, продольного диаметра и площади оснований дуг позвонков у детей с идиопатическим сколиозом на протяжении искривления, что позволило провести сравнительную оценку этих показателей с выпуклой и вогнутой сторон деформации между собой (табл. 4). Для визуализации разницы величин площадей основания дуг позвонков были построены диаграммы Тьюки (рис. 4).

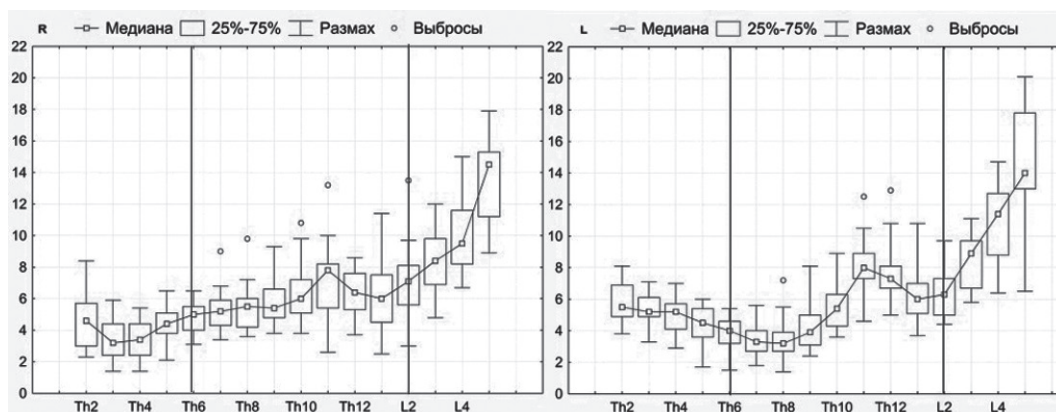


Рис. 2. Сравнение распределений медиан ширины основания дуг позвонков. Вертикальные линии – медианы грудного и поясничного апикальных позвонков (АП)

Fig. 2. Comparison of distribution for medians of pedicle width. Vertical lines – medians of thoracic and lumbar apical vertebrae

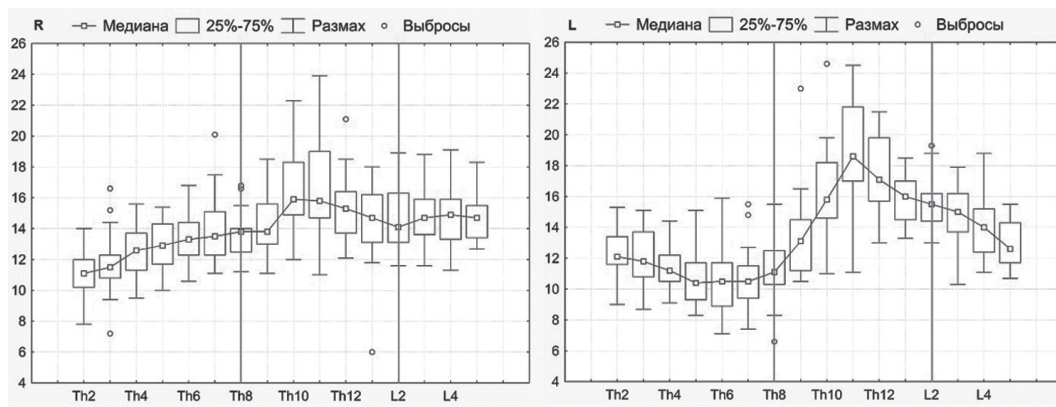


Рис. 3. Сравнение распределений медиан высоты основания дуг позвонков

Fig. 3. Comparison of distribution for medians of pedicle height

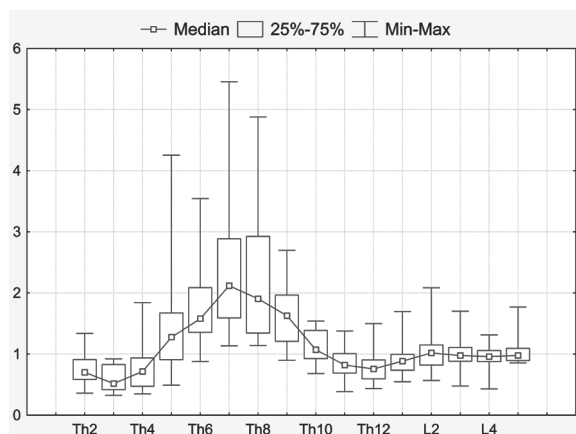


Рис. 4. Показатели коэффициентов асимметрии площадей оснований дуг позвонков представлены в виде медианы, минимума и максимума

Fig. 4. Asymmetry coefficients of pedicle squares, presented in form of a median, minimum and maximum

Анализ коэффициента асимметрии ширины основания дуг позвонков выявил следующие особенности: в поясничном отделе коэффициент асимметрии приближался к единице, с наимень-

шим значением на уровне L5 позвонка (0,87). В грудном отделе KAtрд имел большее отклонение от единицы разнонаправленного характера, с наибольшими значениями на уровне Th3 (0,63) и Th7 позвонков (1,70). При анализе коэффициента асимметрии высоты основания дуг позвонков было отмечено, что все значения KAlngd были приближены к единице, наибольшее отклонение отмечено на уровне Th5-Th8 позвонков, максимальное — на уровне Th6 (1,30), Th11 и Th12 позвонков (0,85; 0,89).

Анализируя изменение коэффициента асимметрии площадей оснований дуг позвонков можно отметить четкую закономерность: KAS имеет максимальное отклонение от единицы на уровне Th3 позвонка (0,52), что говорит о почти двукратном преобладании размеров оснований дуг по вогнутой стороне по сравнению с выпуклой. После этого значения KAS постепенно увеличиваются, достигая максимума на уровне Th7, Th8 позвонков (2,12; 1,90). Это говорит о том, что размеры площадей основания дуг по выпуклой стороне превышают значения площадей по вогнутой стороне в два раза. На уровне Th11, Th12 позвонков значения KAS уменьшаются, достигая 0,82 и 0,76 соответственно.

Таблица 4

Коэффициенты асимметрии для ширины, высоты и площади оснований дуг позвонков пациентов со сколиозом типа Lenke III (n = 23). Значения представлены в виде медианы [Minimum; Maximum]

Позвонок	Поперечный диаметр	Продольный диаметр	Площадь
	KAtрд	KAlngd	KAS
Th2	0,80 [0,45 ; 1,14]	0,90 [0,76 ; 1,18]	0,70 [0,36 ; 1,34]
Th3	0,63 [0,39 ; 0,87]	0,97 [0,67 ; 1,34]	0,52 [0,33 ; 0,92]
Th4	0,72 [0,40 ; 1,29]	1,07 [0,76 ; 1,43]	0,71 [0,35 ; 1,84]
Th5	0,94 [0,47 ; 2,74]	1,21 [0,95 ; 1,81]	1,28 [0,49 ; 4,25]
Th6	1,25 [0,91 ; 2,27]	1,30 [0,81 ; 2,24]	1,58 [0,88 ; 3,54]
Th7	1,70 [1,10 ; 2,86]	1,23 [0,89 ; 2,01]	2,12 [1,14 ; 5,45]
Th8	1,50 [1,02 ; 3,00]	1,14 [0,94 ; 2,09]	1,90 [1,14 ; 4,88]
Th9	1,53 [0,87 ; 2,31]	1,06 [0,72 ; 1,43]	1,63 [0,90 ; 2,70]
Th10	1,17 [0,67 ; 1,53]	0,98 [0,76 ; 1,26]	1,07 [0,68 ; 1,54]
Th11	0,94 [0,46 ; 1,69]	0,85 [0,71 ; 1,42]	0,82 [0,38 ; 1,38]
Th12	0,85 [0,51 ; 1,28]	0,89 [0,66 ; 1,23]	0,76 [0,44 ; 1,50]
L1	0,96 [0,60 ; 1,61]	0,92 [0,81 ; 1,18]	0,89 [0,55 ; 1,70]
L2	1,05 [0,67 ; 1,73]	0,92 [0,78 ; 1,20]	1,02 [0,57 ; 2,08]
L3	1,00 [0,56 ; 1,26]	0,97 [0,85 ; 1,36]	0,98 [0,48 ; 1,70]
L4	0,97 [0,65 ; 1,16]	1,07 [0,67 ; 1,19]	0,96 [0,43 ; 1,31]
L5	0,87 [0,67 ; 1,58]	1,12 [0,93 ; 1,33]	0,98 [0,86 ; 1,77]

Это лишний раз подчеркивает имеющуюся выраженность структуральных изменений костных структур тел позвонков грудного отдела позвоночника по показателям KAS у пациентов с идиопатическим сколиозом типа Lenke III. Одновременно с этим необходимо отметить, что в поясничном отделе позвоночника значение коэффициентов асимметрии ширины (0,87 на уровне L5 позвонка; 1,05 — на уровне L2), высоты (0,92 на уровне L1 и L2 позвонков; 1,12 — на уровне L5) и площадей основания (0,89 на уровне L1 позвонка; 1,02 — на уровне L2) дуг позвонков приближены к единице. Минимальная разница между показателями коэффициентов асимметрии ширины и высоты оснований дуг позвонков поясничного отдела, а также коэффициентами асимметрии площадей и приближение их к значению единицы говорит о наличии умеренно выраженных структуральных изменений костных структур в этом отделе позвоночника.

Анализ методом корреляционных плеяд В.П. Терентьева был проведен для десяти антропометрических параметров и их показателей костных структур тел позвонков на протяжении дуг искривления (рис. 5).

В результате проведенного анализа в ходе исследования выявлена плеяда $|r| = 0,7$ (сплошная линия на рис. 5а), состоящая из признаков РАП, KAS, KAtрд и KAlng. Эти данные подчеркивают сильную связь РАП с асимметрией дуг в грудном отделе, причем последняя четко выражена всеми тремя индексами. Кроме связи этих индексов на уровне плеяды $|r| = 0,5$ (пунктир на рис. 5 а) прибавляется прямая корреляция с углом деформации по Cobb. Также выделяется сильная отрицательная корреляция между АПlngdL и KAlng для грудных позвонков. При этом сильную отрицательную корреляционную связь (обратно пропорциональную зависимость) имеют значения высоты основания дуг по вогнутой стороне и коэффициент асимметрии высоты основания дуг грудных позвонков. На диаграмме, построенной для поясничного отдела позвоночника (рис. 5 б), отмечено отсутствие отрицательных корреляционных связей между изучаемыми показателями костных структур тел позвонков на протяжении основной дуги искривления. Однако прослеживается менее сильная прямая корреляционная связь между KAS, KAtрд. Индексы KAtрд, KAlng и KAS, являясь отношением произведений размеров правых дуг на размеры левых,

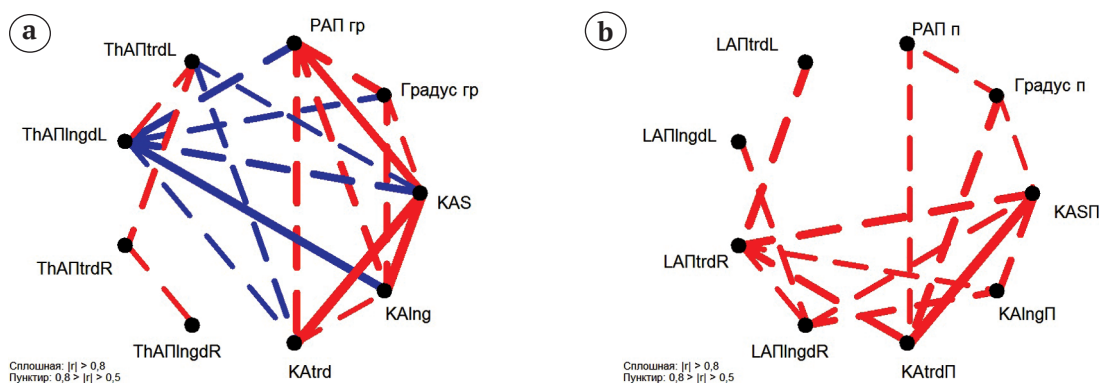


Рис. 5. Диаграмма корреляционных плеяд В.П. Терентьева:

а — грудной отдел позвоночника; б — поясничный отдел позвоночника.

Сплошная линия — значения коэффициента корреляции Пирсона r , по модулю превышающие 0,8: $|r| > 0,8$; пунктир: диапазон $0,5 < |r| < 0,8$; толщина линий пропорциональна соответствующим значениям модуля r .

Красные линии — положительная связь ($r > 0$), синие — отрицательная ($r < 0$). Градус — гр; Градус л — углы деформации по Cobb в грудном и поясничном отделах позвоночника, соответственно. РАП — ротация апикального позвонка; АП — апикальный позвонок; L — левое основание дуги позвонка; R — правое основание дуги позвонка; trd — ширина основания дуги позвонка; lngd — высота основания дуги позвонка;

KAS — коэффициент асимметрии площадей основания дуг позвонка; KAtрд — коэффициент асимметрии ширины оснований дуг позвонка; KAlng — коэффициент асимметрии высоты оснований дуг позвонка

Fig. 5. Diagram of correlation constellations of V.P. Terentiev:

a — thoracic spine; b — lumbar spine. Continuous line — Pearson correlation coefficient (r) above 0,8: $|r| > 0,8$;

dotted line: range $0,5 < |r| < 0,8$; line thickness are proportional to corresponding r -values. Red lines — positive correlation ($r > 0$), blue — negative ($r < 0$). «Градус гр», «Градус л» — deformity angles according to Cobb in thoracic and lumbar spine respectively. «РАП» — rotation of apical vertebra; «АП» — apical vertebra; L — left pedicle; R — right pedicle; trd — width of pedicle; lngd — height of pedicle; KAS — coefficient of asymmetry of pedicle squares; KAtрд — coefficient of asymmetry for pedicle width; KAlng — coefficient of asymmetry for pedicle height

естественно, прямо пропорциональны «правым» диаметрам и обратно пропорциональны «левым». Важно отметить, что все три показателя асимметрии наиболее сильно связаны с размерами левых дуг — в грудном отделе, и с размерами правых — в поясничном. В обоих случаях асимметрия определяется дугами вогнутой стороны.

Обсуждение

При коррекции деформации позвоночника у детей с помощью металлоконструкций с транспедикулярными опорными элементами не всегда удается установить винты в тела позвонков на протяжении всего деформированного отдела позвоночника [23, 24], особенно в верхне- и среднегрудном отделах, по причине малых размеров корней дуг позвонков и выраженных пространственных изменений соотношений основания дуги и тела позвонка в результате ротационного компонента искривлений [10, 25]. Учитывая этот факт, изучение параметров костных структур тел позвонков и их пространственные взаимоотношения у детей с различными типами идиопатического сколиоза является важной и актуальной задачей научных исследований. Оценка анатомо-антропометрических особенностей костных структур на протяжении основной дуги деформации, по данным некоторых авторов, позволяет провести рациональное предоперационное планирование расположения транспедикулярных опорных элементов для каждого типа идиопатического сколиоза, а также осуществить их корректную установку в ходе операции [22, 26]. Чаще всего изучение параметров костных структур тел позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом проводится на основании данных лучевых методов исследования [12, 15, 27]. Однако, по данным ряда авторов, оценка анатомических величин костных структур на основании предложенных методов исследования подвержена достаточно значимой погрешности получаемых результатов, особенно ротационного компонента искривления. В последние годы появились исследования, которые с целью визуализации и оценки анатомо-антропометрических параметров костных структур тел позвонков у пациентов с идиопатическим сколиозом используют 3D-КТ навигационную установку [17, 18, 22, 28, 29]. При сколиотической болезни в организме происходят единые процессы роста позвоночника, что, по данным некоторых исследователей [16, 30], выражается в некоторой схожести градиента диаметров корней дуг позвонков в краниокаудальном направлении. Однако на вершине основной дуги деформации позвоночника размеры диаметров оснований дуг позвонков изменяются в соответствии с развитием сколиотического процесса, что выражается в асимметрии костных структур.

По данным нашего исследования, в зависимости от типа деформации идиопатического сколиоза, количества и структуральности дуг деформации отмечаются определенные закономерности изменений анатомо-антропометрических особенностей оснований дуг позвонков, в частности их поперечные и продольные диаметры. У детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III можно отметить аналогичные изменения показателей на уровне Th3 и Th4 позвонков, которые отмечены у детей с деформацией Lenke I (Открытие 2016 г.) [22].

Анализируя показатели ширины и высоты оснований дуг позвонков и коэффициентов асимметрии для грудного отдела позвоночника при деформации типа Lenke III отмечается наличие выраженных структуральных изменений в грудной дуге деформации по выпуклой и вогнутой стороне искривления, которая у пациентов с этим типом искривления является ведущей [31]. Эти изменения полностью идентичны данным, полученным в ходе изучения анатомо-антропометрических параметров у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke I [22].

При оценке этих же показателей для поясничного отдела позвоночника, отмечается небольшая разница значений показателей и коэффициентов асимметрии по вогнутой и выпуклой сторонам в поясничном отделе позвоночника. Этот факт мы объясняли тем, что поясничная дуга является компенсаторной у детей с данным типом искривления и не имеет значительных анатомо-антропометрических изменений костных структур по сравнению с ведущей грудной дугой искривления. Таким образом, оценивая возможность коррекции деформации типа Lenke III металлоконструкцией с транспедикулярными опорными элементами, опираясь на данные корреляционных связей между величиной угла Cobb и значениями коэффициентов асимметрии ширины и высоты основания дуг в грудном отделе позвоночника, можно сделать следующее заключение. Транспедикулярная фиксация возможна в поясничном отделе и по выпуклой стороне деформации в грудном отделе. По вогнутой стороне деформации грудного отдела при установке транспедикулярных элементов нужно ориентироваться на величину угла основной дуги искривления. Установлено, чем больше величина угла деформации основной дуги, тем более выражен ротационный компонент искривления на вершине деформации и более выражены изменения пространственных соотношений основания дуги и тела позвонка. Следовательно, уменьшается шанс на корректную установку транспедикулярных опорных элементов на этом уровне. Эти результаты имеют значимое практическое значение в ходе проведения хирургического вмешательства.

Заключение

Анализ анатомо-антропометрических параметров костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III позволил выявить определенные особенности, установить закономерности и корреляционные связи, характеризующие данный вариант деформации. В ходе исследования обнаружены выраженные различия абсолютных и относительных показателей костных структур тел позвонков и, как следствие, сила корреляционных связей между ними в грудном и поясничном отделах позвоночника. В грудном отделе позвоночника выявлены более сильные прямо пропорциональные зависимости между коэффициентами асимметрии площадей оснований дуг позвонков, их ширины и высоты, чем в поясничном. Кроме того, обнаружена прямая корреляционная связь между коэффициентом асимметрии площадей основания дуг позвонков и ротацией апикального позвонка. Эти закономерности подтверждают процессы филогенеза, формирующиеся и прогрессирующие в деформированном позвоночнике в процессе роста и развития ребенка. В поясничном отделе позвоночника обнаружена прямо пропорциональная зависимость между коэффициентом асимметрии площадей оснований дуг позвонков и коэффициентом асимметрии ширины оснований дуг позвонков. Таким образом, у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III наблюдаются выраженные анатомо-антропометрические изменения костных структур грудной дуги искривления и умеренные структуральные изменения в поясничном отделе позвоночника.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Negrini S., De Mauroy J.C., Grivas T.B., Knott P., Kotwicki T., Maruyama T. et al. Actual evidence in the medical approach to adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;50(1):87-92.
- Lenke L.G., Betz R.R., Clements D., Merola A., Hafer T., Lowe T. et al. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(6):604-611.
- Виссарионов С.В., Соболев А.В., Ефремов А.М. Хирургическая коррекция деформации позвоночника при идиопатическом сколиозе: история и современное состояние (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России.* 2013;(1):138-145. DOI:10.21823/2311-2905-2013-0-1-4-18. Vissarionov S.V., Sobolev A.V., Efremov A.M. [Surgical correction of spinal deformity in idiopathic scoliosis: the history and current state (review)]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(1):138-145. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2013-0-1-4-18.
- Васюра А.С., Новиков В.В., Михайловский М.В., Долотин Д.Н., Суздалов В.А., Сорокин А.Н., Удалова И.Г. Хирургическое лечение сколиоза с применением метода транспедикулярной фиксации. *Хирургия позвоночника.* 2011;(2):27-34. DOI: 10.14531/ss2011.2.27-34. Vasyura A.S., Novikov V.V., Mikhailovsky M.V., Dolotin D.N., Suzdalov V.A., Sorokin A.N., Udalova I.G. [Surgical treatment of scoliosis using transpedicular fixation]. *Hirurgia pozvonocnika* [Journal of Spine Surgery]. 2011;(2):27-34. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2011.2.27-34.
- Yilmaz G., Borkhuu B., Dhawale A.A., Oto M., Littleton A.G., Mason D.E. et al. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2012;32(5):490-499. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318250c629.
- Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Швец В.В., Кисель А.А., Ветрилэ М.С., Гусейнов В.Г. Концепция оперативного лечения различных форм сколиоза с использованием современных технологий. *Хирургия позвоночника.* 2009;(4):21-30. DOI: 10.14531/ss2009.4.21-30. Vetrile S.T., Kuleshov A.A., Shvets V.V., Kisel A.A., Vetrile M.S., Guseinov V.G. [The concept of surgical treatment of various forms of scoliosis using modern technologies]. *Hirurgia pozvonocnika* [Journal of Spine Surgery]. 2009;(4):21-30. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2009.4.21-30.
- Parent S., Labelle H., Skalli W., Latimer B., de Guise J. Morphometric analysis of anatomic scoliotic specimens. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(21):2305-2311. DOI: 10.1097/01.BRS.0000030303.02003.2E.
- Liljenqvist U.R., Link T.M., Halm H.F. Morphometric analysis of thoracic and lumbar vertebrae in idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25:1247-1253. DOI: 10.1097/00007632-200005150-00008.
- Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., Барт В.А. Оценка анатомо-антропометрических параметров костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом с использованием навигации. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2015;11(2):207-211. Режим доступа: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7707>. Kokushin D.N., Vissarionov S.V., Bart V.A. [Evaluation of anatomical and anthropometric parameters of bone structures of the vertebrae in children with idiopathic scoliosis using navigation]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2015;11(2):207-211. (In Russ.). Available from: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7707>.
- Kuraishi S., Takahashi J., Hirabayashi H., Hashidate H., Ogihara N., Mukaiyama K., Kato H. Pedicle morphology using computed tomography-based navigation system in adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech.* 2013;26(1):22-28. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31823162ef.
- Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А., Надиров Н.Н. Хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke I с применением тотальной транспедикулярной фиксации. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2014;2(2):3-8. DOI: 10.17816/PTORS223-8. Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Belyanchikov S.M., Murashko V.V., Kartavenko K.A., Nadirov N.N. [Surgical treatment of children with idiopathic scoliosis of Lenke type I with the use of total transpedicular fixation].

- Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2014;2(2):3-8. (in Russ.) DOI: 10.17816/PTORS223-8.
12. Tian N.F., Huang Q.S., Zhou P., Zhou Y., Wu R.K., Lou Y., Xu H.Z. Pedicle screw insertion accuracy with different assisted methods: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Eur Spine J.* 2011;20(6):846-859. DOI: 10.1007/s00586-010-1577-5.
 13. Rafi S., Munshi N., Abbas A., Shaikh R.H., Hashmi I. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *J Neurosci Rural Pract.* 2016;7(4):550-553. DOI: 10.4103/0976-3147.185510.
 14. Виссарионов С.В. Технологии коррекции деформаций позвоночника транспедикулярными спинальными системами у детей с идиопатическим сколиозом. *Хирургия позвоночника.* 2013;(1):21-27. Vissarionov S.V. Approaches to spinal deformity correction using transpedicular systems in children with idiopathic scoliosis. *Hirurgia pozvonocnika* [Journal of Spine Surgery]. 2013;(1):21-27. (In Russ.). DOI:10.14531/ss2013.1.21-27.
 15. Catan H., Buluc L., Anik Y., Ayyildiz E., Sarlak A.Y. Pedicle morphology of the thoracic spine in preadolescent idiopathic scoliosis: magnetic resonance supported analysis. *Eur Spine J.* 2007;16(8):1203-1208. DOI: 10.1007/s00586-006-0281-y.
 16. Vaccaro A.R., Rizzolo S.J., Allardyce T.J., Ramsey M., Salvo J., Balderston R.A., Cotler J.M. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part I: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(8):1193-1199.
 17. Губин, А.В., Рябых С.О., Бурцев А.В. Ретроспективный анализ мальпозиции винтов после инструментальной коррекции деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника.* 2015;12(1):8-13. DOI: 10.14531/ss2015.1.8-13. Gubin A.V., Ryabykh S.O., Burtsev A.V. [Retrospective analysis of screw malposition following instrumented correction of thoracic and lumbar spine deformities]. *Hirurgia pozvonocnika* [Journal of Spine Surgery]. 2015;12(1):8-13. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2015.1.8-13.
 18. Shimizu M., Takahashi J., Ikegami S., Kuraishi S., Shimizu M., Futatsugi T., Oba H., Kato H. Are pedicle screw perforation rates influenced by registered or unregistered vertebrae in multilevel registration using a CT-based navigation system in the setting of scoliosis? *Eur Spine J.* 2014;23(10):2211-2217. DOI: 10.1007/s00586-014-3512-7.
 19. Kuraishi S., Takahashi J., Hirabayashi H., Hashidate H., Ogihara N., Mukaiyama K., Kato H. Pedicle morphology using computed tomography-based navigation system in adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech.* 2013;26(1):22-8. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31823162ef.
 20. Ughwanogho E., Patel N.M., Baldwin K.D., Sampson N.R., Flynn J.M. Computed tomography-guided navigation of thoracic pedicle screws for adolescent idiopathic scoliosis results in more accurate placement and less screw removal. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(8):E473-478. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318238bbd9.
 21. Macke J.J., Woo R., Varich L. Accuracy of robot-assisted pedicle screw placement for adolescent idiopathic scoliosis in the pediatric population. *J Robot Surg.* 2016;10(2):145-150. DOI: 10.1007/s11701-016-0587-7.
 22. Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Барт В.А. Анализ анатомо-антропометрических параметров позвонков у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением 3D-КТ навигации. *Хирургия позвоночника.* 2016; 13(1):27-36. DOI: 10.14531/ss2016.1.27-36 Kokushin D.N., Vissarionov S.V., Baindurashvili A.G., Bart V.A. [Analysis of anatomical and anthropometric parameters of vertebrae in children with thoracic idiopathic scoliosis using 3D-CT-navigation]. *Hirurgia pozvonocnika* [Journal of Spine Surgery]. 2016; 13(1):27-36 (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2016.1.27-36.
 23. Yilmaz G., Borkhuu B., Dhawale A.A., Oto M., Littleton A.G., Mason D.E., Gabos P.G., Shah S.A. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2012;32(5):490-499. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318250c629.
 24. Modi H.N., Suh S.W., Hong J.Y., Yang J.H. Accuracy of thoracic screw using ideal pedicle entry point in severe scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(7):1830-1837. DOI: 10.1007/s11999-010-1280-1.
 25. Karatoprak O., Unay K., Tezer M., Ozturk C., Aydogan M., Mirzanli C. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *J Neurosci Rural Pract.* 2016;7(4): 550-553. DOI: 10.4103/0976-3147.185510.
 26. Meng X.T., Guan X.F., Zhang H.L., He S.S. Computer navigation versus fluoroscopy-guided navigation for thoracic pedicle screw placement: a meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2016;39(3):385-391. DOI: 10.1007/s10143-015-0679-2.
 27. Bennett J.T., Hoashi J.S., Ames R.J., Kimball J.S., Pahys J.M., Samdani A.F. The posterior pedicle screw construct: 5-year results for thoracolumbar and lumbar curves. *J Neurosurg Spine.* 2013;19(6):658-663. DOI: 10.3171/2013.8.SPINE12816.
 28. Mason A., Paulsen R., Babuska J.M., Rajpal S., Burneikiene S., Nelson E.L., Villavicencio A.T. The accuracy of pedicle screw placement using intraoperative image guidance systems. *J Neurosurg Spine.* 2014;20(2):196-203. DOI: 10.3171/2013.11.SPINE13413.
 29. Du J.P., Fan Y., Wu Q.N., Wang D.H., Zhang J., Hao D.J. Accuracy of Pedicle Screw Insertion Among 3 Image-Guided Navigation Systems: Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2018;109:24-30. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.154.
 30. Zindrick M.R., Wiltse L.L., Doornik A., Widell E.H., Knight G.W., Patwardhan A.G., Thomas J.C., Rothman S.L., Fields B.T. Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles. *Spine (Phila Pa 1976).* 1987;12(2):160-166.
 31. Lenke L.G., Betz R.R., Harms J., Bridwell K.H., Clements D.H., Lowe T.G., Blanke K. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A(8): 1169-1181.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Виссарионов Сергей Валентинович — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной и учебной работе, научный руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Кокушин Дмитрий Николаевич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Филиппова Александра Николаевна — очный аспирант, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Баиндурашвили Алексей Георгиевич — д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; заведующий кафедрой детской травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Барт Виктор Александрович — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры общей математики и информатики, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»; зав. НИЛ биостатистики, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Хусаинов Никита Олегович — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergey V. Vissarionov — Dr. Sci. (Med.), professor, deputy director for scientific and academic affairs, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics; professor of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitriy N. Kokushin — Cand. Sci. (Med.), research associate, Department of Spine Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Aleksandra N. Filippova — PhD student, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alexey G. Baindurashvili — Dr. Sci. (Med.), professor, member for Russian Academy of Science, director, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics; head of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Viktor A. Bart — Cand. Sci. (Phys and Math), associate professor, Department of General Mathematics and Informatics, St. Petersburg State University; head of Research Laboratory of Biostatistics, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

Nikita O. Khusainov — Cand. Sci. (Med.), research associate, Department of Spine Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь

Н.С. Заборовский¹, Д.А. Пташников^{1,2}, Э.Э. Топузов^{2,3}, Е.В. Левченко⁴,
Д.А. Михайлов¹, К.Е. Наталенко⁵

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

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ СПб ГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер», Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁵ ФБУЗ «Клиническая больница №122 им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить частоту встречаемости опухолей позвоночника у пациентов, получивших ортопедическую помощь в условиях специализированного стационара. **Материал и методы.** В период с 2000 по 2017 г. обследованы все пациенты с диагнозом «опухоль позвоночника», которые проходили лечение в РНИИТО им. Р.Р. Вредена. Данные были взяты из медицинских карт пациентов. Оценивали распределение пациентов по полу, возрасту, гистологическому типу и локализации опухоли. **Результаты.** В исследование включены 2023 пациента, из которых 1298 (64,2%) были женщинами. Наиболее часто встречались пациенты вторичными метастазами (всего 59%), в том числе рака молочной железы (43,6%), рака почки (18%) и рака легкого (10,7%). Среди доброкачественных опухолей (всего 18,7%) преобладали симптоматические гемангиомы (93,8%). Первичные злокачественные опухоли (всего 10,2%) были представлены в основном множественной миеломой (54,2%) и плазмоцитомой (14,6%). Промежуточные опухоли с локально-агрессивным ростом встречались редко (3,9%). **Заключение.** Поражают позвоночник преимущественно опухоли вторичного характера, из них наиболее часто встречаются метастазы рака молочной железы, почки и легкого. Высокую распространенность имеют доброкачественные симптоматические гемангиомы. Первичные злокачественные опухоли представлены главным образом множественной миеломой. Другие первичные злокачественные опухоли и опухоли с локально-агрессивным ростом встречаются достаточно редко.

Ключевые слова: первичные опухоли позвоночника, метастатические опухоли позвоночника, эпидемиология.

📖 Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Топузов Э.Э., Левченко Е.В., Михайлов Д.А., Наталенко К.Е. Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):104-112. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112.

Cite as: Zaborovsky N.S., Ptashnikov D.A., Topuzov E.E., Levchenko E.V., Mikhailov D.A., Natalenko K.E. [Spine Tumor Epidemiology in Patients who Underwent Orthopaedic Surgery]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):104-112. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112.

✉ Заборовский Никита Сергеевич / Nikita S. Zaborovskii; e-mail: n.zaborovskii@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 14.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 11.02.2019.

Spine Tumor Epidemiology in Patients who Underwent Orthopaedic Surgery

N.S. Zaborovsky¹, D.A. Ptashnikov^{1,2}, E.E. Topuzov^{2,3}, E.V. Levchenko⁴,
D.A. Mikhailov¹, K.E. Natalenko⁵

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

³ St. Petersburg Municipal Clinical Oncology Dispensary, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ Petrov National Medical Research Center for Oncology, St. Petersburg, Russian Federation

⁵ Sokolov Clinical Hospital No. 122, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study — to evaluate the frequency of spine tumors in patients who underwent orthopaedic treatment in a specialized hospital. **Materials and methods.** All patients treated in the Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics (RNIITO) with spine tumor diagnosis were examined from 2000 till 2017. The data was obtained from medical histories. Patients' distribution per gender, age, histological type and tumor location was evaluated. **Results.** 2023 patients were included into the study, where 1298 (64.3%) were female. Patients with secondary metastases prevailed (59% overall), including breast cancer (43.6%), renal carcinoma (18%) and lung cancer (10.7%). Among benign tumors (overall 18.7%) symptomatic hemangiomas prevailed (93.8%). Primary malignant tumors (total 10.2%) were represented mainly by multiple myeloma (54.2%) and plasmacytoma (14.6%). Intermediate tumors with local aggressive growth were observed rarely (overall 3.9%). **Conclusion.** Spine is affected mainly by secondary tumors, where metastases of breast, renal and lung cancer are observed most often. Benign symptomatic hemangiomas demonstrate a high prevalence. Primary malignant tumors are presented mainly by multiple myeloma. Other primary malignant tumors and tumors with local aggressive growth are observed rather rarely.

Keywords: primary spine tumors, metastatic spine tumors, epidemiology.

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

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

Введение

Онкологические заболевания являются одной из важнейших проблем современного здравоохранения. В 2017 г. в России было выявлено 617 177 новых случаев злокачественных новообразований. Прирост этого показателя по сравнению с 2016 г. составил 3,0%. К концу 2017 г. на учете у онкологов состояли 3,6 млн пациентов [1].

Кости скелета занимают третье место, после печени и легких, по частоте метастазирования злокачественных опухолей [2, 3]. Исследования показывают, что почти у 70% пациентов с наиболее распространенными злокачественными образованиями (рак молочной железы, легких, предстательной железы) выявляются метастазы в костях, в том числе в позвоночнике [4]. У 10% больных метастатическое поражение позвоночника клинически проявляется компрессией спинного мозга и нестабильностью позвоночного столба [5, 6]. Первичные опухоли скелета являются достаточно редкой патологией среди злокачественных новообразований [7, 8]. В нашей стране отсутствуют сведения о распространенности таких опухолей

в официальной статистике [1]. Кроме того, в отечественной литературе крайне скудно представлены эпидемиологические исследования о частоте встречаемости опухолей позвоночника [9].

Цель исследования — оценить частоту встречаемости опухолей позвоночника у пациентов, получивших ортопедическую помощь в условиях специализированного стационара.

Материал и методы

Выполнен сбор и обобщение информации о 2023 пациентах, которым была оказана специализированная ортопедическая помощь в РНИИТО им. Р.Р. Вредена в период с 2000 по 2017 г. по поводу опухолевого поражения позвоночника. Среди пациентов было 725 (35,8%) мужчин и 1298 (64,2%) женщин (табл. 1). Пациентам проводилось несколько типов оперативного лечения:

1. Радикальные реконструктивно-восстановительные операции, включающие тотальную резекцию опухоли с пораженным позвонком, замещение дефекта тела позвонка межтеловым имплантатом и инструментальную реконструкцию позвоночника.

Таблица 1

Общая характеристика пациентов с опухолями позвоночника

Опухоль	Число пациентов	Доля от общего числа, %	Доля больных в подгруппе, %	Доля женщин, %	Доля мужчин, %
Первичные опухоли					
Всего	683	32,8	–	62	37
Злокачественные	212	10,2	–	56,1	43,9
Множественная миелома	115	5,5	54,2	54,8	45,2
Плазмоцитома	31	1,5	14,6	64,5	35,5
Хордома	29	1,4	13,7	58,6	41,4
Хондросаркома	6	0,3	2,8	16,7	83,3
Остеосаркома	11	0,5	5,2	45,5	54,5
Липосаркома	9	0,4	4,2	77,8	22,2
Другое	11	0,5	5,2	54,5	45,5
Промежуточные	81	3,9	–	55,6	44,4
Гигантоклеточная опухоль	59	2,8	72,8	54,2	45,8
Остеобластома	11	0,5	13,6	72,7	27,3
Аневризмальная костная киста	6	0,3	7,4	33,3	66,7
Другое	5	0,2	6,2	60	40
Доброкачественные	390	18,7	–	68,2	31,8
Гемангиома	366	17,6	93,8	67,8	32,2
Хондрома	15	0,7	3,8	93,3	6,7
Другое	9	0,4	2,3	44,4	55,6
Метастатические					
Всего	1229	59	–	65,9	34,1
Молочная железа	536	25,7	43,6	100	0
Почка	221	10,6	18	22,6	77,4
Легкое	132	6,3	10,7	28,8	71,2
Толстый кишечник	81	3,9	6,6	53,1	46,9
Предстательная железа	56	2,7	4,6	0	100
Кожные покровы	35	1,7	2,8	54,3	45,7
Шейка матки	34	1,6	2,8	100	0
Тело матки	33	1,6	2,7	100	0
Желудок	22	1,1	1,8	68,2	31,8
Щитовидная железа	17	0,8	1,4	41,2	58,8
Мочевой пузырь	15	0,7	1,2	40	60
Печень	14	0,7	1,1	57,1	42,9
Лимфогранулематоз	12	0,6	1	75	25
Слюнная железа	6	0,3	0,5	33,3	66,7
Другое	15	0,7	1,2	73,3	26,7
Новообразования неясной этиологии	111	5,3	–	52,3	47,7
Итого	2023	–	–	64,2	35,8

2. Паллиативные декомпрессивно-стабилизирующие операции, заключающиеся во внутриочаговой резекции опухоли и удалении элементов, сдавливающих нервные структуры с последующей инструментальной стабилизацией позвоночного столба; изолированные стабилизирующие операции для сохранения опороспособности позвоночника.

3. Минимально инвазивные вмешательства, такие как вертебропластика и радиочастотная абляция патологических очагов, направленные на купирование болевого синдрома и сохранение опороспособности позвоночника.

Опухоли позвоночника были разделены на три группы: 1) первичные, 2) метастатические (вторичные); 3) новообразования неясной этиологии. Внутри подгрупп опухоли разделялись в соответствии с гистологическим типом. В соответствии с третьей версией Международной классификации онкологических заболеваний (ICD-O-3)* среди первичных опухолей были выделены доброкачественные, промежуточные (с локально-агрессивным ростом) и злокачественные. Метастатические опухоли были разделены в соответствии с локализацией первичного очага. В группе новооб-

разований неясной этиологии гистологическая верификация опухолей проводилась в послеоперационном периоде.

Данные о гендерном и возрастном составе пациентов, локализации и гистологическому типу опухоли, наличии компрессии нервных структур и полученному лечению основного онкологического заболевания до операции на позвоночнике были взяты из медицинских карт пациентов.

Статистический анализ

Статистическую обработку проводили с использованием программной среды R версии 3.5.1. Для описательной статистики применяли табличное и графическое агрегирование данных. Для оценки качественных признаков использовали рандомизационный критерий Монте-Карло. Значение $p < 0,01$ считали статистически значимым.

Результаты

За 18-летний период (с 2000 по 2017 г.) 1229 (60,7%) пациентов проходили лечение по поводу метастатических опухолей, 683 (33,8%) — по поводу первичных и 111 (5,5%) — новообразований позвоночника неясной этиологии (рис. 1).

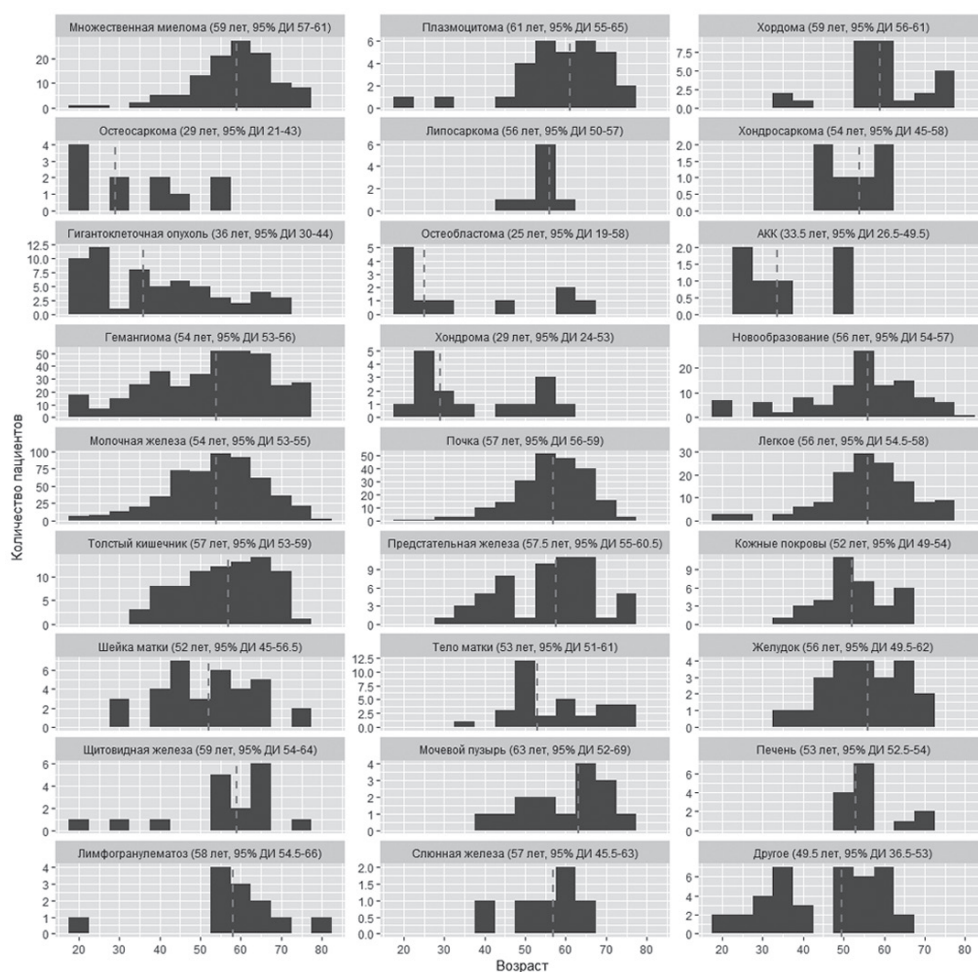


Рис. 1. Возрастная характеристика пациентов
Fig. 1. Age distribution of patients

* International Classification of Diseases for Oncology. ICD-O-3 Online. 2018. Available from: <http://codes.iarc.fr/>.

В раздел «Другое» были включены редкие типы опухолей — 40 (2%), в том числе первичные злокачественные (гемангиоэндотелиома — 5, саркома Юинга — 3, фибросаркома — 3), промежуточные (хондробластома — 5), доброкачественные (фиброзная дисплазия — 5, липома — 4). Источники вторичных опухолей: надпочечник — 3, яичник — 3, гайморова пазуха — 2, желчный пузырь — 2, мезентелиома плевры — 2, саркома мягких тканей — 2, небная миндалина — 1.

Для первичных опухолей позвоночника характерен молодой возраст пациентов, особенно в подгруппе новообразований с локально-агрессивным ростом (аневризмальная костная киста, гигантоклеточная опухоль, хондробластома). У трети пациентов — 704 (34,8%) — возраст превышал 60 лет. Возрастная структура представлена на рисунке 2. Наиболее частой локализацией поражения являлся грудной отдел позвоночника — 1164 (57,5%), затем поясничный — 574 (28,4%), шейный — 153 (7,6%) и крестцово-копчиковый — 132 (6,5%) (табл. 2).

Основными показаниями для хирургического лечения являлись: боль или неврологический де-

фицит, вызванные нестабильностью позвоночника на фоне опухолевого поражения, компрессией нервных структур разрастающейся опухолевой тканью или отломками позвонка при его патологическом переломе; боль, резистентная к другим видам лечения; наличие первичной опухоли позвоночника с локально-агрессивным или злокачественным ростом.

На болевой синдром предъявляли жалобы подавляющее большинство пациентов (92,8%). Компрессия нервных структур по клиническим проявлениям (неврологический дефицит, радикулопатия) и методам лучевой диагностики (интраканальное распространение) определялась у 255 (37,3%) больных с первичными опухолями, у 709 (57,7%) больных с метастатическими опухолями и у 83 (74,7%) больных с новообразованиями невыясненной этиологии ($p < 0,0001$).

В группе вторичных опухолей у 678 (60,4%) пациентов удален первичный очаг, 595 (53,8%) пациентов получали системную терапию основного заболевания, 324 (29,2%) пациентам проведена лучевая терапия вторичных очагов.

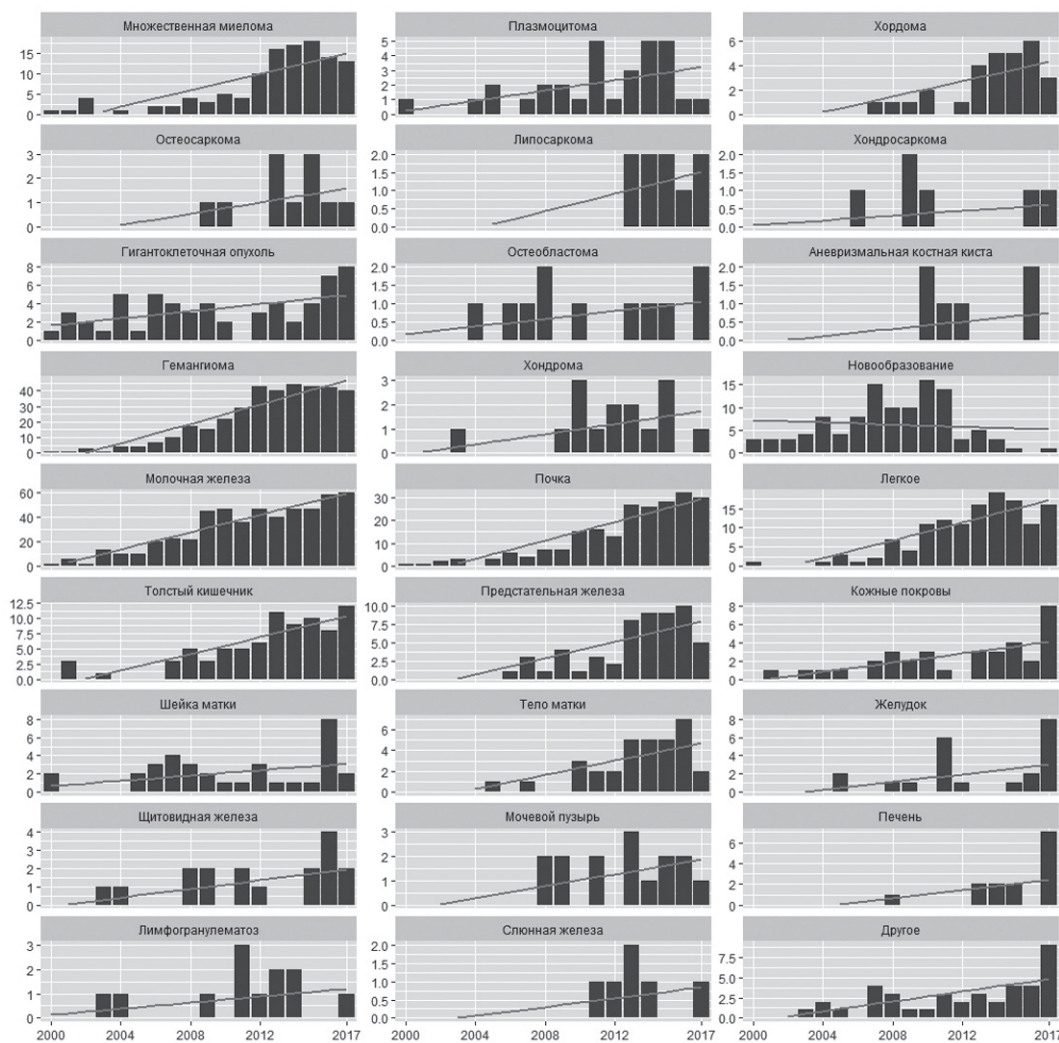


Рис. 2. Количество пациентов в год при каждом типе опухоли. Линией указан тренд на основе регрессионного анализа

Fig. 2. Annual frequency rate of each tumor type. Line indicates a trend based on regression analysis

Таблица 2

Локализация патологических очагов в позвоночнике

Тип опухоли	Шейный отдел, абс. ч. (%)	Грудной отдел, абс. ч. (%)	Поясничный отдел, абс. ч. (%)	Крестцовый отдел, абс. ч. (%)
Первичные	31 (4,5)	395 (57,8)	196 (28,7)	61 (8,9)
– злокачественные	20 (9,4)	94 (44,3)	59 (27,8)	39 (18,4)
– промежуточные	3 (3,7)	46 (56,8)	17 (21)	15 (18,5)
– доброкачественные	8 (2,1)	255 (65,4)	120 (30,8)	7 (1,8)
Метастатические	109 (8,9)	713 (58)	341 (27,7)	66 (5,4)
Новообразования	13 (11,7)	56 (50,5)	37 (33,3)	5 (4,5)
Всего	153 (7,6)	1164 (57,5)	574 (28,4)	132 (6,5)

Обсуждение

Деструкция элементов позвоночника на фоне опухолевого поражения может привести к потере опорной функции позвоночного столба и развитию компрессии нервных структур [10, 11]. Клинически это проявляется интенсивным болевым синдромом и неврологическим дефицитом, что приводит к ограничению повседневной деятельности и снижению уровня качества жизни пациентов [12].

Новообразования позвоночника могут возникать из местных источников — быть первичными опухолями костной, жировой, фиброзной, нервных тканей, нервных оболочек или смежных паравerteбральных мягких тканей и лимфатических сосудов. Либо новообразования попадают в позвоночник гематогенным или лимфатическим путем из отдаленных злокачественных очагов [13, 14].

Известно, что первичные опухоли позвоночника встречаются намного реже метастатических [8]. В нашем исследовании соотношение между первичными и вторичными опухолями менее выражено в связи с тем, что оценивались и пациенты с гемангиомами, которые так же подверглись хирургическому лечению. Причем все первичные новообразования были выявлены на стадии клинических проявлений: боль или неврологическая симптоматика.

Считается, что частота первичных опухолей позвоночника имеет возрастные колебания. Доброкачественные опухоли характерны для более молодых пациентов, с возрастом увеличивается частота злокачественных опухолей [15, 16]. Наши данные показывают достаточно равномерное распределение по всем возрастным категориям пациентов с доброкачественными опухолями. При этом среди пациентов с промежуточными

опухолями имелась явная тенденция к более молодому возрасту, по сравнению с пациентами со злокачественными новообразованиями. В группе злокачественных опухолей только пациенты с остеосаркомой были более молодыми.

По нашим данным, у пациентов с промежуточными и злокачественными опухолями чаще наблюдалось поражение крестцового отдела позвоночника, особенно у пациентов с хордовой, что соответствует данным литературы [18].

Среди первичных доброкачественных опухолей наиболее часто встречались гемангиомы (93,8%), которые, по данным литературы, обнаруживаются у четверти пациентов [18]. Общим признаком для симптоматических гемангиом являлся болевой синдром. В 12% случаев наблюдался агрессивный рост гемангиомы с мягкотканым компонентом, прорастающим в позвоночный канал и сдавливающим нервные структуры. Среди других доброкачественных новообразований встречались: хондрома, липома и фиброзная дисплазия. Подавляющее большинство доброкачественных новообразований позвоночника требуют только динамического наблюдения. Хирургическое вмешательство проводится в случае развития угрозы патологического перелома либо при контакте опухоли с элементами нервной системы [19].

Группа больных с промежуточными (локально-агрессивный рост) опухолями позвоночника была наименьшей в нашем исследовании, что объясняется редкостью патологии [20]. В этой группе наиболее часто (77%) наблюдалась компрессия нервных структур мягкотканым компонентом опухоли.

В группе первично-злокачественных новообразований позвоночника преобладали гематопозитические опухоли (множественная миелома, плазмацитома) и опухоли нотохорды (хордома).

Пациенты, прооперированные без гистологической верификации диагноза, составили группу новообразований позвоночника неясной этиологии. В период с 2000 по 2017 г. доля больных с новообразованиями неясной этиологии уменьшилась с 23,1 до 0,4%, отмечен отрицательный тренд. Это связано с увеличением онкологической настороженности, расширением практики применения современных методов диагностики (ПЭТ, КТ, МРТ), а также проведением пункционной биопсии для выявления гистологической характеристики опухоли.

Некоторые авторы отмечают, что метастазы рака молочной железы, рака простаты и рака легкого являются наиболее частой причиной опухолевого поражения позвоночника, что обусловлено широкой распространенностью этих заболеваний [21, 22]. По данным R.L. Siegel с соавторами, более половины онкологических заболеваний составляют вышеперечисленные опухоли [23]. По данным отечественных статистических исследований, ведущими локализациями злокачественных новообразований являлись кожные покровы, молочная железа и легкое [1]. Метастатическое поражение костей скелета встречается у 70–80% пациентов с раком молочной железы или раком простаты и у 40% пациентов с распространенным раком легкого [24].

В нашем исследовании у пациентов с онкологическими заболеваниями, получавших ортопедическую помощь, наиболее часто встречались метастазы рака молочной железы (43,6%), рака почки (18%) и рака легкого (10,7%). Соответственно, количество пациентов женского пола значительно преобладало среди пациентов со вторичными опухолями. Рак простаты и злокачественные опухоли кожных покровов встречались реже. Большую долю пациентов с раком почки в исследовании мы можем объяснить тем, что эти новообразования вызывают агрессивный литический процесс в кости, приводящий к нарушению опороспособности позвоночного столба, а также неврологическим осложнениям, требующим хирургического лечения. Кроме того, этот тип опухолевого процесса обладает радиорезистентностью, что также приводит к необходимости оперативного лечения.

Большинство гистологических типов опухолей позвоночника показали возрастающий тренд, который свидетельствует об увеличении абсолютного количества пациентов. С одной стороны, это связано с прогрессом в области общей диагностики онкологических заболеваний и вторичных изменений в костях в частности, что в большей степени касается первичных опухолей позвоночника. С другой стороны, риск развития симптоматических очагов в позвоночнике на фоне метастатического поражения пропорционально связан с увеличением

продолжительности жизни пациентов со злокачественными опухолями. Поскольку системная и лучевая терапия позволяют добиться контроля над метастатическими очагами в организме в целом и в позвоночнике в частности, вероятность развития ортопедических осложнений в виде патологических переломов позвонков может быть достаточно высокой [25–27]. В связи с этим хирургическое лечение ортопедических последствий длительное время сохранит свою актуальность.

Несмотря на глобальную положительную тенденцию последних лет в диагностике и лечении онкологических заболеваний, сохраняется высокая актуальность хирургической помощи, направленной на стабилизацию позвоночного столба и декомпрессию нервных структур. Абсолютное количество пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении, растет. Поражают позвоночник опухоли преимущественно вторичного характера, из них наиболее часто встречаются метастазы рака молочной железы, почки и легкого. Высокую распространенность имеют доброкачественные симптоматические гемангиомы. Первичные злокачественные опухоли представлены главным образом за счет множественной миеломы. Другие первичные злокачественные опухоли и опухоли с локально-агрессивным ростом встречаются достаточно редко.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Благодарность

Авторы выражают благодарность Усикову В.Д., Засульскому Ф.Ю., Магомедову Ш.Ш., Докишу М.Ю., Татаринцеву А.П., Роминскому С.П., Полякову Ю.Ю., Григорьеву П.В., Михайлову И.М. за предоставленные данные.

Литература [References]

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2017 г. (заболеваемость и смертность). М., 2018. С. 4–6. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2017 godu (zabolevaemost' i smertnost') [Malignant neoplasms in Russia in 2017 (morbidity and death)]. Moscow, 2018. P. 4–6.
- Perrin R.G., Laxton A.W. Metastatic spine disease: epidemiology, pathophysiology, and evaluation of patients. *Neurosurg Clin N Am.* 2004;15(4):365–373.
- Unni K.K., Inwards C.Y. Mayo Foundation for Medical Education and Research. Dahlin's bone tumors: general aspects and data on 10,165 cases. Wollters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2010. 402 p.
- Coleman R.E. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res.* 2006;12(20 Pt 2):6243s–6249s.

5. Sciubba D.M., Petteys R.J., Dekutoski M.B., Fisher C.G., Fehlings M.G., Ondra S.L. et al. Diagnosis and management of metastatic spine disease. A review. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(1):94-108. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09202.
6. Abrahm J.L., Banffy M.B., Harris M.B. Spinal cord compression in patients with advanced metastatic cancer: «all I care about is walking and living my life». *JAMA*. 2008;299(8):937-946. DOI: 10.1001/jama.299.8.937.
7. Chi J.H., Bydon A., Hsieh P., Witham T., Wolinsky J.P., Gokaslan Z.L. Epidemiology and demographics for primary vertebral tumors. *Neurosurg Clin N Am*. 2008;19(1):1-4.
8. Kelley S.P., Ashford R.U., Rao A.S., Dickson R.A. Primary bone tumours of the spine: a 42-year survey from the Leeds Regional Bone Tumour Registry. *Eur Spine J*. 2007;16(3):405-409. DOI: 10.1007/s00586-006-0188-7.
9. Мушкин А.Ю., Мальченко О. Онкологическая вертебрология: избранные вопросы. Новосибирск, 2012. С. 8.
Mushkin A.Yu., Mal'chenko O. Onkologicheskaya vertebrologiya: izbrannye voprosy [Oncological vertebrology: selected questions.]. Novosibirsk, 2012. P. 8.
10. Bucholtz J.D. Metastatic epidural spinal cord compression. *Semin Oncol Nurs*. 15(3):150-159. DOI: 10.1016/S0749-2081(99)80002-3.
11. Fournay D.R., Gokaslan Z.L. Spinal instability and deformity due to neoplastic conditions. *Neurosurg Focus*. 2003;14(1):e8.
12. Bilsky M.H., Laufer I., Burch S. Shifting paradigms in the treatment of metastatic spine disease. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(22 Suppl):S101-107. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bac4b2.
13. Sterling J.A., Edwards J.R., Martin T.J., Mundy G.R. Advances in the biology of bone metastasis: how the skeleton affects tumor behavior. *Bone*. 2011;48(1):6-15. DOI: 10.1016/j.bone.2010.07.015.
14. Boriani S., Weinstein J.N., Biagini R. Primary bone tumors of the spine. Terminology and surgical staging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(9):1036-1044.
15. Ropper A.E., Cahill K.S., Hanna J.W., McCarthy E.F., Gokaslan Z.L., Chi J.H. Primary vertebral tumors: a review of epidemiologic, histological, and imaging findings, Part I: benign tumors. *Neurosurgery*. 2011;69(6):1171-1180. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822b8107.
16. Ropper A.E., Cahill K.S., Hanna J.W., McCarthy E.F., Gokaslan Z.L., Chi J.H. Primary vertebral tumors: a review of epidemiologic, histological and imaging findings, part II: locally aggressive and malignant tumors. *Neurosurgery*. 2012;70(1):211-219; discussion 219. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822d5f17.
17. Sundaresan N., Rosen G., Boriani S. Primary malignant tumors of the spine. *Orthop Clin North Am*. 2009;40(1):21-36. DOI: 10.1016/j.ocl.2008.10.004.
18. Slon V., Stein D., Cohen H., Sella-Tunis T., May H., Hershkovitz I. Vertebral hemangiomas: their demographical characteristics, location along the spine and position within the vertebral body. *Eur Spine J*. 2015;24(10):2189-2195. DOI: 10.1007/s00586-015-4022-y.
19. Fisher C.G., Saravanja D.D., Dvorak M.F., Rampersaud Y.R., Clarkson P.W., Hurlbert J. et al. Surgical management of primary bone tumors of the spine: validation of an approach to enhance cure and reduce local recurrence. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(10):830-836. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e502e5.
20. Kelley S.P., Ashford R.U., Rao A.S., Dickson R.A. Primary bone tumours of the spine: a 42-year survey from the Leeds Regional Bone Tumour Registry. *Eur Spine J*. 2007;16(3):405-409.
21. Cole J.S., Patchell R.A. Metastatic epidural spinal cord compression. *Lancet Neurol*. 2008;7(5):459-466. DOI: 10.1016/S1474-4422(08)70089-9.
22. Prasad D., Schiff D. Malignant spinal-cord compression. *Lancet Oncol*. 2005;6(1):15-24. DOI: 10.1016/S1470-2045(04)01709-7.
23. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2018. *CA Cancer J Clin*. 2018;68(1):7-30. DOI: 10.3322/caac.21442.
24. Coleman R.E. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res*. 2006;12(20 Pt 2):6243s-6249s. DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-06-0931.
25. Беляев А.М., Гафтон Г.И., Киреева Г.С., Сенчик К.Ю., Гусейнов К.Д., Левченко Е.В. и др. Новые подходы к лечению злокачественных новообразований с использованием перфузионных технологий. *Вопросы онкологии*. 2016;(2):214-220.
Belyaev A.M., Gafton G.I., Kireeva G.S., Senchik K.Yu., Guseinov K.D., Levchenko E.V. et al. [New approaches to treatment for malignant tumors using perfusion technologies]. *Voprosy onkologii* [Problems in Oncology]. 2016;(2):214-220.
26. Chetty I.J., Martel M.K., Jaffray D.A., Benedict S.H., Hahn S.M., Berbeco R. et al. Technology for Innovation in Radiation Oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2015;93(3):485-492. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2015.07.007.
27. Schnipper L.E., Davidson N.E., Wollins D.S., Tyne C., Blayney D.W., Blum D. et al. American society of clinical oncology statement: a conceptual framework to assess the value of cancer treatment options. *J Clin Oncol*. 2015;33(23):2563-2577. DOI: 10.1200/JCO.2015.61.6706.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Заборовский Никита Сергеевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Пташников Дмитрий Александрович — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; заведующий кафедрой ортопедии и травматологии с курсом ВПХ, ФГБОУ ВО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Nikita S. Zaborovskii — Cand. Sci. (Med.), research fellow, Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitrii A. Ptashnikov — Dr. Sci. (Med.), professor, head of Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; head of Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Топузов Эльдар Эскендерович — д-р мед. наук, профессор, главный врач, СПбГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер»; заведующий кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург.

Левченко Евгений Владимирович — д-р мед. наук, заведующий хирургическим торакальным отделением, заведующий научным отделением торакальной онкологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Михайлов Дмитрий Аркадьевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Наталенко Кирилл Евгеньевич — врач-онколог онкологического отделения, ФБУЗ «Клиническая больница № 122 им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург

Eldar E. Topuzov — Dr. Sci. (Med.), professor, chief physician, St. Petersburg City Clinical Oncology Center; head of Hospital Surgery Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Evgeny V. Levchenko — Dr. Sci. (Med.), head of the Surgical Thoracic Department, Head of the Scientific Department of Thoracic Oncology, Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitrii A. Mikhaylov — Cand. Sci. (Med.), research fellow, Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Kirill E. Natalenko — orthopedic surgeon, Oncology Department, L.S. Sokolov Clinical Hospital No. 122, St. Petersburg, Russian Federation

Математическое моделирование состояния системы «кость-металлофиксатор» в процессе лечения чрезвертельных переломов бедренной кости

В.Э. Дубров¹, И.М. Щербаков¹, К.А. Сапрыкина¹, И.А. Кузькин²,
Д.А. Зюзин¹, Д.В. Яшин¹

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

² ООО «Хекса», Москва, Россия

Реферат

Актуальность — необходимость объективного обоснования выбора типа фиксации при лечении пациентов с чрезвертельными переломами бедренной кости. **Цель** — изучение изменения свойств консолидирующегося чрезвертельного перелома, фиксированного динамическим цефаломедуллярным штифтом, в условиях циклической динамической нагрузки. **Материал и методы.** Выполнено построение математической модели чрезвертельного перелома бедренной кости (типа А1 по классификации АО) в условиях фиксации динамическим цефаломедуллярным штифтом. Затем проведено исследование свойств системы (давление между отломками, механическое напряжение в кости и фиксаторе, амплитуда смещений, величина шеечно-диафизарного угла) в условиях виртуальной нагрузки весом тела 80 кг при различных степенях погружения динамического винта (от 10 до 0 мм). **Результаты.** В процессе укорочения оси шейки бедренной кости на 1 см стабильность системы «кость-металлофиксатор» увеличивается, на что указывает уменьшение максимальной амплитуды смещений в системе под нагрузкой на 16,8%, снижение максимального напряжения в элементах фиксатора на 20,2%, понижение давления в зоне контакта отломков на 19,8%. Кроме того, выявлено уменьшение шеечно-диафизарного угла на 2,8%. **Заключение.** Математическое моделирование системы «кость-металлофиксатор» в условиях динамического остеосинтеза показало, что потенциально происходит увеличение стабильности цефаломедуллярной системы и создаются благоприятные условия для консолидации перелома в условиях циклической нагрузки весом тела.

Ключевые слова: динамический цефаломедуллярный остеосинтез, перелом проксимального отдела бедренной кости, метод конечных элементов.

DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-113-121

Mathematical Modeling of the “Bone-Fixator” System during the Treatment of Intertrochanteric Fractures

V.E. Dubrov¹, I.M. Shcherbakov¹, K.A. Saprykina¹, I.A. Kuzkin²,
D.A. Zyuzin¹, D.V. Yashin¹

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

² Hexa LLC, Moscow, Russian Federation

Abstract

Relevance — the need for an objective justification in choosing the type of fixation in the treatment patients with pertrochanteric hip fractures. **Objective** — to study the changes in the properties of a consolidating trochanteric fracture fixed by a dynamic cephalomedullary nail when subjected to cyclic dynamic loads. **Materials and methods.** A mathematical model was developed for trochanteric fracture of the femur (A1 according to AO classification) when

Дубров В.Э., Щербаков И.М., Сапрыкина К.А., Кузькин И.А., Зюзин Д.А., Яшин Д.В. Математическое моделирование состояния системы «кость-металлофиксатор» в процессе лечения чрезвертельных переломов бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):113-121. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-113-121.

Cite as: Dubrov V.E., Shcherbakov I.M., Saprykina K.A., Kuzkin I.A., Zyuzin D.A., Yashin D.V. [Mathematical Modeling of the “Bone-Fixator” System during the Treatment of Intertrochanteric Fractures]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):113-121. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-113-121.

Щербаков Иван Михайлович / Ivan M. Shcherbakov; e-mail: imscherbackov@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 30.09.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 08.02.2019.

fixed with a dynamic cephalomedullary nail. Then, the properties of the system were studied (pressure between fragments, mechanical stress in the bone and fixation device, displacement amplitude, neck-diaphysis angle) under a virtual load of a 80 kg body at various amount of insertion of the dynamic screw (from 10 mm to 0 mm). **Results.** In the process of shortening the femoral neck axis by 1 cm, the stability of the 'bone-metal fixation device' system increases, as indicated by a decrease in the maximum amplitude of displacements in the system under load by 16.8%, a decrease in the maximum stress in the fixation elements by 20.2%, a decrease in pressure at the site of contact of fragments by 19.8%. In addition, there was a decrease in the neck-diaphysis angle by 2.8%. **Conclusion.** The mathematical modeling of the 'bone-metal fixation device' system simulating conditions of dynamic osteosynthesis showed that there is a potential increase in the stability of the cephalomedullary system and that favorable conditions are created for the consolidation of the fracture when subjected to cyclic load of body mass.

Keywords: dynamic cephalomedullary osteosynthesis, finite element analysis, trochanteric fractures.

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

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

Введение

Чрезвертельные переломы бедренной кости нарушают функцию тазобедренного сустава и приводят к существенному ограничению активности пациентов, а также необходимости посторонней помощи и ухода [1]. Увеличение доли населения старшего возраста и распространение остеопороза сопровождаются ростом абсолютного числа этих травм [2]. При этом лечение чрезвертельных переломов бедренной кости и их последствий представляет трудную и все ещё не решенную задачу, поскольку каждый метод лечения имеет как свои достоинства, так и свои недостатки [3].

В последние десятилетия все чаще при чрезвертельных переломах применяется остеосинтез фрагментов бедренной кости, позволяющий разрешить нагрузку на конечность до наступления сращения перелома [4]. При этом фиксаторы бывают статические (жесткие конструкции, полностью разгружающие зону перелома) и динамические (конструкции с заложенной возможностью смещения элементов, передающие часть нагрузки на зону перелома). В старшей возрастной группе ранняя активизация рассматривается как мера профилактики гипостатических осложнений и снижения смертности, однако среди пожилых людей часто встречаются пациенты, которые при ходьбе не могут ограничивать нагрузку весом тела на оперированную конечность.

Одним из возможных последствий регулярной циклической нагрузки на оперированную конечность может быть повышенная резорбция костной ткани в области перелома. В условиях динамической фиксации отломков эта резорбция приводит к уменьшению расстояния (т.н. офсета) между центром ротации головки и продольной осью диафиза бедренной кости, которое, по данным Y. Kawatani с соавторами, составляет от 0 до 19 мм со средним значением 6 мм [5]. При этом в случае консолидации перелома с выраженным уменьшением офсета происходит снижение силы мышц

в области проксимального отдела бедренной кости из-за сближения точек их начала и прикрепления, что приводит к появлению хронических болей и нарушению походки. В условиях статической фиксации, не допускающей смещения элементов фиксатора и отломков, неконтролируемая резорбция может нарушить процесс консолидации перелома и привести к миграции или деформации элементов фиксатора с вторичной потерей репозиции [4]. В связи с этим остается открытым вопрос, рассматривать ли вышеописанное явление в качестве осложнения применения динамизируемых фиксаторов или как приспособительный процесс, сопровождающий консолидацию перелома и опосредованно позволяющий избежать миграции элементов фиксатора, формирования деформаций и несращения?

В связи с этим **целью нашего исследования** является изучение изменений биомеханических свойств бедренной кости в условиях фиксации чрезвертельного перелома динамизируемым цефаломедуллярным штифтом при разных степенях укорочения офсета бедренной кости.

Материал и методы

На первом этапе исследования в модуле Abaqus/CAE программного комплекса Abaqus проводили построение математической объемной модели чрезвертельного перелома проксимального отдела бедренной кости 31-A1.1 по классификации АО/ASIF [6], или типа I по классификации Evans [7]. Для её построения использовали обобщенные результаты мультиспиральной компьютерной томографии (аппарат Toshiba Aquilion Multi 64, Япония) с целью дифференциальной диагностики характера повреждения бедренной кости при неясной рентгенографической картине. МСКТ была выполнена 12 пациентам, в том числе 8 (66,7%) женщинам и 4 (33,3%) мужчинам в возрасте 37–77 лет (средний возраст 66 лет) Данные МСКТ использовались для задания формы модели прокси-

мального отдела бедренной кости, распределения в объеме кортикальной и губчатой костной ткани и расположения плоскости перелома.

Перелом был виртуально зафиксирован титановым динамическим цефаломедуллярным фиксатором Targon PF. В модели использовали штифт длиной 180 мм, диаметром 14 мм, угол 130° с длиной втулки фиксатора 100 мм, длина динамического винта — 70 мм и антитротационного пина — 110 мм. Особенностью этого фиксатора является возможность свободного скольжения шеечного винта в фиксируемой в штифте втулке [5].

За исходное положение в модели принято состояние точной анатомической репозиции перелома в условиях фиксации цефаломедуллярным фиксатором, при этом динамический винт выстоял из втулки на 10 мм.

Моделям были заданы физико-механические свойства согласно данным литературы*. Упругие свойства материала полностью определяются двумя показателями — модулем упругости Юнга и коэффициентом Пуассона (табл. 1). При построении модели кости выделяли губчатый и кортикальный компоненты, обладающие различными физико-механическими свойствами.

На втором этапе проводили анализ системы «кость-металлофиксатор» с использованием ме-

тода конечных элементов. При помощи программных комплексов конечно-элементного анализа Abaqus (версия 6.10) была создана расчетная математическая модель с использованием десятиузловых изопараметрических тетраэдров с тремя степенями свободы в каждом узле. Общее количество элементов в системе составило 242 тыс., узлов — 112 тыс.

Нижний конец модели, приходящийся на среднюю треть диафиза бедренной кости, был виртуально зафиксирован относительно всех шести степеней свободы. К головке бедренной кости виртуально прикладывали силу, эквивалентную 80 кг, соответствующую усредненному весу тела [8]. В процессе моделирования рассматривали 6 вариантов погружения динамического винта: смещение на 0, 2, 4, 6, 8 и 10 мм относительно втулки винта, что соответствовало различным степеням укорочения оси шейки бедренной кости в процессе консолидации перелома. Для каждого варианта погружения динамического винта измеряемыми параметрами являлись амплитуда смещения элементов системы под нагрузкой, величина шеечно-диафизарного угла, давление в зоне контакта отломков и распределение напряжений по Мизесу в области металлофиксаторов и кости (табл. 2).

Таблица 1

Физико-механические свойства материалов моделей

Материал	Модуль упругости Юнга E, МПа	Коэффициент Пуассона
Кортикальный слой костной ткани	12000	0,3
Губчатый материал костной ткани	100	0,2
Имплантат (титан)	112000	0,32

Таблица 2

Характеристика измеряемых параметров системы «кость-металлофиксатор»

Измеряемый параметр	Характеристика параметра
Смещение элементов системы под нагрузкой	Амплитуда смещений проксимального отломка относительно дистального, мм
Шеечно-диафизарный угол	Угол между осью шейки бедренной кости и анатомической осью диафиза бедренной кости, градусы
Давление в зоне контакта костных отломков	Величина давления между проксимальным и дистальным отломком, возникающего в плоскости перелома при нагрузке, МПа
Напряжение Мизеса в элементах системы	Внутреннее напряжение, возникающее в элементах системы при деформациях, вызванных внешней нагрузкой, МПа

* Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя; под ред. И.Н. Жестковой — М. : Машиностроение, 2001. Т. 1. С. 262-263.

Для оценки напряженно-деформированного состояния материала использовали вычисление напряжений по Мизесу с учетом данных об основных тензорах напряженности. В нашем исследовании в качестве параметра предельного напряжения использовали предел текучести материала. Согласно теории Губера–Мизеса–Хенки при превышении эквивалентного напряжения предела текучести в материале возникают пластические деформации [9].

Статистический анализ. Статистическая обработка результатов проводилась путем вычисления коэффициента ранговой корреляции Спирмена (*r*) для определения наличия зависимости между глубиной погружения динамического винта и изменениями измеряемых параметров (давление в контакте отломков, смещение отломков, максимальное напряжение в металлофиксаторе).

Результаты

Графические изображения построенных математических моделей, использованных для проведения расчетов, и распределение напряжений по Мизесу в них представлены на рисунках 1–3.

Анализ напряженно-деформированного состояния системы «кость-металлофиксатор» под виртуальной нагрузкой, соответствующей усредненной массе человека 80 кг, показал повышенную концентрацию напряжения по Мизесу в области дистальной части плоскости перелома вблизи малого вертела, дуги Адамса и зоны контакта втулки винта и деротационного пина со штифтом. Однако не было обнаружено критических значений напряжения по Мизесу в костной ткани и металло-

фиксаторе, при которых следовало бы предполагать разрушение объектов.

В результате анализа математической модели системы «кость-металлофиксатор» в зависимости от степени погружения динамического винта были получены пределы амплитуды смещения элементов системы под нагрузкой, давления в контакте костных отломков, максимального напряжения в металлических имплантах и величина шеечно-диафизарного угла (табл. 3, рис. 4.),

В таблице представлены абсолютные величины и изменения параметров относительно нулевого уровня, под которым подразумевалось полное погружение динамического винта. Относительные величины вычисляли по формуле:

$$\frac{A_i - A_0}{A_0} \times 100\%,$$

где A_0 — значение параметра при полном погружении динамического винта; A_i — значение параметра при данном значении погружения динамического винта.

По результатам вычислений коэффициента корреляции была выявлена прямая линейная зависимость между степенью укорочения оси шейки бедренной кости (погружение динамического винта) и уменьшением измеряемых параметров: максимальной амплитуды смещения в системе «кость-металлофиксатор», давления между отломками и максимального напряжения в элементах фиксатора. Эта зависимость является сильной — коэффициент ранговой корреляции Спирмена $r = 0,99$ ($p < 0,05$) (см. рис. 4).

Таблица 3

Результаты вычисления параметров, представленных в таблице 2, в зависимости от динамизации перелома в процессе сращения (значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена *r* для всех параметров 0,99)

Параметр	Длина плеча, мм					
	0	2	4	6	8	10
Смещение элементов системы под нагрузкой, мм	1,88	1,91	2,0	2,07	2,13	2,2
Давление в контакте костных отломков, МПа	9,1	9,5	10,0	10,4	10,6	10,9
Максимальное напряжения в металлических имплантатах, МПа	226,3	228,2	237,8	250,5	261,4	272,0
Шеечно-диафизарный угол, град.	126,5	127,0	127,4	128,1	129,7	130,0

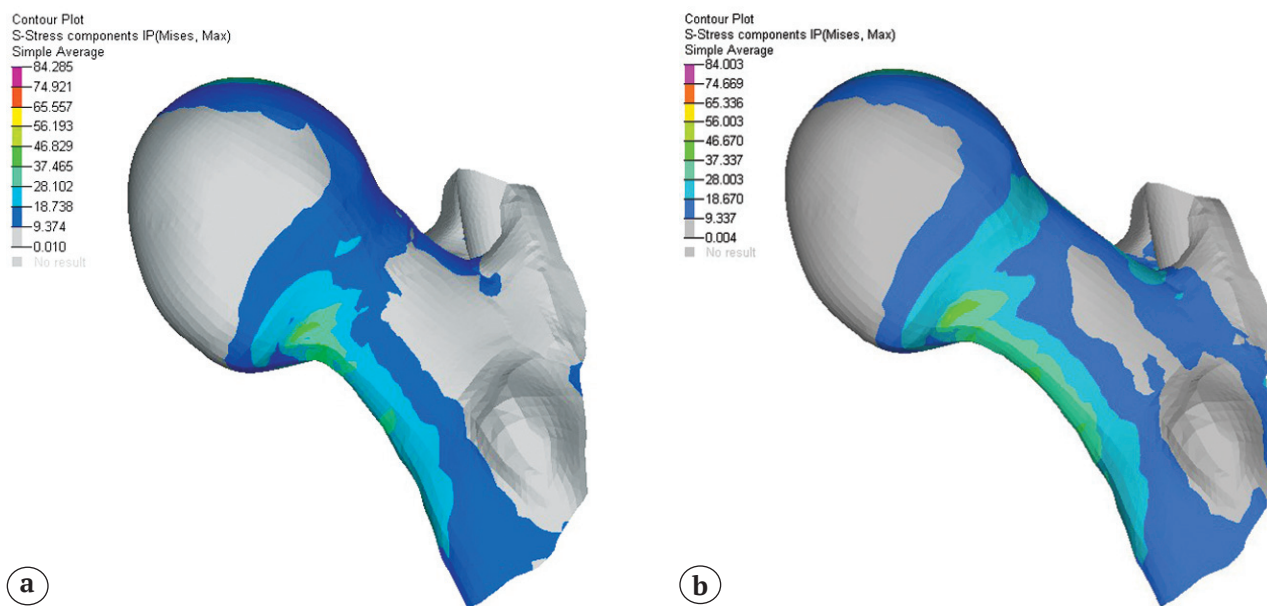


Рис. 1. Распределение максимальных напряжений по Мизесу в проксимальном отломке при длине плеча, равном 10 мм (а) и 0 мм (б)

Fig. 1. The distribution of the maximum von Mises stresses in the proximal fragment with a leverage length of 10 mm (a) and 0 mm (b)

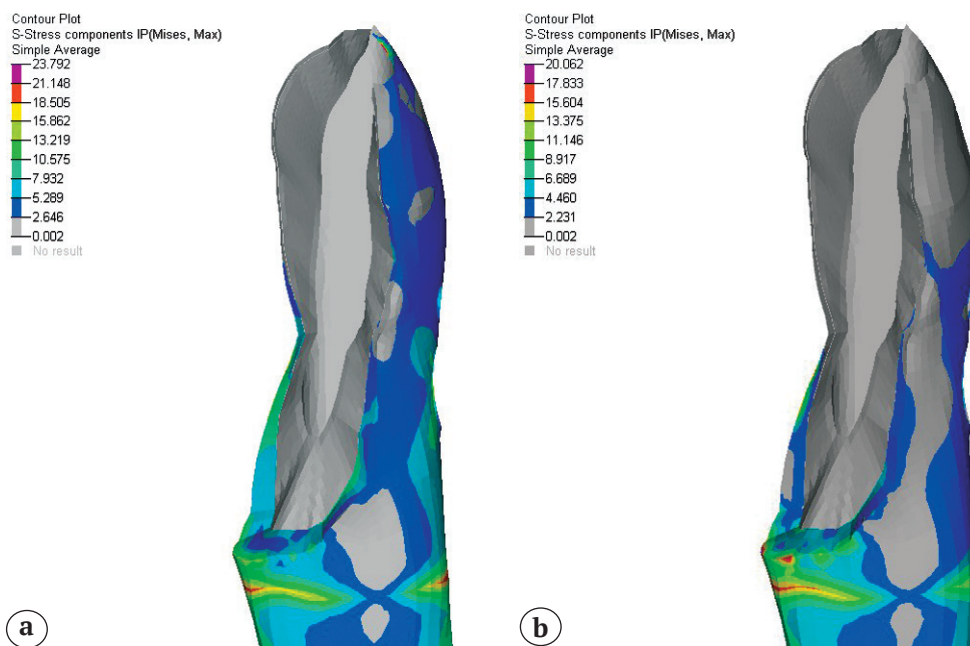


Рис. 2. Распределение максимальных напряжений по Мизесу в дистальном отломке (при длине плеча, равном 10 мм (а) и 0 мм (б))

Fig. 2. The distribution of the maximum von Mises stresses in the distal fragment with a leverage length of 10 mm (a) and 0 mm (b)

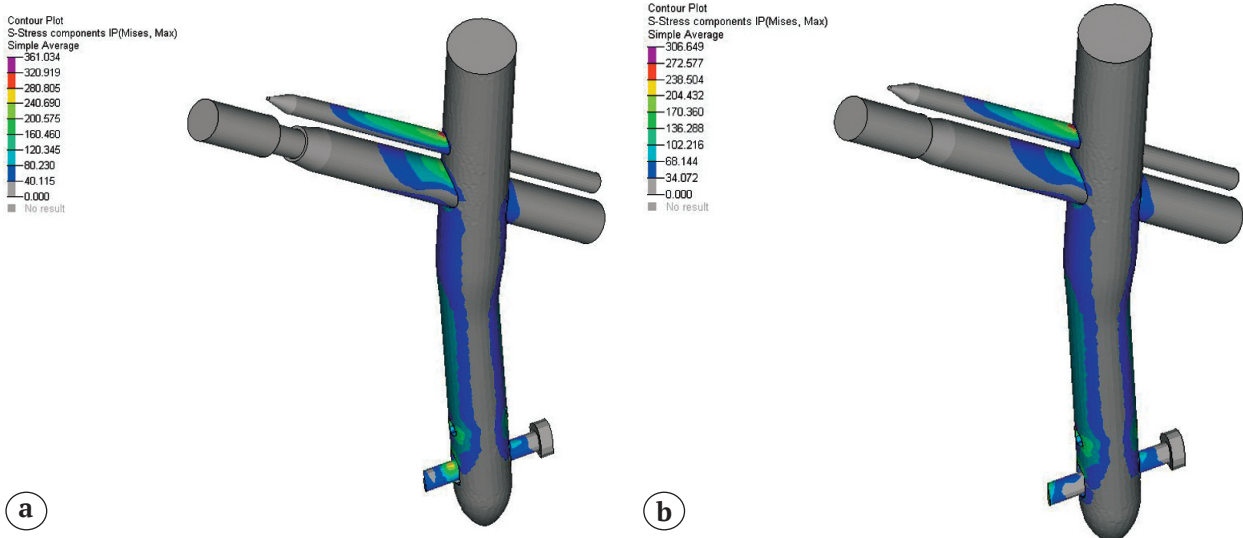


Рис. 3. Распределение максимальных напряжений по Мизесу в металлофиксаторе при длине плеча, равном 10 мм (а) и 0 мм (б)

Fig. 3. The distribution of the maximum von Mises stresses in the metal fixation device with a leverage length of 10 mm (a) and 0 mm (b)

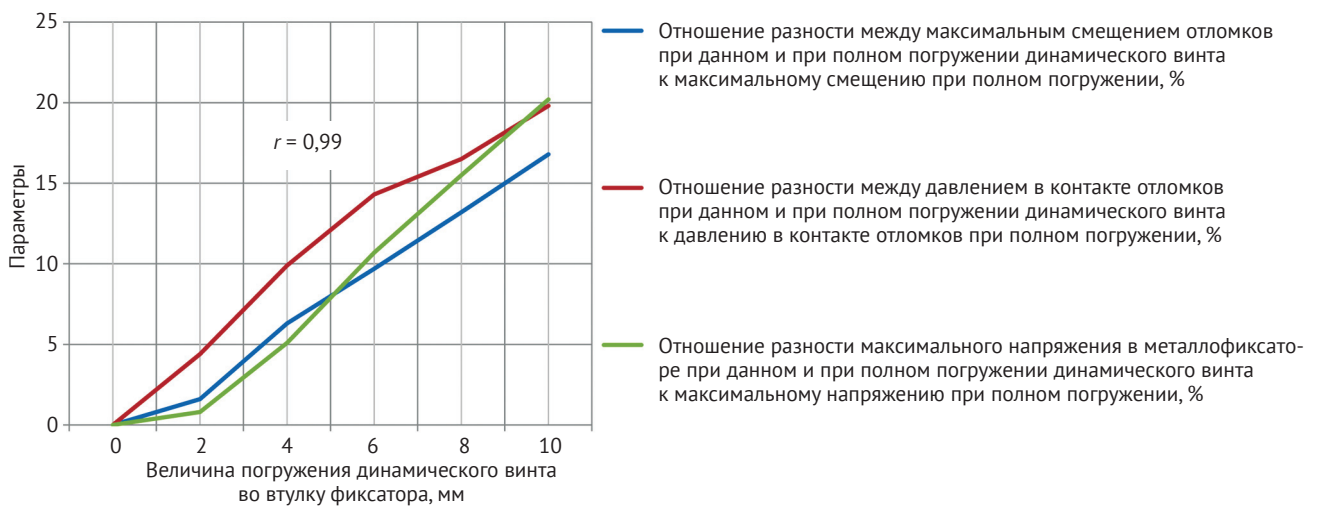


Рис. 4. Зависимость максимальной амплитуды смещения отломков, давления в контакте отломков и максимального напряжения в металлофиксаторе от величины погружения динамического винта (значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена r для всех параметров 0,99)

Fig. 4. Ratios of the maximum amplitude of the fragment displacement, the pressure at the contact of the fragments and the maximum stress in the metal fixation device to the value at the depth of insertion of the dynamic screw (the value of the Spearman's correlation coefficient r for all parameters is 0.99)

Обсуждение

Возникновение осложнений после оперативного лечения чрезвертельных переломов бедренной кости определяется комплексом как биологических (течение процесса консолидации перелома, качество костной ткани), так и механических (тип импланта, качество репозиции, взаиморасположение фиксатора и костных отломков в момент имплантации, режим нагрузки на конечность после операции) факторов, что, в конечном итоге, влияет на геометрию приложения сил и распределение нагрузок в кости и фиксаторе. Несмотря на постоянное обсуждение в литературе проблем объяснения и прогноза развития этих осложнений, единая концепция выбора лечебной тактики у пациентов с чрезвертельными переломами так и не сформирована [10–12].

Для формирования прогноза прочности какой-либо системы можно подвергнуть соответствующим нагрузкам образец, аналогичный кости по своим свойствам (материальную модель — трупная человеческая кость, кости животных или пластмассовые модели костей). Однако во всех этих экспериментах есть существенный недостаток — они не учитывают резорбцию костной ткани и изменение взаиморасположения отломков проксимального отдела бедренной кости в процессе консолидации перелома, поскольку точно смоделировать процесс укорочения оси шейки бедренной кости на одной и той же модели практически невозможно [13–19].

Этот недостаток можно нивелировать при математическом моделировании, в частности, применения метода конечных элементов, позволяющего учитывать изменения величины и направления нагрузок в системе «кость-металлофиксатор» [14, 20]. Однако в большинстве работ, посвященных конечно-элементному моделированию систем «кость-металлофиксатор», проводится изучение их свойств после установки фиксаторов и не учитывается последующее изменение геометрии системы [21–27]. Например, в исследовании J.M. Goffin с соавторами применены сходные параметры для создания модели и её тестирования [27]. При этом получены сходные результаты распределения нагрузок и деформаций в проксимальном отделе бедренной кости и металлофиксаторе. Однако отличием этой работы от нашей является моделирование переломов с различными размерами заднемедиального фрагмента с малым вертелом, что, по мнению авторов статьи, повышало нестабильность переломов, но пространственные изменения, происходящие с переломом в процессе консолидации, в расчетах не учитывались.

Проведенное моделирование естественного процесса укорочения оси шейки бедренной кости в процессе консолидации перелома с оценкой из-

менения механических свойств системы «кость-металлофиксатор» в этих условиях показало, что уменьшение напряжения по Мизесу в зоне «кость-фиксатор» свидетельствует о снижении риска разрушения элементов этой зоны при уменьшении оффсета бедренной кости (см. табл. 3, рис. 5). Снижение давления между отломками может свидетельствовать о потенциальном самоограничении процесса укорочения, если рассматривать циклическое повышение нагрузки на зону перелома как причину ускоренной резорбции. Уменьшение амплитуды смещений отломков можно рассматривать как возможный эквивалент повышения стабильности системы «кость-металлофиксатор». Этот факт может косвенно способствовать консолидации, поскольку избыточная подвижность нарушает васкуляризацию и созревание костной ткани в зоне перелома. Выявленное уменьшение шейечно-диафизарного угла может быть связано с ускоренной резорбцией кости в зонах повышенной нагрузки в области малого вертела и дуги Адамса.

Полученные данные в целом могут свидетельствовать о теоретическом преимуществе использования динамического цефаломедуллярного остеосинтеза при чрезвертельных переломах в условиях ранней полной нагрузки. Положительный эффект этого использования заключается в обеспечении аутокомпрессии зоны перелома за счет изменения положения элементов системы, а значит и создания, несмотря на резорбцию костной ткани, постоянного контакта костных фрагментов друг с другом [5, 21].

Но при этом не следует забывать и о негативных последствиях укорочения оси шейки бедренной кости — уменьшении шейечно-диафизарного угла с формированием варусной деформации проксимального отдела бедренной кости и укорочении расстояния между осью диафиза бедренной кости и центром ротации тазобедренного сустава (оффсета бедра). Все это в совокупности может привести к нарушению биомеханики в области тазобедренного сустава, наиболее ярким проявлением чего служит развитие симптома Тренделенбурга.

Сравнительные исследования с моделями чрезвертельных переломов в условиях статической фиксации не проводились ввиду незаложенной в их конструкции возможности динамизации, которая в случае развития избыточной резорбции костной ткани носит неконтролируемый характер и является осложнением.

Таким образом, полученные в настоящем исследовании факты позволяют сделать предположение, что динамическая фиксация может снизить частоту осложнений при лечении чрезвертельных переломов бедренной кости у пожилых пациентов, которым трудно соблюдать ортопедический режим в силу различных причин (снижение интел-

лекта, саркопения и др.). Это приводит к повышенным нагрузкам на зону перелома и увеличению степени укорочения оси шейки бедренной кости, однако для подтверждения этого факта требуются клинические исследования.

Математическое моделирование динамики взаиморасположения элементов системы «кость-металлофиксатор» в условиях динамического остеосинтеза показало возможность снижения максимальной амплитуды смещения отломков и уменьшения давления между ними, снижения напряжения в элементах фиксатора при уменьшении офсета бедренной кости. Этот факт можно рассматривать в качестве эквивалента увеличения стабильности цефаломедуллярной системы и создания благоприятных условий для консолидации перелома в условиях циклической нагрузки весом тела.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Dyer S.M., Crotty M., Fairhall N., Magaziner J., Beaupre L.A., Cameron I.D., Sherrington C. A critical review of the long-term disability outcomes following hip fracture. *BMC Geriatr.* 2016;2(16):158. DOI: 10.1186/s12877-016-0332-0.
- World Health Organization: WHO Global report on falls Prevention in older Age. 2007. Available from: <https://extranet.who.int/agefriendlyworld/wp-content/uploads/2014/06/WHO-Global-report-on-falls-prevention-in-older-age.pdf>.
- Bonnaire F., Weber A., Bösl O., Eckhardt C., Schwieger K., Linke B. [«Cutting out» in pertrochanteric fractures – problem of osteoporosis?] *Unfallchirurg.* 2007;110(5):425-432. (In German). DOI: 10.1007/s00113-007-1248-0.
- Windolf J., Hollander D.A., Hakimi M., Linhart W. Pitfalls and complications in the use of the proximal femoral nail. *Langenbecks Arch Surg.* 2005;390(1):59-65. DOI: 10.1007/s00423-004-0466-y.
- Kawatani Y., Nishida K., Anraku Y., Kunitake K., Tsutsumi Y. Clinical results of trochanteric fractures treated with the TARGON® proximal femur intramedullary nailing fixation system. *Injury.* 2011;42(4):22-27. DOI: 10.1016/S0020-1383(11)70008-0.
- Muller M.E., Allgower M., Schneider R., Willenegger H. Manual of Internal Fixation. Techniques Recommended by the AO Group, Ed. 3. New-York: Springer, 1991. 282-299.
- Evans E.M. The treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Br.* 1949;31(2):190-203.
- Anez-Bustillos L., Derikx L.C., Verdonschot N., Calderon N., Zurakowski D., Snyder B.D. et al. Finite element analysis and CT-based structural rigidity analysis to assess failure load in bones with simulated lytic defects. *Bone.* 2014;58:160-167. DOI: 10.1016/j.bone.2013.10.009.
- Noor S., Pridham C., Fawcett T., Barclay M., Feng Y.T., Hassan O., Pallister I. Finite element analysis modelling of proximal femoral fractures, including post-fixation periprosthetic fractures. *Injury.* 2013;44(6):791-795. DOI: 10.1016/j.injury.2012.10.023.
- Goffin J.M., Pankaj P., Simpson A.H. Are plasticity models required to predict relative risk of lag screw cut-out in finite element models of trochanteric fracture fixation? *J Biomech.* 2014;47(1):323-328. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2013.09.014.
- Ali A.A., Cristofolini L., Schileo E., Hu H., Taddei F., Kim R.H. et al. Specimen-specific modeling of hip fracture pattern and repair. *J Biomech.* 2014;47(2):536-543. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2013.10.033.
- Eberle S., Gerber C., von Oldenburg G., Hungerer S., Augat P. Type of hip fracture determines load share in intramedullary osteosynthesis. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(8):1972-1980. DOI: 10.1007/s11999-009-0800-3.
- Hambli R., Allaoui S. A robust 3D finite element simulation of human proximal femur progressive fracture under stance load with experimental validation. *Ann Biomed Eng.* 2013;41(12):2515-2527. DOI: 10.1007/s10439-013-0864-9.
- Helwig P., Faust G., Hindenlang U., Kröplin B., Eingartner C. Finite element analysis of a bone-implant system with the proximal femur nail. *Technol Health Care.* 2006;14(4-5):411-419. DOI: 10.1016/S0021-9290(06)84862-1.
- Koivumäki J.E., Thevenot J., Pulkkinen P., Kuhn V., Link T.M., Eckstein F., Jämsä T. CT-based finite element models can be used to estimate experimentally measured failure loads in the proximal femur. *Bone.* 2012;50(4):824-829. DOI: 10.1016/j.bone.2012.01.012.
- Hambli R. A quasi-brittle continuum damage finite element model of the human proximal femur based on element deletion. *Med Biol Eng Comput.* 2013;51(1-2):219-31. DOI: 10.1007/s11517-012-0986-5.
- Верховод А.Ю., Иванов Д.В. Применение метода конечных элементов для сравнительной оценки стабильности остеосинтеза оскольчатых диафизарных переломов костей голени блокируемыми интрамедуллярными стержнями и аппаратами наружной фиксации. *Современные проблемы науки и образования.* 2012;(4). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6905>. Verhovod A.Yu., Ivanov D.V. [Use of the final elements method for comparative evaluation of stability of the fragmental tibia fractures osteosynthesis by interlocking intramedullary nails and external fixator]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2012;(4). (In Russ.). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6905>.
- Канзюба А.И., Филиппенко В.А. Конечно-элементное моделирование остеосинтеза при переломах вертлужной впадины. *Травма.* 2003;4(4):417-423. Kanzuba A.I., Filippenko V.A. [Final element analysis of osteosynthesis in acetabular fractures]. *Trauma* [Trauma]. 2003;4(4):417-423. (In Russ.).
- Aspenberg P., Sandberg O. Distal radial fractures heal by direct woven bone formation. *Acta Orthop.* 2013; 84(3):297-300. DOI: 10.3109/17453674.2013.792769.
- van den Munckhof S., Zadpoor A.A. How accurately can we predict the fracture load of the proximal femur using finite element models? *ClinBiomech (Bristol, Avon).* 2014; 29(4):373-380. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2013.12.018.
- Mahaisavariya B., Chantapanich N., Riansuwan K., Sitthiseripratip K. Prevention of excessive medialisation of trochanteric fracture by a buttress screw: a novel method and finite element analysis. *J Med Assoc Thai.* 2014;97(Suppl 9):127-132.

22. Shih K.S., Hsu C.C., Hsu T.P. A biomechanical investigation of the effects of static fixation and dynamization after interlocking femoral nailing: a finite element study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(2): 46-53. DOI: 10.1097/TA.0b013e3182244027.
23. Ковалевская Д.В., Боблак О.Н., Яблоков С.В., Стрельченко Е.А., Овчинников И.А. Компьютерные технологии для биомеханического анализа остеосинтеза переломов проксимального отдела бедра. *Известия ЮФУ.* 2009;(9):98-102.
Kovalevskaya D.V., Boblak O.N., Yablokov S.V., Strelchenko E.A., Ovchinnikov I.A. [Computer technology for biomechanical analysis of proximal femur fractures' osteosynthesis]. *Izvestiya YUFU* [Proceedings of the South Federal University]. 2009;(9):98-102.
24. Helwig P., Faust G., Hindenlang U., Hirschmuller A., Konstantinidis L., Bahrs C. et al. Finite element analysis of four different implants inserted in different positions to stabilize an idealized trochanteric femoral fracture. *Injury.* 2009;40(3):288-295. DOI: 10.1016/j.injury.2008.08.016.
25. Papini M., Zdero R., Schemitsch E.H., Zalzal P. The biomechanics of human femurs in axial and torsional loading: comparison of finite element analysis, human cadaveric femurs, and synthetic femurs. *J Biomech Eng.* 2007;129(1):12-19. DOI: 10.1115/1.2401178.
26. Bowman K.F., Jr., Fox J., Sekiya J.K. A clinically relevant review of hip biomechanics. *Arthroscopy.* 2010;26(8): 1118-1129. DOI: 10.1016/j.arthro.2010.01.027.
27. Goffin J.M., Pankaj P., Simpson A.H. A computational study on the effect of fracture intrusion distance in three- and four-part trochanteric fractures treated with Gamma nail and sliding hip screw. *J Orthop Res.* 2014;32(1):39-45. DOI: 10.1002/jor.22469.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дубров Вадим Эрикович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Щербakov Иван Михайлович — аспирант кафедры общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Сапрыкина Ксения Андреевна — аспирант кафедры общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Кузькин Иван Анатольевич — ведущий инженер ООО «Хекса», Москва

Зюзин Дмитрий Александрович — аспирант кафедры общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Яшин Дмитрий Владимирович — ординатор кафедры общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Vadim E. Dubrov — Dr. Sci. (Med.), professor, chairman, Department of General and Specialized Surgery, School of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Ivan M. Shcherbakov — PhD student, Department of General and Specialized Surgery, School of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Kseniya A. Saprykina — PhD student, Department of General and Specialized Surgery, School of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Ivan A. Kuz'kin — principal engineer, «Hexa» Company, Moscow, Russian Federation

Dmitrii A. Zyuzin — PhD student, Department of General and Specialized Surgery, School of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Dmitrii V. Yashin — resident, Department of General and Specialized Surgery, School of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)

Р.М. Тихилов^{1,2}, И.И. Шубняков¹, А.О. Денисов¹

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

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Данная работа носит дискуссионный характер и не претендует на какой-либо уровень научной доказательности. **Цель** — определить, какая классификация дефектов вертлужной впадины на сегодняшний день является наиболее используемой при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава, и насколько точно эта классификация отражает реальную тяжесть дефекта и объективизирует выбор ревизионных компонентов. **Материал и методы.** Проведен поиск и анализ литературы в базах данных PubMed и eLIBRARY за последние пять лет. Отобрано 170 публикаций на английском, немецком и испанском языках и 15 публикаций на русском языке, в которых осуществлялось классифицирование дефектов вертлужной впадины. **Результаты.** Наиболее используемой оказалась классификация W. Paprosky, которая применялась в 65,9% иностранных публикаций и в 100% русскоязычных статей. Классификация AAOS использовалась в 22,9% случаев, Gross и Saleh — в 4,1%, Gustilo и Pasternak — 1,2%. В 5,9% работ применялось по две классификационные системы. Причиной популярности классификации Paprosky является возможность оценки тяжести дефекта по стандартным рентгенограммам таза как в дооперационном периоде, так и в последующем в ретроспективных исследованиях. В то же время, по данным литературы, достоверность (точность совпадения с интраоперационными находками) классификации Paprosky колеблется для разных отделов вертлужной впадины от 16 до 66%, а при оценке надежности (согласованности между разными специалистами) коэффициент kappa варьирует от 0,14 до 0,75 и зависит от опыта специалиста и характера дефекта. Одной из возможных причин расхождения в оценке степени тяжести дефекта являются ятрогенные и посттравматические изменения вертлужной впадины. Классификация Paprosky развивается с учетом дополнительных параметров, таких как характер дефекта (ограниченный или неограниченный) и непрерывность тазового кольца, позволяет сформировать полноценный алгоритм выбора ревизионных имплантатов и способа замещения дефекта, актуальный на сегодняшний день. В то же время, стремительное развитие цифровых технологий 3D-визуализации в значительной мере расширяют наши возможности предоперационной оценки дефектов и открывают перспективы для разработки новых классификаций, пользу которых еще предстоит оценить.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, классификации дефектов костной ткани, классификация Paprosky.

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):122-141. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

Cite as: Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O. [Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):122-141. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

Шубняков Игорь Иванович / Igor I. Shubnyakov; e-mail: shubnyakov@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 30.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 25.02.2019.

Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)

R.M. Tikhilov^{1,2}, I.I. Shubnyakov¹, A.O. Denisov¹

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

The present paper bears discussion in nature and doesn't claim for any scientific evidence. **The purpose** is to identify which classification of acetabular defects currently is the most employed in revision hip joint arthroplasty, and how precise this classification reflects the true defect severity and gives the objective grounds for selection of revision implants. **Materials and methods.** The authors conducted literature analysis in PubMed and eLIBRARY for the last five years. 170 publications in English, German and Spanish languages as well as 15 works in Russian language dedicated to classification of acetabular defects were selected. **Results.** W.Paprosky classification was found to be the most applicable, namely, in 65,9% of foreign publications and in 100% of Russian papers. AAOS classification was used in 22.9% of cases, Gross and Saleh — in 4.1%, Gustilo and Pasternak — in 1.2%. 5.9% publications reported use of two classifications. The reasons for Paprosky classification popularity is the possibility to evaluate defect basing on standard pelvis x-rays in preoperative stage as well as in retrospective research. At the same time, according to literature, the confidence of Paprosky classification (accuracy of correspondence to intraoperative findings) varies from 16 to 66% for different areas of acetabulum, and during reliability assessment (consistency between different specialists) kappa coefficient varies from 0.14 to 0.75 depending on experience of the specialist and specifics of the defect. One of the possible reason for discrepancies in assessment of defect grade are the iatrogenic and posttraumatic changes of the acetabulum. Nevertheless, Paprosky classification is evolving and, considering additional parameters, like type of defect (contained or non-contained) and pelvic ring continuity, it allows to create a full-fledge algorithm for selection of revision implants and defect replacement which is adequate to the up-to-date surgical needs. At the same time onrush of digital technologies of 3D-visualization considerably expands our possibilities for preoperative defects assessment and offers promising potential for development of new classifications, whose benefits are yet to be evaluated.

Keywords: revision hip joint arthroplasty, classification of bone defects, Paprosky classification.

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

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

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Количество случаев ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС) повсеместно увеличивается из года в год [1–4]. В некоторых странах с незначительным ежегодным увеличением общего числа операций эндопротезирования темпы прироста ревизионных вмешательств существенно опережают прирост первичных операций [3, 5]. В других странах, где продолжается интенсивное развитие первичного эндопротезирования ТБС, темп прироста ревизионных процедур существенно ниже, но тем не менее, общее количество таких операций ежегодно увеличивается [4, 6]. При этом ревизионные вмешательства требуют значительно более серьезной ресурсной базы — наличия специалистов, владеющих технологиями ревизионной артропластики; большого запаса разнообразных имплантатов; соответствующего инструментального обеспечения; возможностей для выполнения костной пластики, что в итоге существенно увеличивает экономиче-

ские затраты отдельных учреждений и государства в целом [5, 7–9]. В то же время результаты ревизионных операций далеки от желаемых — уровень осложнений на порядок выше, чем при первичных вмешательствах [10, 11, 12, 13], а пятилетняя выживаемость имплантатов после различных ревизий колеблется от 67,0 до 84,8% [14]. Несмотря на меняющуюся структуру показаний к ревизиям и увеличение значимости рецидивирующих вывихов и инфекции [3, 15], многочисленные национальные регистры артропластики демонстрируют, что основными причинами в течение многих лет остаются асептическое расшатывание и периимплантный остеолит, которые приводят к образованию дефектов костной ткани различной протяженности и локализации [16].

Предоперационное планирование ревизионного вмешательства предполагает точное понимание хирургом всех особенностей дефекта костной ткани для выработки оптимального решения, выбора

необходимых имплантатов и технологий замещения дефекта, а возможно, специальных инструментов или изготовления индивидуальных конструкций [17–21].

Для оценки периацетабулярной потери костной ткани при ревизионной артропластике были разработаны различные классификации. Основная цель этих классификаций — описание характерных особенностей дефектов для унификации принимаемых решений, а также возможность сравнения эффективности различных хирургических технологий в однотипных ситуациях. В основе одних классификаций лежат тип дефекта и объем потерянной костной ткани (Gross [22], Parry [23]), в основе других — анатомические маркеры, обеспечивающие более точное предоперационное планирование (Paprosky [24], AAOS [25], Gross в модификации Saleh [26]).

Основные вопросы, на которые мы хотели бы ответить в данной публикации:

1) какая классификация дефектов вертлужной впадины (BB) является наиболее используемой на сегодняшний день?

2) насколько точно эта классификация отражает реальную тяжесть дефекта и объективизирует выбор ревизионных компонентов?

3) нужны ли сегодня классификации в условиях возможности полной визуализации дефектов по данным современного КТ-исследования с 3D-моделированием изображения?

По мнению некоторых авторов, наиболее цитируемыми в литературе в настоящее время являются классификации Paprosky и AAOS [27–30]. Другие авторы также относят к часто используемым классификацию Saleh и Gross [30–33].

Мы выполнили анализ литературы за последние пять лет в базе PubMed по ключевым словам «acetabular revision» и «acetabular defect classifications». Анализу подвергались только полнотекстовые варианты статей. Из 956 публикаций информацию об использовании классификаций дефектов вертлужной впадины содержали 170 источников. В 112 (65,9%) из них использовалась классификация Paprosky, в 39 (22,9%) публикациях авторами применялась система AAOS, в 7 (4,1%) — Gross в модификации Saleh, в двух (1,2%) — Gustilo и Pasternak [34], а в 10 (5,9%) случаях применялись две классификационные системы.

Поиск проводился также в отечественной электронной научной библиотеке eLIBRARY. По запросам «дефекты вертлужной впадины» и «ревизия вертлужного компонента» было обнаружено 15 публикаций, содержащих информацию о классифицировании дефектов при ревизионном эндопротезировании. В 14 статьях использовалась классификация Paprosky, в реферате одной публикации было указание на классификацию AAOS, а в тексте статьи — на классификацию Paprosky.

Таким образом, можно констатировать, что в последние годы в подавляющем большинстве случаев с целью унификации дефектов используется классификация W. Paprosky, опубликованная еще в 1994 г. Эта классификационная система имеет четкие анатомические ориентиры, которые, по мнению многих авторов, обеспечивают высокую воспроизводимость, что и обеспечило ей наибольшую популярность среди хирургов [23]. Даже сам разработчик в одной из своих публикаций «скромно» замечает, что классификация Paprosky наиболее часто используется при определении локализации и степени потери кости вертлужной впадины [35].

В то же время, наиболее подробной из вышеназванных является классификация Американской академии ортопедических хирургов (AAOS) [25, 32], позволяющая достаточно точно локализовать дефект и представить его характер (сегментарный, кавитарный, комбинированный) (табл. 1). Однако данная классификация не отражает тяжести данных изменений: совсем не обязательно дефект III типа будет тяжелее дефекта II типа, а умеренной величины дефект II типа для ревизии значительно проще протяженного дефекта I типа. Соответственно, данная классификация лишь в незначительной степени определяет тактику замещения дефекта и технику реимплантации вертлужного компонента, что делает затруднительным оценку результатов использования различных хирургических решений в сходных по степени тяжести ситуациях [36].

В отличие от этой системы оценки, занимающей второе место по частоте цитирования, классификация Немецкого общества ортопедов (DGOT), опубликованная в 1997 г. [37] (табл. 2), в последние пять лет упоминается лишь один раз в исследовании К. Nogas с соавторами [31]. Данная классификация во многом перекликается с оценочной системой AAOS, но, к сожалению, в ней, как и в предыдущей классификации, плохо детализирована величина дефекта. Хотя в описании приводятся уточняющие пояснения, их применение на практике затруднено, а в предоперационном периоде практически невозможно. В частности, указывается, что типы дефектов II–IV являются односегментными. Определение типа осуществляется после соответствующей локализации ведущих дефектов. Во всех типах дефектов, кроме того, могут присутствовать простые полости и дефекты кости <50% других сегментов вертлужной впадины. Это правило также применяется к многосегментарным дефектам. Получается, что окончательная оценка в соответствии с этой классификацией возможна только во время операции после удаления вертлужного компонента. Данная система оценки построена более логично по степени тяжести, но

ввиду отсутствия указания на величину основного дефекта также содержит значительную долю субъективизма. Кроме того, в отличие от классификации AAOS, она является гораздо менее узнаваемой в англоязычной литературе.

Другие системы — Gross/Saleh, Gustilo-Pasternak и Paprosky ориентированы именно на степень тяжести, что делает их более интуитивно понятными для использования. При этом классификация Gross с дополнениями Saleh ориентирована на объем сохраняющейся кости вертлужной впадины и характер дефекта — ограниченный или неограниченный (в определенной степени аналог кавитарного и сегментарного дефектов), что не всегда возможно оценить по рентгенограммам и, соответственно, требует четкого интраоперационного контроля, и конечно крайне затруднительно при ретроспективном анализе рентгенограмм (табл. 3). Однако данная классификация представляет собой достаточно понятный алгоритм для принятия хирургических решений во время операции [32].

Градация тяжести дефектов по Gustilo и Pasternak [34] трижды использовалась в последние пять лет (два раза в качестве единственной системы оценки и один раз в сочетании с классификацией Paprosky) (табл. 4). На фоне других классификаций данная система оценки выглядит достаточно примитивной, с недостаточной конкретизацией визуализируемых изменений, свободным толкованием рентгенологических при-

знаков и весьма широким выбором возможных хирургических опций для любой из категорий.

В свою очередь, классификация Paprosky ориентирована именно на анализ обычных рентгенограмм и по описанию позволяет в значительной мере представить потенциальные технические трудности при выполнении ревизии и может в определенной степени служить алгоритмом для ревизионного ЭП ТБС, что и делает ее, пожалуй, наиболее интересной в клинической практике. Ориентируясь на четыре простых рентгенологических признака, каждый из которых характеризует изменения различных отделов вертлужной впадины, можно классифицировать любое состояние на основании стандартной рентгенограммы таза в прямой проекции (табл. 5). Непрерывная линия Kohler характеризует сохранность медиальной стенки и передней колонны, а любое захождение вертлужного компонента за данную линию свидетельствует о нарушении этих структур. Отчетливая «фигура слезы» также свидетельствует о сохранности медиальной стенки и, кроме того, нижней части передней и задней колонн. Остеолиз седалищной кости подразумевает повреждение задней стенки и задней колонны, а вертикальная миграция вертлужного компонента говорит о нарушении купола вертлужной впадины [36]. Однако обнаружение и интерпретация этих признаков не лишены субъективизма, что приводит к разночтению в оценке тяжести дефекта разными специалистами [23, 38].

Таблица 1

Классификация костных дефектов вертлужной впадины (AAOS) [25]

Тип	Формулировка	Описание
Тип I	Сегментарный дефицит	Потеря части рима вертлужной впадины или медиальной стенки
	Периферический: верхний передний задний	
Тип II	Центральный (отсутствие медиальной стенки)	Объемная потеря в костном веществе вертлужной впадины (костные полости)
	Кавитарный дефицит	
Тип III	Периферический: верхний передний задний	Сочетание сегментарной потери костной массы и костных полостей
	Центральный (медиальная стенка сохранена)	
Тип IV	Комбинированный сегментарно-кавитарный дефицит	Полное разделение между верхним и нижним аспектами вертлужной впадины
Тип V	Разобщение тазового кольца	
	Артродез	Артродез

Таблица 2

Классификация костных дефектов вертлужной впадины DGOT* [37]

Тип	Формулировка	Описание
Тип I	Простые полости	После удаления расшатанного вертлужного компонента кольцо вертлужного компонента остается сохраненным, крыша и края вертлужного компонента не повреждены
Тип II	Односегментарный центральный дефект	Сегментарный дефект медиальной стенки, который обычно развивается в результате центральной протрузии имплантата. Отмечается перфорация дна вертлужной впадины и, следовательно, значительное его ослабление. Остальная часть кольца не разрушена
Тип III	Односегментарный дефект крыши	Сегментарный дефект верхнего края вертлужной впадины в зоне основной нагрузки. Возникает после краниальной миграции расшатанной чашки. Костные структуры остальной части кольца вертлужной впадины практически не повреждены
Тип IV	Односегментарный дефект переднего или заднего краев вертлужной впадины	Этот сегментарный дефект кости расположен либо по переднему, либо по заднему краю вертлужной впадины. Как изолированный тип дефекта он встречается редко. Тем не менее, он должен быть указан по систематическим причинам. Главным образом, такой дефект встречается при посттравматических артрозах или при дисплазии
Тип V	Бисегментарный верхне-центральный дефект	Относительно распространенный тип дефекта кости верхнего края и дна вертлужной впадины, возникающий после кранио-центральной миграции расшатанной чашки
Тип VI	Трехсегментарный дефект (крыша, дно и край вертлужной впадины)	В этом дефекте кости, в дополнение к комбинированному дефекту V типа, обнаруживается дефект переднего или заднего края
Тип VII	Нестабильность тазового кольца	При этом дефекте нет костного соединения между верхней и нижней частями вертлужной впадины. Эти сегменты могут перемещаться относительно друг друга, отмечается полная нестабильность тазового кольца. Передняя и задняя стенки имеют дефекты

* DGOT – Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie.

Таблица 3

Классификация костных дефектов вертлужной впадины A. Gross с дополнениями K. Saleh [22, 26] и предлагаемые клинические решения [32]

Тип	Описание	Опции для реконструкции
Тип I	Нет существенной потери костного запаса	Бесцементный или цементируемый полукруглый вертлужный компонент
Тип II	Ограниченный дефект, имеются кавитарные расширения вертлужной впадины, но без дефицита стенок	Бесцементный полукруглый вертлужный компонент или импакционная костная пластика
Тип III	Неограниченный дефект кости с сегментарной потерей вертлужной впадины <50%, включающий (a) переднюю или (b) заднюю колонну	Бесцементный полукруглый вертлужный компонент и небольшой структурный трансплантат или металлический аугментат
Тип IV	Неограниченный дефект кости с сегментарной потерей >50% вертлужной впадины, затрагивающий как переднюю, так и заднюю колонны Если костный дефект составляет >50% вертлужной впадины и затрагивает в основном медиальную стенку, но колонны не повреждены, то этот дефект относится ко II типу вследствие доступности колонн для реконструкции	Большой структурный трансплантат, защищенный реконструктивным кейджем или металлический аугмент, также защищенный кейджем
Тип V	Разобщение тазового кольца с неограниченным дефектом кости	Система «cup-cage» с большим структурным трансплантатом или металлическими аугментами

Таблица 4

Классификация костных дефектов вертлужной впадины Gustilo и Pasternak [34]

Тип	Описание
Тип I	Рентгенопрозрачные линии вокруг вертлужного компонента, минимальная потеря кости
Тип II	Серьезное расширение вертлужной впадины Отмечается истончение стенок вертлужной впадины
Тип III	Передняя, верхняя и/или центральная потеря кости, вызывающая нестабильность имплантата
Тип IV	Разрушение вертлужной впадины с переломом или тяжелой потерей костной ткани

Таблица 5

Классификация костных дефектов вертлужной впадины Paprosky [24] с последующими уточнениями [39, 40]

Тип	Рентгеновские признаки				Интерпретация
	Миграция центра ротации бедренного компонента	Остеолиз седалищной кости	«Фигура слезы»	Линия Kohler	
Тип I	Минимальная или отсутствует	Отсутствует	Интактна	Интактна	Ацетабулярный рим и обе колонны интактны, имеются небольшие ограниченные дефекты; контакт с костью >90%
Тип IIa	Невыраженная	Незначительный (<7 мм)	Интактна	Интактна	Незначительный верхний дефект; контакт с костью 80–90%
Тип IIb	Умеренная (<3 см)	Незначительный (<7 мм)	Умеренный лизис	Интактна	Верхне-наружное смещение не более 3 см; контакт с костью >60%
Тип IIc	Медиальная (< 2 см)	Невыраженный (<7 мм)	Лизис от умеренного (потеря латерального контура) до тяжелого (потеря медиального контура)	Умеренно нарушена	Изолированная медиальная миграция, рим сохранен, нарушена линия Kohler
Тип IIIa	Значительная кранио-латеральная (>3 см)	Минимальный (7–14 мм)	Умеренный лизис (потеря латерального контура)	Не нарушена	Значительное верхнее смещение, нарушен рим, но не более чем на 1/2 диаметра, «фигура слезы» визуализируется с трудом, минимальный остеолиз седалищной кости; контакт с костью <60%
Тип IIIb	Выраженная кранио-медиальная (>3 см)	Выраженный (≥15 мм)	Выраженный лизис (потеря медиального контура)	Значительно нарушена	Тяжелый дефект — сохранены лишь остатки колонн; контакт с костью менее 40%

Любая классификация оценивается по надежности, или точности воспроизведения (в нашем случае, насколько одинаково различные эксперты оценивают одни и те же рентгенограммы — *прим. авторов*), и достоверности (валидности) — насколько точно установленный по рентгенограммам дефект соответствует интраоперационным данным. Для оценки этих двух показателей используется коэффициент каппа* (κ), где нулевое значение говорит о крайне малой вероятности связи явлений, а показатель, близкий к единице, свидетельствует о практически полном совпадении двух мнений или явлений.

Попытки проверить надежность и достоверность классификации Paprosky предпринимались неоднократно. Интересное исследование было представлено еще в 1996 г. J. Jerosch с соавторами: 350 рентгенограмм оценивались шестью хирургами с различным профессиональным опытом. Оценка повреждения рима вертлужной впадины была корректно выполнена только в 66% случаев, интерпретация признаков потери костной массы была еще хуже — медиальные дефекты были адекватно оценены только в 49%. В целом точность дооперационной верификации дефектов составила 25%, она улучшалась с опытом хирурга и уменьшалась с тяжестью дефекта вертлужной впадины, опускаясь до 16%, причем согласованность между экспертами была весьма умеренной ($\kappa = 0,54$) [41]. В то время как сам W. Paprosky с соавторами показали в своей оригинальной статье, что предоперационная оценка дефекта совпала с интраоперационным результатом в 100% при I типе дефектов, в 89% — при II типе и в 95% — при III типе [24], другие исследовательские группы оказались не в состоянии достичь такой же сопоставимости [40, 42]. Однако количественный анализ изменений, выполненный R. Yu с соавторами, позволил существенно уточнить словесную градацию «умеренный», «выраженный» и пр. [40]. В их исследовании более серьезный рентгенологический дефект «фигуры слезы» был связан с большей величиной интраоперационных дефектов ($p = 0,0015$), более серьезное нарушение линии Kohler было ассоциировано с большей зоной интраоперационных дефектов ($p = 0,0011$), более тяжелый верхний рентгенологический дефект был связан с большей областью дефекта верхнего отдела вертлужной впадины во время операции ($p < 0,0001$). В то же время не было получено значимой связи между выраженностью остеолита седалищной кости и четырьмя градациями в соответствии с класси-

фикацией ($p = 0,21$), но тяжелые интраоперационные дефекты на предоперационных рентгенограммах оценивались как выраженные.

Сведения о надежности классификации Paprosky также крайне противоречивы — коэффициент каппа (κ) колеблется от 0,14 до 0,75, наиболее часто встречались значения от 0,4 до 0,6 [18, 23, 40, 42]. Причиной такой гетерогенности является субъективизм в оценке классификации, трудности определения анатомических маркеров на рентгенограммах, сложности интерпретации самой рентгенологической картины. Другие исследователи также подчеркивают важность обучения пользованию классификации. Коэффициент κ увеличился с 0,66 до 0,71 после обучения и повторного анализа рентгенограмм, тогда как без обучения коэффициент каппа увеличился незначительно с 0,50 до 0,53, и данные изменения были статистически незначимыми [40]. В целом большинство авторов сходятся во мнении, что классификация Paprosky является валидной, однако несет большую долю субъективизма и нуждается в стандартном и объективном протоколе регистрации измеряемых данных [31, 42].

В то же время нельзя забывать, что эта классификация разрабатывалась для периацетабулярных дефектов костной ткани, вызванных именно остеолитом и расшатыванием вертлужного компонента, и практически не учитывает особенности ятрогенных и посттравматических ревизионных дефектов [38]. Кроме того, в основе классификации лежит оценка рентгенограмм таза в передне-задней проекции, а за практически 25-летнюю историю использования этой классификации в практике появились возможности построения объемных виртуальных моделей вертлужной впадины на основе КТ-изображения, что существенно расширило наши представления и возможности. Еще в 2003 г. в кадаверном исследовании A.M. Claus с коллегами показали, что точность оценки перипротезного остеолита на стандартной рентгенограмме таза не превышает 40%, но может быть увеличена до 70% при выполнении дополнительных проекций. В частности, небольшие перипротезные дефекты, расположенные в седалищной кости или крае вертлужной впадины, было трудно обнаружить на одной рентгенограмме, чувствительность составила приблизительно 15% [43]. Другие исследования *ex vivo* с использованием тазобедренных моделей таза показывают аналогичные результаты, ставя под сомнение надежность отдельных рентгенограмм для визуализации дефектов вертлужной впадины [44].

* Коэффициент каппа Козна (κ) вычисляется для таблиц сопряженности, в которых применяются одинаковые числовые кодировки для переменных строк и столбцов. Типичный случай применения этого критерия — оценка людей или объектов двумя экспертами. В таком случае κ измеряет степень согласия между экспертами, оценивающими одни и те же объекты.

Конечно, множественные уточнения, сделанные в последующих работах, позволили конкретизировать оценку различных признаков и повысить точность воспроизводимости классификации, а с учетом дополнительных параметров (сегментарный или кавитарный характер дефектов)

и оценки непрерывности тазового кольца делает возможным представить данную классификацию как полноценный алгоритм замещения дефектов и выбора имплантатов в различных клинических ситуациях (рис. 1) [45].

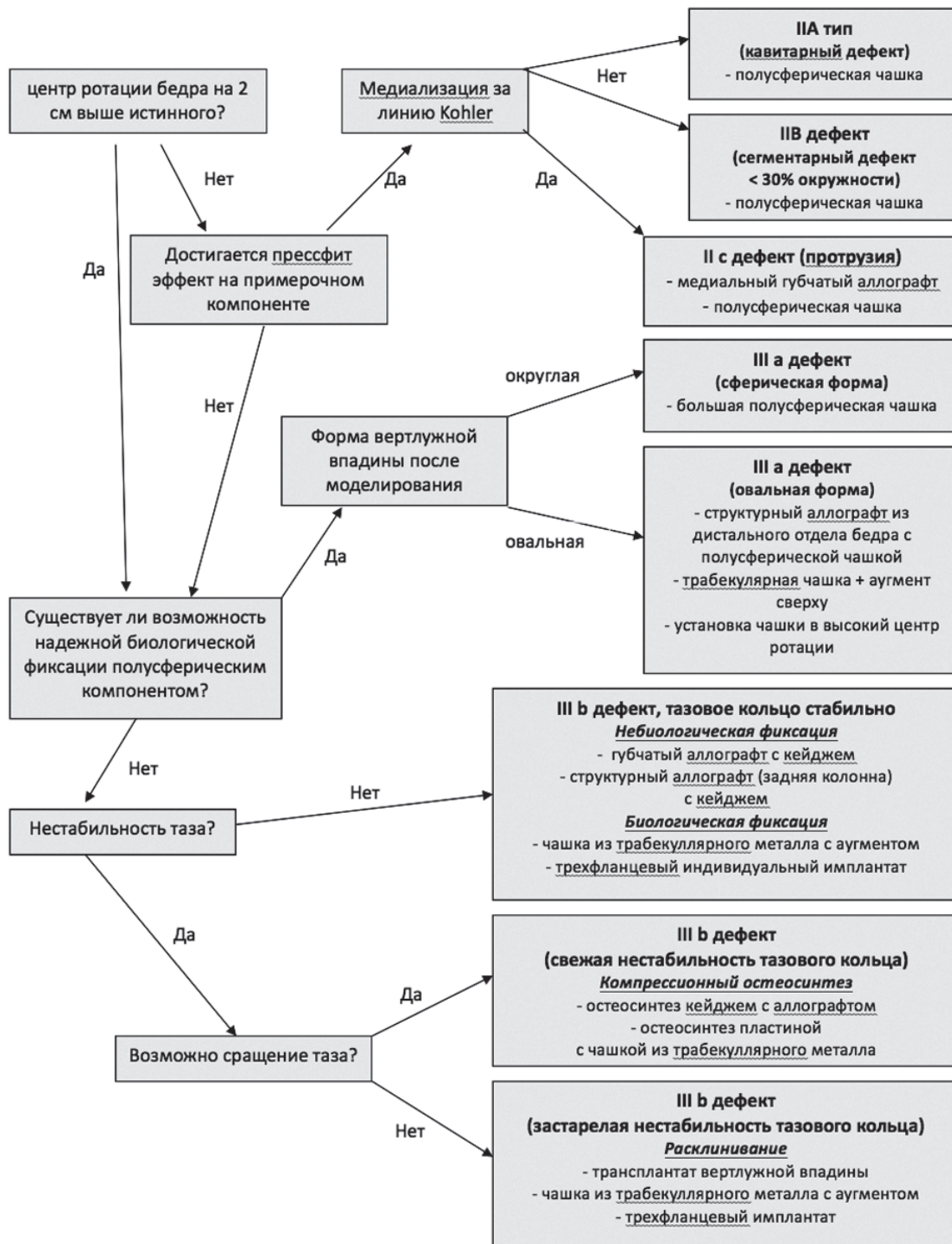


Рис. 1. Алгоритм лечения ацетабулярных дефектов (с любезного согласия W. Paprosky) [45]

Fig. 1. Algorithm of treatment for acetabular defects (by the courtesy of W. Paprosky) [45]

И тем не менее, даже разработчики этой классификации в последних работах отмечают необходимость дополнительной оценки дефектов с использованием технологий 3D-моделирования на основе данных компьютерной томографии для повышения точности визуализации и возможности подготовки персонализированных имплантов [46].

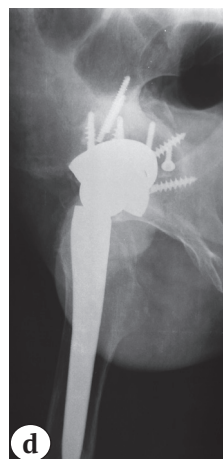
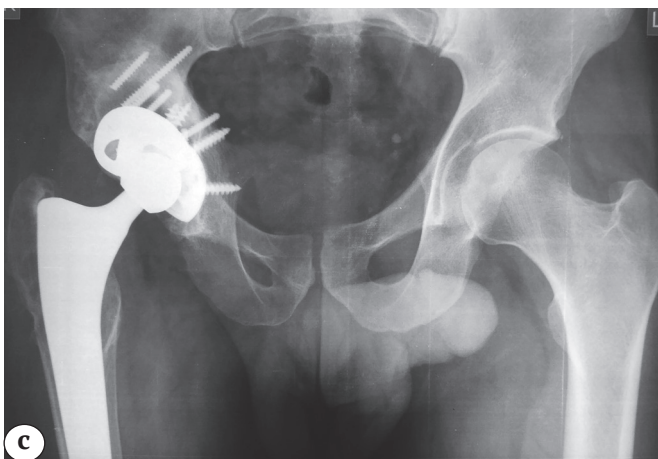
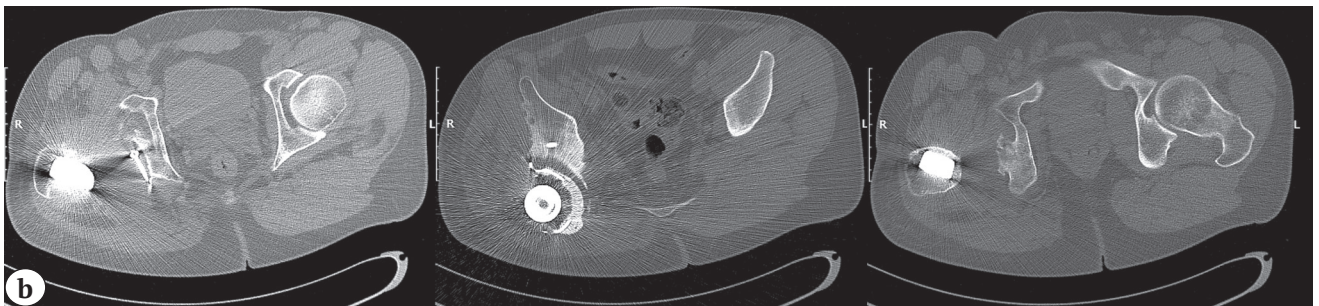
В нашей практике нередко возникают расхождения между специалистами в оценке степени тяжести дефекта из-за несоответствия общепринятой интерпретации рентгенологических признаков и реальной сложности ревизионной операции. Такие разночтения чаще всего возникают при оценке ятрогенных и посттравматических дефектов. В качестве иллюстрации можно привести

рентгенограммы пациента 28 лет, которому двумя годами ранее в другом лечебном учреждении было выполнено тотальное эндопротезирование по поводу последствий перелома вертлужной впадины (рис. 2). Смещение чашки и, соответственно, центра ротации вверх значительно более 3 см, остеолит седяльной кости отсутствует, «фигура слезы» несколько деформирована, но визуализируется, нарушение линии Kohler определить невозможно ввиду смещения всей задней колонны. В равной степени данный дефект можно отнести к типу IIIa и IIIb. В то же время, на КТ видно, что чашка изначально была установлена со смещением вверх и кзади, дефекта внутренней стенки вертлужной впадины нет. При операции выполнено формирование ложа чашки близко к истинному центру ротации, контакт с подлежащей костью около 65%. Сначала установлен вертлужный компонент, получена надежная фиксация, но, учитывая значительное недопокрытие задне-верхней части (около



Рис. 2. Рентгенограммы и данные КТ пациента 28 лет с расшатыванием вертлужного компонента и последствиями перелома вертлужной впадины:
a, b — до ревизии;
c, d — через два года после ее выполнения

Fig. 2. X-rays and CT scans of male patient, 28 y.o., with loosening of acetabular component and consequences of acetabular fracture:
a, b — prior to revision;
c, d — two years after revision



35%), вторым этапом установлен металлический аугмент с обеспечением его связи с чашкой посредством костного цемента. Данное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует невозможность оценки характера дефекта и его классифицирования с помощью рентгеноанатомических маркеров, используемых в классификации Paprosky.

Другим примером являются ситуации ятрогенного формирования дефектов, когда видимые на стандартных рентгенограммах таза признаки не отражают реальной тяжести дефекта. В частности, формирование высокого центра ротации при тяжелой дисплазии является одной из распространенных методик эндопротезирования [47, 48]. Однако расшатывание высоко установленного вертлужного компонента можно рассматривать сразу как дефект типа IIIa, несмотря на то, что в реальности нижние отделы впадины не пострадали совсем и сохраняют условия для надежной первичной фиксации и перспективы для дальнейшей остеоинтеграции. На рентгенограммах пациентки 55 лет после многократных операций с установкой вертлужного компонента в ложную вертлужную впадину определяется краниальное смещение чашки приблизительно на 7 см. На момент ревизионной операции имелся дефект верхней стенки впадины, тогда как лизис внутренней и задней стенок отсутствовал. Формально это дефект типа IIIa, тогда как по сути анатомических изменений он этому типу соответствует не полностью — нижние структуры впадины остаются малоизмененными и позволяют сформировать хорошее ложе для бесцементной чашки (рис. 3).

Может наблюдаться и обратная ситуация, когда незначительный на первый взгляд дефект в области дна (тип IIc по классификации Paprosky) является «замаскированным» тяжелым дефектом IIIb типа. Данный клинический пример был любезно

предоставлен нашим коллегой из другого лечебного учреждения.

Пациентка 47 лет с двусторонним врожденным вывихом ранее оперирована на левом суставе (укорачивающая остеотомия по Paavilainen) (рис. 4). При операции на правом суставе с аналогичной хирургической техникой произошел перелом дна, выполнена костная пластика и осуществлена дополнительная фиксация чашки винтами. На рентгенограммах после операции определяется медиальная миграция менее 2 см, вертикальная миграция незначительная,стораживает только полное разрушение «фигуры слезы», что является допустимым для IIc типа. Естественно, что лизис седалищной кости отсутствует. Однако на следующий день произошла дальнейшая миграция вертлужного компонента, и ситуация стала существенно хуже, что потребовало выполнения сложной реконструкции титановой сеткой с импакционной костной аллопластикой.

Еще одним примером несоответствия видимой тяжести дефекта реальной картине является рентгенограмма таза пациента 56 лет. Через 13 лет после первичного эндопротезирования ТБС пациент поступил для ревизии по поводу выраженного износа полиэтиленового вкладыша и перипротезного остеолита (рис. 5 a, b, c). На рентгенограммах таза и тазобедренного сустава в прямой и боковой проекциях определяется значительное остеолитическое поражение проксимального отдела бедренной кости и умеренный ретроацетабулярный остеолит. Нарушения линии Kohler нет, остеолит седалищной кости минимальный, внутренний контур «фигуры слезы» не нарушен, латеральный не визуализируется (возможно, из-за наложения чашки, возможно — вследствие остеолита), медиальное смещение центра ротации только в пределах износа полиэтиленового вкладыша.

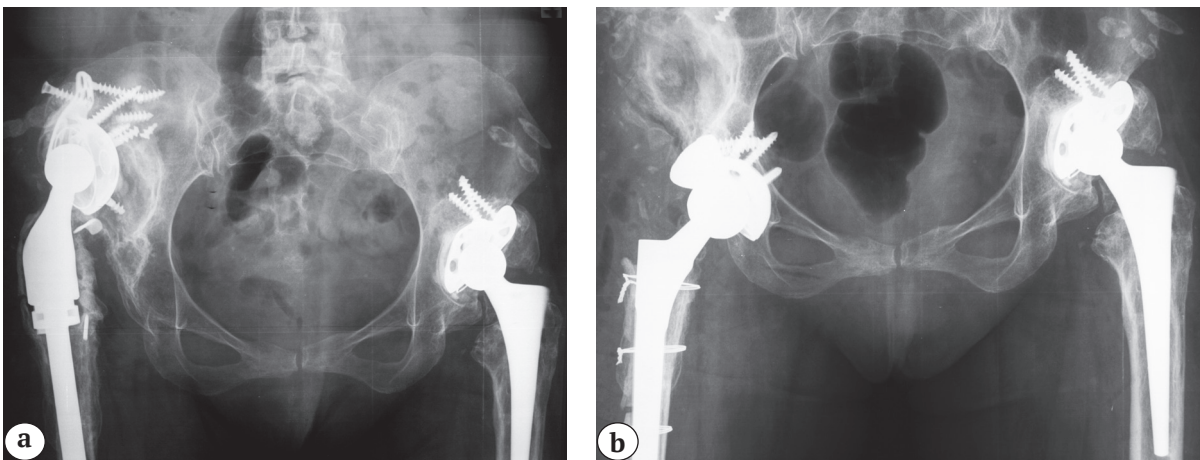


Рис. 3. Рентгенограммы пациентки 55 лет: а — при поступлении; б — после ревизии

Fig. 3. X-rays of female patient, 55 y.o.: a — at admission; b — after revision

По классификации Paprosky, дефект может быть классифицирован максимум как IIb, а возможно и IIa. Во время операции после удаления вкладыша было обнаружено отсутствие медиальной стенки под чашкой. Чашка удалена, выполнена костная пластика структурным аллотрансплантатом из го-

ловки бедренной кости, и ввиду сохранности кольца вертлужной впадины — установка бесцементной полусферической ревизионной чашки (рис. 5 d). Через 7 лет: частичный лизис трансплантата, незначительная миграция нижнего края чашки без клинических проявлений (рис. 5 e).

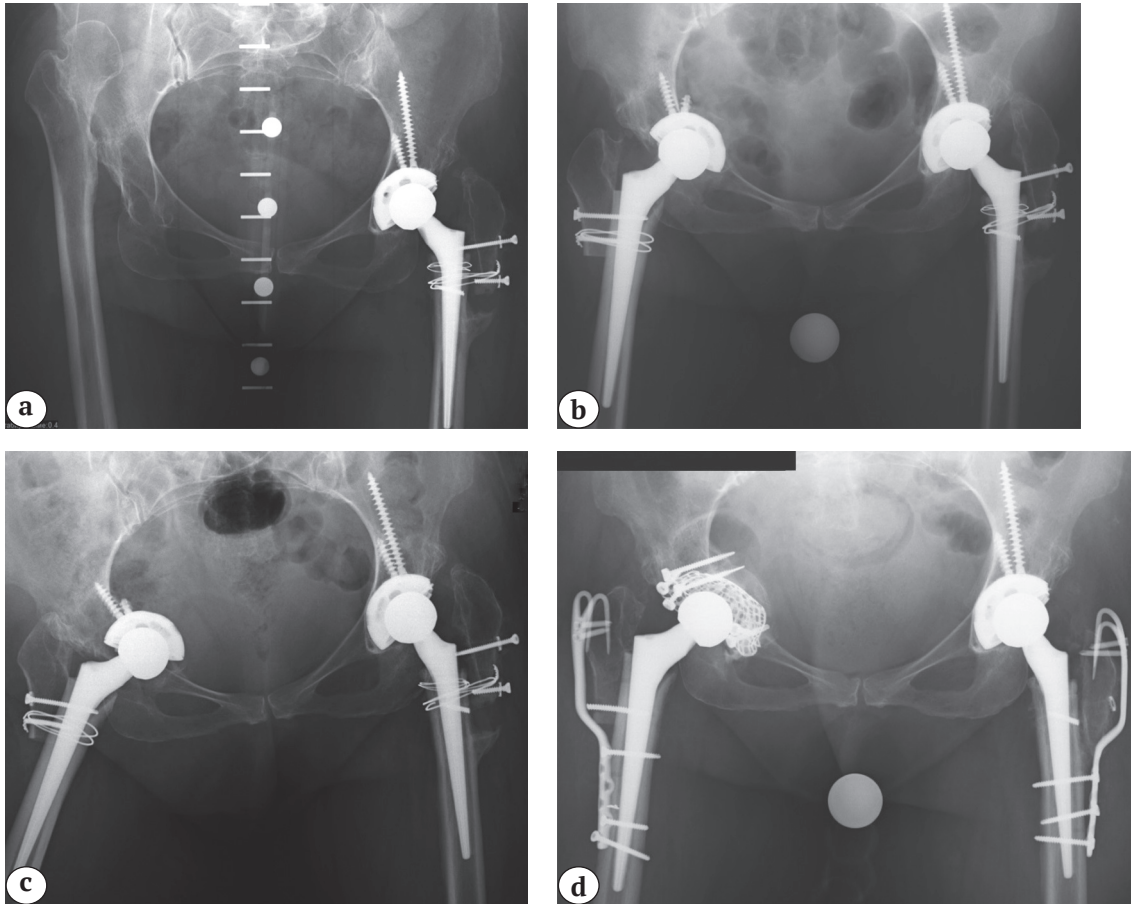


Рис. 4. Рентгенограммы пациентки 47 лет: а — до первичной операции; б — непосредственно после операции; с — через сутки после операции; д — после ревизии

Fig. 4. X-rays of female patient, 47 y.o.: а — prior to first surgery; б — immediately after first surgery; с — one day after surgery; д — after revision surgery

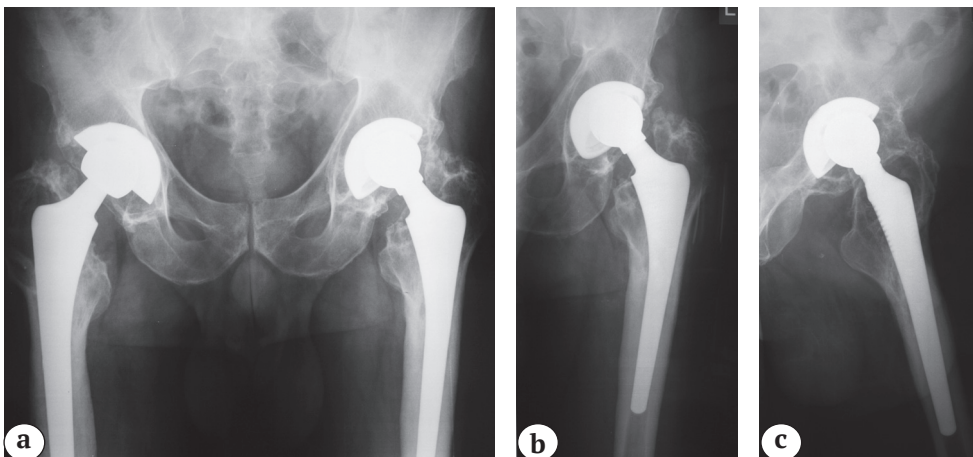


Рис. 5 (а, б, с). Рентгенограммы пациента 56 лет: а, б, с — через 13 лет после первичного ЭП ТБС; ревизии

Fig. 5. X-rays of male patient, 56 y.o.: а, б, с — 13 years after surgery

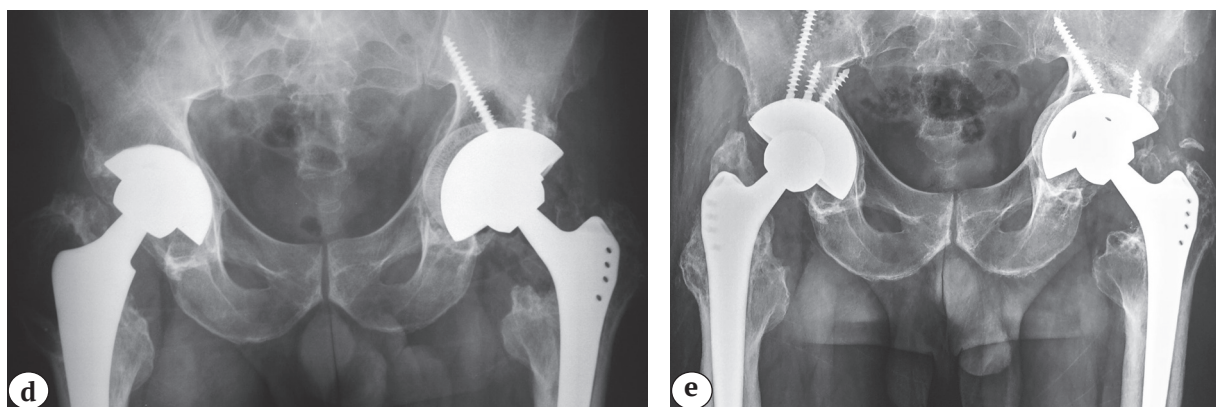


Рис. 5 (d, e). Рентгенограммы пациента 56 лет: d — после ревизию; e — через 7 лет после ревизию
Fig. 5(d, e). X-rays of male patient, 56 y.o.: d — after revision; e — 7 years after revision surgery

В практической деятельности приходится сталкиваться со сложностями в оценке рентгенограмм по таким признакам, как ограниченный и неограниченный дефекты, а также в суждении о размерах самого дефекта. Эти признаки крайне важны для унификации оценки результатов операции и выработки единого подхода к хирургической тактике. Вероятно, требуются дальнейшие исследования на предмет более детальной характеристики и попытки определения критериев для описания указанных дефектов. Хорошим дополнением к анатомически ориентированной классификации Paprosky могут быть критерии, описанные в классификации Saleh и Gross. Их суть заключается в выделении такого понятия, как ограниченный и неограниченный дефекты с разделением последнего в зависимости от объема потери костной ткани (меньше или больше 50%). Классификация Gross вообще была рассчитана на интраоперационную оценку дефектов, и изначально в ее задачу входило обоснование использования различных типов аллотрансплантатов.

На рисунке 6 представлены рентгенограммы пациента 65 лет, у которого выявлено расшатывание вертлужного компонента через 5 лет после первичной операции с присоединением перипротезной инфекции, дефект вертлужной впадины IIIa типа. Применялась двухэтапная методика лечения. Был установлен артикулирующий спейсер. Через 2 месяца пациент упал, вследствие чего произошел перипротезный перелом. Была выполнена замена спейсера на протез. Учитывая ограниченный характер дефекта типа IIIa, несмотря на его значительный размер, выполнена импакционная костная пластика с фиксацией полиэтиленовой чашки на костном цементе — получена надежная первичная фиксация.

Даже более тяжелые дефекты со значительной медиальной миграцией вертлужного компонента, но с сохранением медиальной опоры в виде

смещившейся внутренней стенки, позволяют использовать стандартные полусферические чашки для ревизию в сочетании с импакционной костной пластикой.

Пациентка 58 лет, дважды оперирована ранее, последняя операция — 5 лет назад (рис. 7). По степени верхне-медиальной миграции — это дефект IIIb типа, но лизис седалищной кости незначительный (менее 7 мм). Медиальный контур «фигуры слезы» сохранен и, самое главное, сохранена медиальная стенка, хотя и значительно деформирована. Сохранение медиальной опоры (ограниченный тип дефекта) позволил выполнить импакционную костную аллопластику и установить полусферическую бесцементную чашку с дополнительной фиксацией двумя винтами. Спустя 6 месяцев и 11 лет наблюдается постепенное уплотнение и рассасывание аллотрансплантата, видна миграция нижнего отдела чашки, однако клинических проявлений расшатывания вертлужного компонента нет. Пациентка не считает необходимым выполнение ревизионной операции.

Напротив, неограниченный характер дефекта, даже при незначительном медиальном смещении, требует использования реконструктивных антипротрузионных кейджей. Пациентка 52 лет, первичное эндопротезирование выполнено годом ранее (рис. 8). На рентгенограмме таза отмечаются умеренное нарушение линии Kohler (медиальная миграция менее 2 см) и незначительное краниальное смещение (центр ротации менее 3 см от линии, соединяющей «фигуры слезы»), внутренний контур «фигуры слезы» сохранен. Поражение остеолитом седалищной кости оценить сложно, но, учитывая небольшую давность хирургического вмешательства, вероятнее всего, остеолит не выражен. Формально — это тип дефекта IIc, но с неограниченным нарушением целостности внутренней стенки. Поэтому имплантатом выбора стал антипротрузионный Burch-Schneider кейдж.

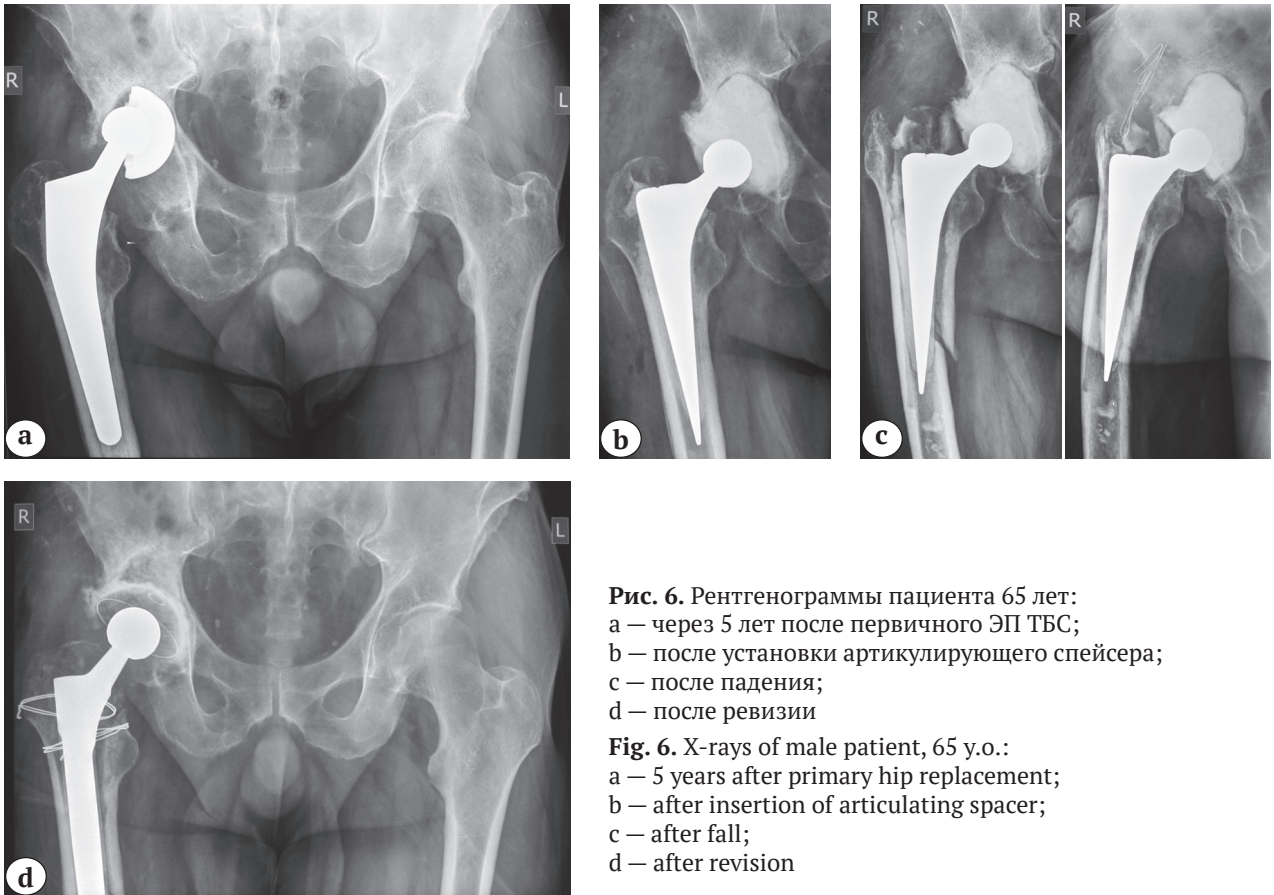


Рис. 6. Рентгенограммы пациента 65 лет:
 а – через 5 лет после первичного ЭП ТБС;
 б – после установки артикулирующего спейсера;
 с – после падения;
 д – после ревизии

Fig. 6. X-rays of male patient, 65 y.o.:
 а – 5 years after primary hip replacement;
 б – after insertion of articulating spacer;
 с – after fall;
 д – after revision

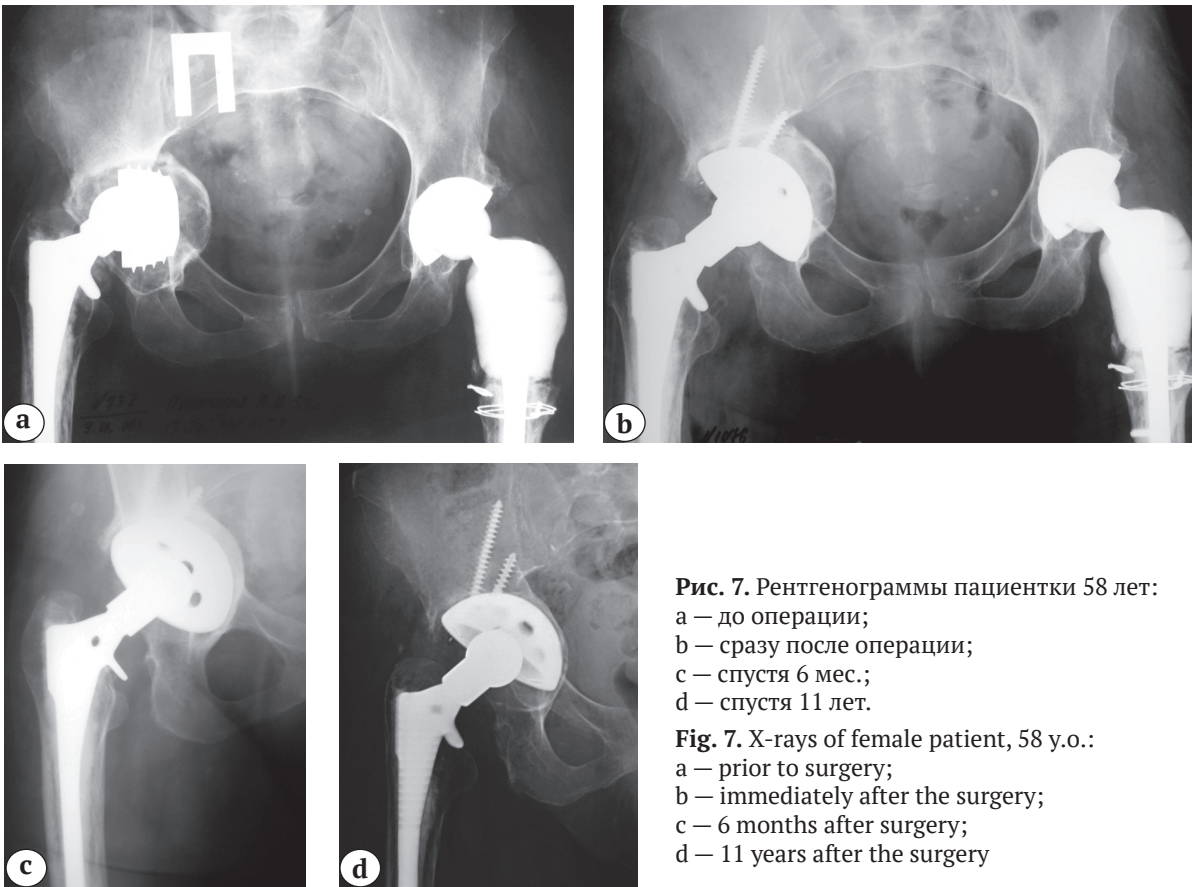


Рис. 7. Рентгенограммы пациентки 58 лет:
 а – до операции;
 б – сразу после операции;
 с – спустя 6 мес.;
 д – спустя 11 лет.

Fig. 7. X-rays of female patient, 58 y.o.:
 а – prior to surgery;
 б – immediately after the surgery;
 с – 6 months after surgery;
 д – 11 years after the surgery

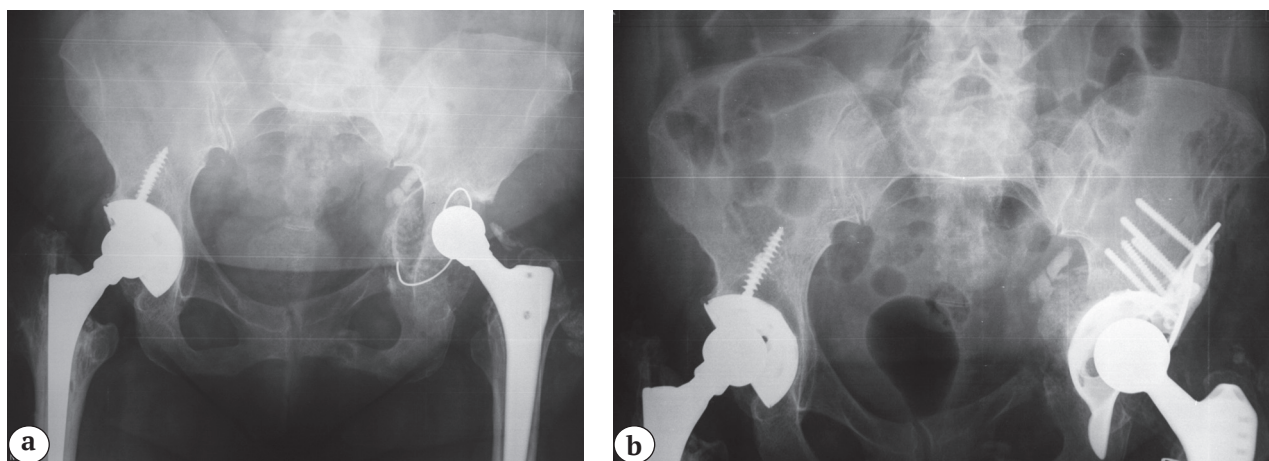


Рис. 8. Рентгенограммы пациентки 52 лет с дефектом IIc типа: а — при поступлении; б — после ревизии
Fig. 8. X-rays of female patient, 52 y.o.: with IIc type of defect: a — at admission; b — after revision

Когда мы говорим о дефекте типа IIIa, то понимаем, что речь идет о т.н. «up-and-out» дефекте, суть которого состоит в разрушении верхне-латерального отдела вертлужной впадины при минимальном повреждении передней колонны и дна вертлужной впадины, а значит, речь, скорее всего, пойдет о применении специальных аугментов или конструкций, обеспечивающих создание опоры для чашки в верхне-латеральном отделе. Однако IIIa дефект — крайне гетерогенная группа пациентов, и разделение дефектов на ограниченный/неограниченный или кавитарный/сегментарный сделает применяемые технологии более сравнимыми. На рисунке 9 у всех пациентов имеются рентгенологические признаки, характерные для IIIa дефекта, однако в случае ограниченного или кавитарного дефектов достаточно установки обычной высокопористой чашки (рис. 9 а). В более сложных случаях, при неограниченных или сегментарных дефектах, обязательным является применение аугментов (рис. 9 б) или индивидуальных имплантатов (рис. 9 в).

Когда мы говорим о дефектах IIIb типа, это значит, что зона остеолита и разрушение вертлужной впадины затронули, прежде всего, верхнюю, медиальную стенку и переднюю колонну с очень ограниченным сохранением материнской кости. Это, пожалуй, наиболее сложный для хирургии дефект вертлужной впадины, если не брать во внимание нарушение целостности тазового кольца. Однако возможное уточнение этого типа дефекта по объему поражения костной ткани и опорности внутренней стенки, несомненно, детализирует поражение. На рисунке 10 у всех пациентов име-

ется т.н. тип поражения «up-and-inn». Но в связи с разным объемом разрушения костной ткани применялись и различные хирургические технологии. Можно ли между этими дефектами поставить знак равенства? Можно ли прогнозировать воспроизводимость и предсказывать отдаленные результаты? По всей видимости, нет.

Классификация Paprosky была предложена около 25 лет назад и все это время служила алгоритмом для принятия хирургических решений, основанных на анализе анатомических изменений по обзорной рентгенограмме таза. За это время в нашу практику прочно вошла компьютерная томография с возможностью металлоподавления и трехмерной реконструкцией изображения, что, с одной стороны, существенно расширило возможности визуализации вертлужной впадины, а с другой, — создало предпосылки для прототипирования дефектов и виртуального планирования операций, как для стандартных конструкций, так и, где это невозможно, индивидуальных имплантатов [49, 50]. Поэтому встает резонный вопрос: а нужна ли нам сегодня классификация Paprosky (или любая другая) для описания дефектов вертлужной впадины?

Согласно данным литературы, эта классификация сохранила свою актуальность и до сегодняшнего дня, хотя и не лишена недостатков. В отличие от других, эта классификация имеет достаточно четкую анатомическую привязку, при правильном восприятии и понимании которой хирург уже на основании обычной обзорной рентгенограммы таза может с достаточно большой точностью представить себе проблемы, с которыми он встретится в операционной.

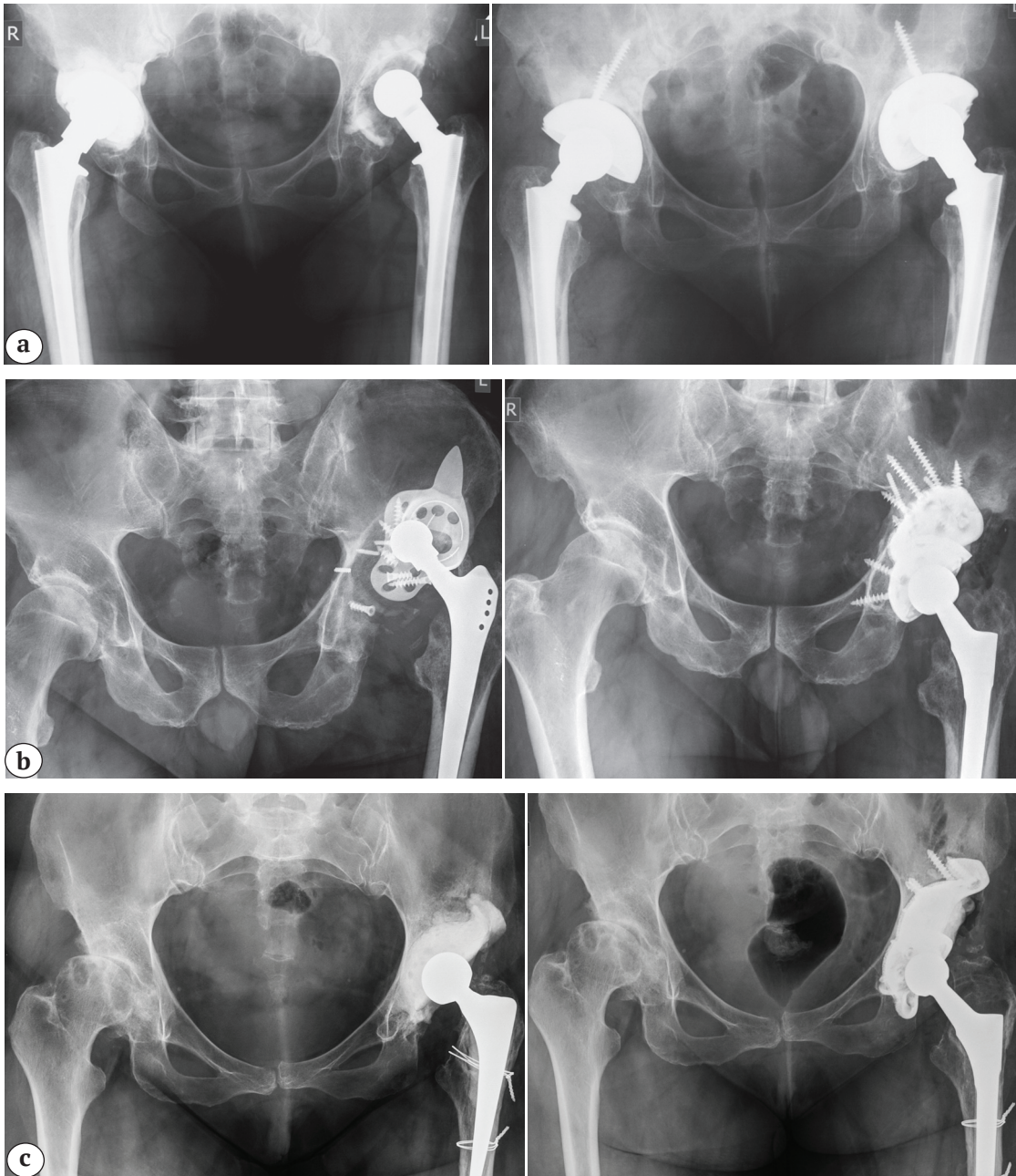


Рис. 9. Три клинических наблюдения пациентов с дефектом типа IIIa:

а — при ограниченном характере дефекта выполнена установка бесцементных полусферических чашек — рентгенограммы до ревизии и через восемь лет после нее, положение чашек нельзя признать оптимальным, но ограниченность дефекта, достаточно большая площадь контакта и бесцементная фиксация обеспечили хороший долгосрочный результат;

б — при неограниченном дефекте использованы полусферическая чашка и индивидуальный аугмент — рентгенограммы при поступлении и через 3 мес. после ревизии;

с — использование индивидуальной трехфланцевой конструкции — артикулирующий спейсер установлен по поводу перипротезной инфекции, рентгенологические признаки дефекта типа IIIa, размеры дефекта и его форма определили выбор в пользу индивидуально изготовленной конструкции

Fig. 9. Three clinical cases with IIIa type defect:

a — contained defect; cementless semi-spherical cups — X-rays prior to revision and 8 years after revision; cups positioning is not optimal but contained pattern of the defect, sufficient large contact area and cementless fixation provided good long term outcome;

b — non-contained defect; semi-spherical cut and customized augment — X-rays at admission and in 3 months after revision;

c — use of customized three-flanges implant — articulating spacer implanted due to periprosthetic infection, X-ray signs of IIIa type defect, side and shape of defect determined the choice of custom-made implant

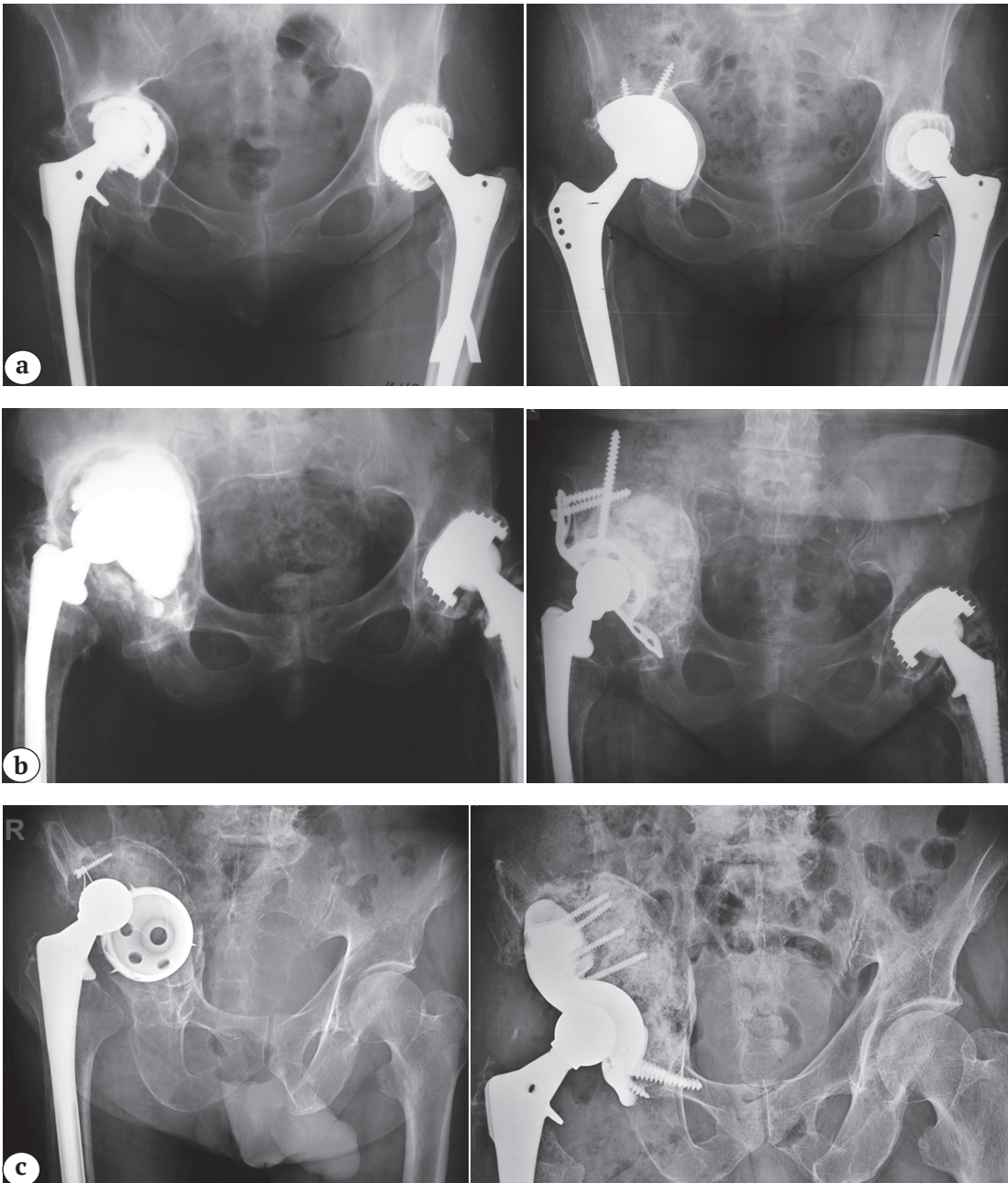


Рис. 10. Три клинических наблюдения пациентов с дефектом типа IIIb:

а — ограниченный дефект: костная пластика измельченными аллотрансплантатами, размер чашки 76 мм; через 3 года хорошо визуализируется небольшая миграция нижнего отдела чашки при хорошем уплотнении аллотрансплантатов и отсутствием признаков остеолита вокруг чашки, клинических проявлений расшатывания нет;

б — также ограниченный дефект без нарушений целостности стенок, но большого размера, выполнена костная пластика с установкой антипротрузионного кейджа Burch-Schneider, спустя 8 лет после ревизии;

с — дефект очень больших размеров с нарушением целостности медиальной стенки, выполнена костная пластика с установкой индивидуально изготовленного имплантата, результат через 2 года

Fig. 10. Three clinical cases of patients with IIIb type defects:

a — contained defect: bone grafting by bone chips, cup of 76 mm; minor migration of inferior component of the cup is visualized 3 years postoperatively along with good compaction of allografts and no osteolysis around the cup, no clinical signs of loosening;

b — contained bigger size defect without damage of walls, bone grafting was used with anti-protrusion Burch-Schneider ring, 8 years after revision;

c — massive defect with loss of medial wall integrity, bone grafting with custom-made implant, outcome in 2 years postoperatively

Мы отдаем себе отчет, что сегодня размер и локализация перипротезного дефекта является не единственным вопросом, на который хотелось бы получить ответ. Не менее важно знать объем костного дефекта для планирования костной пластики, наличие и локализацию прерывистости стенки дефекта, предполагаемую площадь контакта имплантата с костью пациента, и наконец, качество перипротезной костной ткани, обеспечивающий достаточную первичную фиксацию самого имплантата и костных винтов, а затем остеоинтеграцию. Разумеется, дополнительные данные в виде высококачественных изображений компьютерной томографии существенно расширяют наши возможности. В последние годы мы имеем возможность значительно повысить качество получаемого изображения за счет внедрения новых программ по его очистке и получения виртуальной картины, максимально приближенной к реальной. Однако этот процесс требует высокой квалификации специалистов, так как необходим большой опыт для отделения костной ткани от множества артефактов (плотная рубцовая ткань, металлический дебрис, остатки костного цемента). В последние годы стали широко внедряться денситометрические показатели плотности костной ткани, которые, по задумке исследователей, должны отражать качество костной ткани. Однако не нужно забывать, что плотность кости и ее способность к регенерации и остеоинтеграции не являются синонимами. Кроме того, существует достаточно большая погрешность в измерении плотности костной ткани одних и тех же образцов на КТ-аппаратах различных производителей. Так, в исследовании F. Eggermont с соавторами было показано, что средняя разница между различными компьютерными томографами составляла 7% при оценке кортикальной кости, 6% — трабекулярной кости, 6% — при оценке минеральной плотности костной ткани и 12% — при измерении в кортикальной и трабекулярной зонах, а при выполнении реконструкции величина ошибки достигала 17% [51].

Таким образом, на сегодняшний день в доступных широкому кругу исследованиях ревизионного эндопротезирования наиболее используемой остается классификация Paprosky, которая в большинстве случаев позволяет определить тип дефекта, унифицирует оценку результатов и позволяет сравнивать различные технологии в более или менее однотипных ситуациях. Нужна ли нам новая классификация на основе 3D-моделирования? Думается, что в настоящий момент нет, так как это может привести к излишней детализации в описании дефектов, тогда как основные принципы ревизионной артропластики останутся неизменными. С другой стороны, некоторые существенные «добавки», на наш взгляд, были бы очень полезны-

ми, так как оптимизируют выбор техники операции и позволяют более точно ее планировать. Речь идет о дополнительной характеристике дефектов на основе таких понятий, как ограниченный/неограниченный дефект и *pelvis discontinuity*. Или, может быть, целесообразно использовать две классификации по аналогии с оценкой функциональных результатов, когда становится недостаточно одной шкалы (например, Harris Hip Score) и добавляют какой-либо пациентский опросник (Oxford Hip Score или WOMAC). Конечно, остается нерешенным вопрос об объеме поражения костной ткани. На представленных выше рентгенограммах при одной и той же градации по классификации отмечается существенная разница в объеме дефекта костной ткани, а значит и хирургическая тактика, и вероятность неблагоприятных результатов ревизионных операций, скорее всего, будут различными. Все более активное внедрение современных методов визуализации и прототипирования существенно расширили наши представления о дефектах вертлужной впадины, сделали возможной персонификацию выбора имплантатов, но принципы, разработанные в последние четверть века, остаются важными для понимания сущности анатомических изменений. Соответственно, использование классификации Paprosky остается актуальным на сегодняшний день, поскольку она позволяет хирургам разговаривать на одном языке и в значительной степени определяться с выбором хирургической тактики. Вероятно, дальнейшее развитие цифровых технологий в обозримой перспективе расширит наши возможности не только в отношении визуализации дефекта, но и в понимании жизнеспособности материнской кости, и, возможно, тогда нам понадобится новая классификация, основанная на совершенно новых принципах.

Этика публикации: пациенты дали добровольное информированное согласие на публикацию клинических наблюдений.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Мурyleв В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Иваненко Л.Р., Сорокина Г.Л., Рукин Я.А., Алексеев С.С., Германов В.Г. Алгоритм первого этапа лечения поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):95-104. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104. Murylev V.Y., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Ivanenko L.R., Sorokina G.L., Rukin Y.A., Alekseev S.S., Germanov V.G. The first-stage treatment algorithm for deep infected total hip arthroplasty.

- Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):95-104. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104.
2. Садовой М.А., Павлов В.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З., Ефименко М.Ф., Аронов А.М., Панченко А.А. Возможности 3D-визуализации дефектов вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(3):37-42. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-3-37-42. Sadovoy M.A., Pavlov V.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z., Efimenko M.V., Aronov A.M., Panchenko A.A. Potentialities of 3D-visualization in preoperative planning of primary and revision total hip arthroplasty. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(3):37-42. (In Russ.) DOI: 10.32414/0869-8678-2017-3-37-42.
 3. Bozic K.J., Kamath A.F., Ong K., Lau E., Kurtz S., Chan V. et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2131-2138. DOI: 10.1007/s11999-014-4078-8.
 4. Yoon P.W., Lee Y.K., Ahn J., Jang E.J., Kim Y., Kwak H.S. et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011. *J Korean Med Sci*. 2014;29(6):852-858. DOI: 10.3346/jkms.2014.29.6.852.
 5. Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., Thomas M., Bigart K.C., Mont M.A., Delanois R.E. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty*. 2017;32(7):2088-2092. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.046.
 6. Patel A., Pavlou G., Mujica-Mota R.E., Toms A.D. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset. *Bone Joint J*. 2015; 97-B(8):1076-1081. DOI: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
 7. Kasch R., Assmann G., Merk S., Barz T., Melloh M., Hofer A. et al. Economic analysis of two-stage septic revision after total hip arthroplasty: What are the relevant costs for the hospital's orthopedic department? *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:112. DOI: 10.1186/s12891-016-0962-6.
 8. Koenig L., Feng C., He F., Nguyen J.T. The effects of revision total hip arthroplasty on medicare spending and beneficiary outcomes: implications for the comprehensive care for joint replacement model. *J Arthroplasty*. 2018;33(9):2764-2769.e2. DOI: 10.1016/j.arth.2018.05.008.
 9. Kurtz S.M., Lau E.C., Ong K.L., Adler E.M., Kolisek F.R., Manley M.T. Which clinical and patient factors influence the national economic burden of hospital readmissions after total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(12):2926-2937. DOI: 10.1007/s11999-017-5244-6.
 10. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Бильк С.С. Структура ранних ревизионных эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(2):5-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. The structure of early revisions after hip replacement. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2014;(2): 5-13. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
 11. Badarudeen S., Shu A.C., Ong K.L., Baykal D., Lau E., Malkani A.L. Complications after revision total hip arthroplasty in the medicare population. *J Arthroplasty*. 2017;32(6):1954-1958. DOI: 10.1016/j.arth.2017.01.037.
 12. Khatod M., Cafri G., Inacio M.C., Schepps A.L., Paxton E.W., Bini S.A. Revision total hip arthroplasty: factors associated with re-revision surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(5):359-366. DOI: 10.2106/JBJS.N.00073.
 13. Nichols C.I., Vose J.G. Clinical outcomes and costs within 90 days of primary or revision total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016;31(7):1400-1406.e3. DOI: 10.1016/j.arth.2016.01.022.
 14. Jafari S.M., Coyle C., Mortazavi S.M., Sharkey P.F., Parvizi J. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(8):2046-2051. DOI: 10.1007/s11999-010-1251-6.
 15. Sheridan G.A., Kelly R.M., McDonnell S.M., Walsh F., O'Byrne J.M., Kenny P.J. Primary total hip arthroplasty: registry data for fixation methods and bearing options at a minimum of 10 years. *Ir J Med Sci*. 2018 Dec 17. DOI: 10.1007/s11845-018-1948-1. [Epub ahead of print].
 16. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб., 2014. Т. 1, Гл. 7. С. 221-256. Guide to hip surgery. Ed. by R.M. Tikhilov, I.I. Shubnyakov. SPb, 2014. Vol.1, Ch.7. pp. 221-257.
 17. Павлов В.В., Кирилова И.В., Ефименко М.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З. Двухэтапное ревизионное протезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):125-133. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133. Pavlov V.V., Kirilova I.A., Efimenko M.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z. Two-stage revision hip replacement patients with severe acetabulum defect (case report). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2017;23(4):125-133. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133.
 18. Campbell D.G., Garbuz D.S., Masri B.A., Duncan C.P. Reliability of acetabular bone defect classification systems in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2001;16(1):83-86.
 19. Jenkins D.R., Odland A.N., Sierra R.J., Hanssen A.D., Lewallen D.G. Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(10):e49. DOI: 10.2106/JBJS.16.00125.
 20. Kavalerskiy G.M., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Elizarov P.M., Lychagin A.V., Tselisheva E.Y. Three-dimensional models in planning of revision hip arthroplasty with complex acetabular defects. *Indian J Orthop*. 2018;52(6):625-630. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_556_16.
 21. Pierannunzii L., Zagra L. Bone grafts, bone graft extenders, substitutes and enhancers for acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2017;1(12):431-439. DOI: 10.1302/2058-5241.160025.
 22. Gross A.E., Allan D.G., Catre M., Garbuz D.S., Stockley I. Bone grafts in hip replacement surgery. The pelvic side. *Orthop Clin North Am*. 1993;24(4):679-695.
 23. Parry M.C., Whitehouse M.R., Mehendale S.A., Smith L.K., Webb J.C., Spencer R.F., Blom A.W. A comparison of the validity and reliability of established bone stock loss classification systems and the proposal of a novel classification system. *Hip Int*. 2010;20(1):50-55.
 24. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in

- revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty*. 1994;9(1):33-44.
25. D'Antonio J.A., Capello W.N., Borden L.S., Bargar W.L., Bierbaum B.F., Boettcher W.G. et al. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(243):126-137.
 26. Saleh K.J., Holtzman J., Gafni ASaleh L., Jaroszynski G., Wong P., Woodgate I. et al. Development, test reliability and validation of a classification for revision hip arthroplasty. *J Orthop Res*. 2001;19(1):50-56.
 27. Ahmad A.Q., Schwarzkopf R. Clinical evaluation and surgical options in acetabular reconstruction: A literature review. *J Orthop*. 2015;12(Suppl2):S238-243. DOI: 10.1016/j.jor.2015.10.011.
 28. Amirouche F., Solitro G.F., Walia A., Gonzalez M., Bobko A. Segmental acetabular rim defects, bone loss, oversizing, and press fit cup in total hip arthroplasty evaluated with a probabilistic finite element analysis. *Int Orthop*. 2017;41(8):1527-1533. DOI: 10.1007/s00264-016-3369-y.
 29. Baauw M., van Hooff M.L., Spruit M. Current construct options for revision of large acetabular defects: a systematic review. *JBJS Rev*. 2016;4(11). pii: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119.
 30. Lee J.M., Kim T.H. Acetabular Cup Revision Arthroplasty Using Morselized Impaction Allograft. *Hip Pelvis*. 2018;30(2):65-77. DOI: 10.5371/hp.2018.30.2.65.
 31. Horas K., Arnholdt J., Steinert A.F., Hoberg M., Rudert M., Holzapfel B.M. Acetabular defect classification in times of 3D imaging and patient-specific treatment protocols. *Orthopade*. 2017;46(2):168-178. DOI: 10.1007/s00132-016-3378-y.
 32. Mäkinen T.J., Kuzyk P., Safir O.A., Backstein D., Gross A.E. Role of cages in revision arthroplasty of the acetabulum. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(3):233-242. DOI: 10.2106/JBJS.O.00143.
 33. Wassilew G.I., Janz V., Perka C., Müller M. [Treatment of acetabular defects with the trabecular metal revision system]. *Orthopade*. 2017;46(2):148-157. (In German). DOI: 10.1007/s00132-016-3381-3.
 34. Gustilo R.B., Pasternak H.S. Revision total hip arthroplasty with titanium ingrowth prosthesis and bone grafting for failed cemented femoral component loosening. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;(235):111-119.
 35. Sheth N.P., Melnic C.M., Paprosky W.G. Acetabular distraction: an alternative for severe acetabular bone loss and chronic pelvic discontinuity. *Bone Joint J*. 2014;96-B(11 Supple A):36-42. DOI: 10.1302/0301-620X.96B11.34455.
 36. Sheth N.P., Nelson C.L., Springer B.D., Fehring T.K., Paprosky W.G. Acetabular bone loss in revision total hip arthroplasty: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(3):128-139. DOI: 10.5435/JAAOS-21-03-128.
 37. Bettin D., Katthagen B.D. [The German Society of Orthopedics and Traumatology classification of bone defects in total hip endoprostheses revision operations]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1997;135(4):281-284. (In German). DOI: 10.1055/s-2008-1039389.
 38. Koob S., Scheidt S., Randau T.M., Gathen M., Wimmer M.D., Wirtz D.C., Gravius S. [Biological downsizing: Acetabular defect reconstruction in revision total hip arthroplasty]. *Orthopade*. 2017;46(2):158-167. (In German). DOI: 10.1007/s00132-16-3379-x.
 39. Telleria J.J., Gee A.O. Classifications in brief: Paprosky classification of acetabular bone loss. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(11):3725-3730. DOI: 10.1007/s11999-013-3264-4.
 40. Yu R., Hofstaetter J.G., Sullivan T., Costi K., Howie D.W., Solomon L.B. Validity and reliability of the Paprosky acetabular defect classification. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(7):2259-2265. DOI: 10.1007/s11999-013-2844-7.
 41. Jerosch J., Steinbeck J., Fuchs S., Kirchoff C. [Radiologic evaluation of acetabular defects on acetabular loosening of hip alloarthroplasty]. *Unfallchirurg*. 1996;99(10):727-733. (In German).
 42. Gozzard C., Blom A., Taylor A., Smith E., Learmonth I. A comparison of the reliability and validity of bone stock loss classification systems used for revision hip surgery. *J Arthroplasty*. 2003;18(5):638-642.
 43. Claus A.M., Engh C.A. Jr, Sychterz C.J., Xenos J.S., Orishimo K.F., Engh C.A. Sr. Radiographic definition of pelvic osteolysis following total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A(8):1519-1526.
 44. Safir O., Lin C., Kosashvili Y., Mayne I.P., Gross A.E., Backstein D. Limitations of conventional radiographs in the assessment of acetabular defects following total hip arthroplasty. *Can J Surg*. 2012;55(6):401-407. DOI: 10.1503/cjs.000511.
 45. Paprosky W.G., O'Rourke M., Sporer S.M. The treatment of acetabular bone defects with an associated pelvic discontinuity. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;441:216-220.
 46. Sheth N.P., Melnic C.M., Brown N., Sporer S.M., Paprosky W.G. Two-centre radiological survivorship of acetabular distraction technique for treatment of chronic pelvic discontinuity. *Bone Joint J*. 2018;100-B(7):909-914. DOI: 10.1302/0301-620X.100B7.BJJ-2017-1551.R1.
 47. Liu B., Gao Y.H., Ding L., Li S.Q., Liu J.G., Qi X. Computed Tomographic Evaluation of Bone Stock in Patients With Crowe Type III Developmental Dysplasia of the Hip: Implications for Guiding Acetabular Component Placement Using the High Hip Center Technique. *J Arthroplasty*. 2018;33(3):915-918. DOI: 10.1016/j.arth.2017.10.021.
 48. Chen M., Luo Z.L., Wu K.R., Zhang X.Q., Ling X.D., Shang X.F. Cementless Total Hip Arthroplasty With a High Hip Center for Hartofilakidis Type B Developmental Dysplasia of the Hip: Results of Midterm Follow-Up. *J Arthroplasty*. 2016;31(5):1027-1034. DOI: 10.1016/j.arth.2015.11.009.
 49. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., Шубняков И.И., Черкасов М.А., Денисов А.О. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(4): 31-37. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37. Kovalenko A.N., Tikhilov R.M., Bilyk S.S., Shubnyakov I.I., Cherkasov M.A., Denisov A.O. Positioning of custom-made acetabular components at revision hip arthroplasty: do they really match as "a key and a lock"? *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(4): 31-37. (In Russ.). DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37.
 50. Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4): 101-111. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Y.S., Gorbatov R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. Custom tri-flange acetabular components in revision hip replacement (experience review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):101-111. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.

51. Eggermont F., Derikx L.C., Free J., van Leeuwen R., van der Linden Y.M., Verdonchot N., Tanck E. Effect of different CT scanners and settings on femoral failure

loads calculated by finite element models. *J Orthop Res.* 2018 Mar 6. DOI: 10.1002/jor.23890. [Epub ahead of print].

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, Санкт-Петербург

Шубняков Игорь Иванович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Денисов Алексей Олегович — канд. мед. наук, ученый секретарь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), professor, director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Igor I. Shubnyakov — Dr. Sci. (Med.), chief researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alexei O. Denisov — Cand. Sci. (Med), academic secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Комментарий к статье «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)»

В.Ю. Мурылев

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России, Москва, Россия

ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы,
Москва, Россия

Comment to the Article „Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)“

V.Yu. Murylev

Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Статья «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования ТБС? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)» у меня, как специалиста, постоянно сталкивающегося с подобными случаями, вызвала большой интерес. Проблема, которую мы постоянно обсуждаем на конференциях

и между собой, обрела форму научно-прикладного исследования.

Авторы правы в том, что нет совершенной классификации, и оценка дефектов всегда субъективна. Все классификации создавались с одной целью — дать возможность унифицировать алгоритм действий хирурга. Все они идут от простого к сложному, но, как правило, остается загадка в пограничных дефектах. В литературных обзорах по реконструкции дефектов более часто используются классификации AAOS и W. Paprosky [1].

Самая используемая классификация W. Paprosky (1994), которая отображена в статье в таблице 5, наиболее точно дифференцирует дефекты. Но представим, что по классификации дефект ПС пару миллиметров не дотягивает до типа IIIb

• Комментарий к статье

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1): 122-141. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

Мурылев В.Ю. Комментарий к статье «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)». *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):142-143. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-142-143.

Cite as: Murylev V.Yu. [Comment to the Article „Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)“]. *Traumatoiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):142-143. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-142-143.

✉ Валерий Юрьевич Мурылев / Valery Yu. Murylev; e-mail: nmuril@yandex.ru

по медиальным и проксимальным параметрам. При плохом качестве кости, удаляя компоненты, можно перейти на уровень IIIВ. Тактика может значительно поменяться, тем более, что стандартный рентгенологический метод особенно при цементном эндопротезировании, не всегда показывает истинные масштабы разрушения. Но в литературе встречаются публикации, в которых авторы анализируют один метод фиксации или его комбинацию, опираясь на классификацию, например А. Gross, но при этом метод фиксации не зависит от размера дефекта. Авторы могут использовать антипротрузионный кейдж в комбинации с аугментами в разных количествах [2]. Получается, что можно использовать универсальную конструкцию с дополнительными девайсами и углубленная классификация не нужна?

Классификации W. Paprosky уже 25 лет. Когда она создавалась, не было современных высокотехнологичных компонентов, таких, как трабекулярный тантал, который появился в конце 1990-х [3, 4]. Используя пористый тантал, мы говорим о биологической фиксации, более быстрой интеграции и возможности большего дефицита при его установке. Появились аугменты, система «cupsage», но гораздо позже классификации, поэтому постоянно выходят публикации, в которых оптимизируются подходы к реконструкции [5, 6].

Технологии развиваются, и на помощь пришли компьютерная томография и 3D-моделирование. Понимание дефектов улучшилось при использовании 3D-моделирования. Но при использовании 3D-компонентов в ревизионной хирургии некоторые авторы не используют совсем никаких классификаций [7]. Вероятно, специалистам при использовании 3D-печати не нужна классификация, т.к. конструкция будет изготовлена для конкретного дефекта, и нет нужды использовать предложенные алгоритмы.

Авторы совершенно правильно заметили, что классификации актуальны и по сей день, а методы визуализации и реконструкции становятся более современными и продолжают развиваться. Но при

использовании 3D-технологий нужны ли классификации, где дефекты настолько велики и имеется точный план их замещения? Или нам нужна классификация для коммуникации между специалистами? Насколько классификация точна и полезна, если ряд специалистов использует однотипные методы реконструкции почти для всех сложных типов дефектов?

С развитием технологий перечисленные выше вопросы будут возникать, и специалисты будут дискутировать и пытаться создать что-то новое. Вероятно, пока полезней и динамичней классификации W. Paprosky для практической работы, еще не появилось.

Литература [References]

1. Baauw M., Van Hooff M.L., Spruit M. Current construct options for revision of large acetabular defects: A systematic review. *JBJS Rev.* 2016;4(11). pii: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119.
2. Mäkinen T.J., Abolghasemian M., Watts E., Fichman S.G., Kuzyk P., Safir O.A. et al. Management of massive acetabular bone defects in revision arthroplasty of the hip using a reconstruction cage and porous metal augment. *Bone Joint J.* 2017;99-B(5):607-613. DOI: 10.1302/0301-620X.99B5.BJJ-2014-0264.R3.
3. Gehrke T., Bangert Y., Schwantes B., Gebauer M., Kendoff D. Acetabular revision in THA using tantalum augments combined with impaction bone grafting. *Hip Int.* 2013;23(4):359-365. DOI: 10.5301/hipint.5000044.
4. Jenkins D.R., Odland A.N., Sierra R.J., Hanssen A.D., Lewallen D.G. Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(10):e49. DOI: 10.2106/JBJS.16.00125.
5. Rogers B.A., Whittingham-Jones P.M., Mitchell P.A., Safir O.A., Bircher M.D., Gross A.E. The reconstruction of periprosthetic pelvic discontinuity. *J Arthroplasty.* 2012;27(8):1499-1506.e1. DOI: 10.1016/j.arth.2011.12.017.
6. Petrie J., Sassoan A., Haidukewych G.J. Pelvic discontinuity: current solutions. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11 Suppl A):109-113. DOI: 10.1302/0301-620X.95B11.32764.
7. Hughes A.J., Debuitleir C., Soden P., O'Donnchadha B., Tansey A., Abdulkarim A. et al. 3D Printing AIDS acetabular reconstruction in complex revision hip arthroplasty. *Adv Orthop.* 2017;2017:8925050. DOI: 10.1155/2017/8925050

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Валерий Юрьевич Мурылев — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; заведующий Московским городским центром эндопротезирования на базе ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Valery Yu. Murylev — Dr. Sci (Med), professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; head of Moscow City Arthroplasty Centre, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Комментарий к статье «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)»

О. Сафир

Госпиталь Маунт Синай, Торонто, Канада

Comment to the Article „Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)“

O. Safir

Mount Sinai Hospital, Toronto, ON, Canada

Статья Р.М. Тихилова с соавторами представляет собой очень хорошо написанный обзор литературы по общедоступным классификациям дефектов вертлужной впадины, встречающихся в ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. Авторы представили тщательный анализ наиболее распространенных классификаций: Paprosky, Gross и AAOS. Всесторонний обзор включил 956 публикаций, доступных на PubMed. Подробно обсуждены преимущества и недостатки каждой системы. Авторы пришли к выводу, что в настоящее время наиболее часто используется классификация Paprosky. Классификация доктора

Gross обеспечивает четкое понимание сложности дефектов вертлужной впадины, однако требует интраоперационной визуализации, что затрудняет ретроспективный рентгеновский анализ при использовании этой системы оценки. Однако алгоритм хирургических техник, основанный на этой классификации, прост для понимания.

Авторы упоминают оригинальную статью Paprosky, в которой показана хорошая корреляция между предоперационной и интраоперационной оценками дефектов вертлужной впадины. Однако другие публикации не выявили аналогичных результатов при использовании классификации Paprosky. Общая надежность классификационной системы Paprosky варьировалась от 0,14 до 0,75. Эта рентгенографическая классификация несколько сложна и может быть трудной для интерпретации. Классификация Gross зависит от интраоперационного покрытия и стабильности пробной чашки эндопротеза в анатомическом положении,

• Комментарий к статье

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):122-141. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

☞ Сафир О. Комментарий к статье «Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)». *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):144-145. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-144-145.

Cite as: Safir O. [Comment to the Article „Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)“]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):144-145. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-144-145.

✉ Сафир О. / Safir O.; e-mail: olegsafir@gmail.com

и от того, какие дополнительные имплантаты или костные трансплантаты необходимы для достижения этой цели.

Авторы обсуждают важность выполнения рентгеновских снимков в нескольких проекциях для повышения точности оценки анатомического расположения и клинических последствий дефектов кости вследствие остеолита. Новые технологии, включая 3D-моделирование, основанные на компьютерной томографии, помогают улучшить оценку дефектов вертлужной впадины.

В следующей части статьи авторы приводят несколько примеров дефектов вертлужной впадины, демонстрирующих, что не всегда легко классифицировать дефект с использованием существующих си-

стем классификации. Некоторое совпадение между дефектами может вызвать проблемы при классифицировании дефектов вертлужной впадины. Авторы пришли к выводу, что по-прежнему наиболее часто используется классификация Paprosky и что в настоящее время введение новой классификации, вероятно, не потребуется. Новые технологии, такие как КТ с высоким разрешением, могут улучшить диагностику и помочь в выборе правильной тактики и определения наиболее адекватных способов хирургического лечения таких пациентов.

Классификационные системы помогают ортопедам, выполняющим сложные ревизионные операции, методично и рационально подходить к возможностям хирургии.

Классификации неспецифического гематогенного остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению

А.Ю. Базаров

ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2», г. Тюмень, Россия

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», г. Тюмень, Россия

Реферат

Введение. Длительное время основной классификацией гематогенного остеомиелита позвоночника на постсоветском пространстве являлась классификация В.Я. Фищенко, опубликованная в 1983 г. и носившая исключительно описательный характер. В последние годы в зарубежной литературе появились варианты тактических классификаций, призванных стандартизировать тактику и методы лечения. Однако и в этих классификациях не всегда отражается распределение по типам поражения, степени деструкции, биомеханической нестабильности, наличием неврологического дефицита, охватываются не все варианты течения заболевания. **Цель исследования** — сравнить существующие классификации и предложить адаптированный русскоязычный вариант тактической классификации гематогенного остеомиелита позвоночника. **Материал и методы.** Для сравнения с классификацией Ф.Я. Фищенко были проанализированы современные классификации, предложенные Л. Номак с соавторами и Е. Pola с соавторами. В исследование вошли 209 пациентов с гематогенным остеомиелитом позвоночника, пролеченных в период с 2006 по 2017 г. Все случаи остеомиелита позвоночника были распределены в соответствии с известными классификациями. Проведено сравнение тактических подходов, используемых в нашей клинике и авторами описанных классификаций. Выявлена группа пациентов, не классифицированная в известных нам работах. **Результаты.** Полностью совпадение тактики лечения со стандартизированными подходами, предложенными авторами новых классификаций, произошло в 61,5% наблюдений ($n = 126$), частичное совпадение — в 20,0% ($n = 41$), что в целом составило 81,5% ($n = 167$). Тактика лечения не совпала в 18,5% случаев ($n = 38$) у пациентов, подвергнутых вентральным вмешательствам как санирующим, так и реконструктивным. У большинства из них отмечалась септическая форма заболевания. Четверо пациентов из 209 не классифицированы, так как у троих отмечалось изолированное поражение отростков позвонков, а у одного — поражение сегмента C_1 - C_{II} . **Заключение.** Современные классификации гематогенного остеомиелита позвоночника применимы в клинической практике и позволяют стандартизировать схемы лечения. Тактику определяют не только степень деструкции, вовлечение в процесс паравертебральных тканей, биомеханическая нестабильность пораженного отдела позвоночника и наличие неврологического дефицита, но и наличие синдрома системного воспалительного ответа. В связи с этим целесообразно вести в классификации дополнительные подтипы, которые характеризуют септическое течение заболевания и определяют показания к санирующим и реконструктивным вентральным вмешательствам. После стабилизации состояния больного последние могут быть дополнены инструментальной фиксацией позвоночника.

Ключевые слова: гематогенный остеомиелит позвоночника, классификации, тактика лечения.

Базаров А.Ю. Классификации неспецифического гематогенного остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):146-155. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-146-155.

Cite as: Bazarov A.Yu. [Classifications of Non-Specific Hematogenous Vertebral Osteomyelitis. Critical Review and Suggestions for Clinical Use]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):146-155. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-146-155.

✉ Базаров Александр Юрьевич / Aleksander Yu. Bazarov; e-mail: tyumen_trauma@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 08.10.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 11.12.2018.

Classifications of Non-Specific Hematogenous Vertebral Osteomyelitis. Critical Review and Suggestions for Clinical Use

A.Yu. Bazarov

Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russian Federation
Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

Abstract

For a long time classification of V.Ya. Fischenko published in 1983 and being solely descriptive was the main classification of vertebral osteomyelitis in the countries of the former USSR. In recent years some versions of tactical classifications appeared in the literature which were dedicated to standardization of tactics and methods of treatment. However, those classifications did not reflect distribution according to affection type, destruction degree, biomechanical instability and presence of neurological deficit and did not embrace all scenarios of disease progress. **Purpose of the study** – to compare existing classifications and to offer an adapted Russian language version of tactical classification for hematogenous vertebral osteomyelitis. **Materials and Methods.** The study included 209 patients with non-specific vertebral osteomyelitis treated in the period from 2006 till 2017. All cases of vertebral osteomyelitis were distributed in accordance with known classifications. The authors conducted the analysis of treatment tactics used in the clinic and by the authors of given classifications. The authors revealed a group of patients which is not classified in known literature. **Results.** Full match of treatment tactics with standardized approaches suggested by authors of new classifications was 61,5% ($n = 126$), partial match (applied treatment tactics does not contradict to suggested) – 20,0% ($n = 41$), which overall was 81,5% ($n = 167$). The authors refer to patients who underwent ventral sanation or reconstructive procedures. The majority of patients had the septic form of disease. Four out of 209 patients were not classified while three patients features isolated injury of vertebral processes and one patient – injury of C₁-C₁₁. **Conclusion.** Modern suggested classifications of hematogenous vertebral osteomyelitis are applicable in clinical practice and allow to standardize treatment algorithms. Tactics is determined not only by degree of destruction, involvement of paravertebral tissues, biomechanical instability of affected spine segment and neurological deficit, but by a presence of systemic inflammation response syndrome (SIRS). Considering the above it would be useful to introduce some additional subtypes which would characterize septic process of disease and determine the indications for sanation and reconstructive ventral procedures, which can be supplemented by instrumental fixation after stabilization of the patient.

Keywords: hematogenous vertebral osteomyelitis, classifications.

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

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

Введение

Длительное время основной классификацией гематогенного остеомиелита позвоночника на постсоветском пространстве являлась классификация В.Я. Фищенко, опубликованная в 1983 г. [1]. Однако развитие методов диагностики и лечения неизбежно приводит к эволюции тактических подходов к лечению различных заболеваний. В то время, когда основным методом лечения данной патологии было дренирование очага поражения позвонков, описательная классификация вполне соответствовала требованиям. Большинство современных классификаций предлагают не только разделение патологического процесса на подтипы, но и определенный алгоритм действий, тем самым стандартизируя процесс лечения, а в ряде случаев позволяя контролировать результаты.

Гематогенный остеомиелит позвоночника относится к тем заболеваниям, при которых абсолютно необходим мультидисциплинарный подход

в лечении [2]. Должно быть тесное взаимодействие спинальных хирургов, рентгенологов, гнойных хирургов, нейрохирургов, травматологов-ортопедов, анестезиологов. Одной из отличительных черт данной патологии является поздняя диагностика, о которой пишут в своих работах большинство исследователей из стран с различным уровнем развития медицины. Сроки постановки диагноза колеблются от 3 нед. до 2–6 мес. [3, 4]. Учитывая позднюю диагностику заболевания, различную тяжесть патологического процесса, единый подход к терапии данной патологии выработать сложно [5, 6]. В связи с этим была предложена концепция, ориентированная на тяжести течения заболевания – «severity orientated surgery» [7]. Следует отметить, что универсальной, принятой большинством вертебологов классификации остеомиелита позвоночника, в настоящее время нет. Однако все чаще авторы публикаций предлагают алгоритм действий для лечения этой категории больных.

Цель исследования — сравнить существующие классификации и предложить адаптированный русскоязычный вариант тактической классификации гематогенного остеомиелита позвоночника.

Материал и методы

Сравнение существующих классификаций гематогенного остеомиелита позвоночника

Классификация В.Я. Фищенко (1983):

- Локализация: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый отделы, множественные поражения.

- По локализации в позвонке: тела, дужки, отростки (с деформацией или без нее).

- Форма морфологических проявлений: очаговая, диффузно-очаговая, разлитая.

- Форма клинических проявлений: острый (токсико-динамический или септико-пиемический), хронический рецидивирующий, первично-хронический.

- Стадии патологического процесса: острая, подострая, хроническая, остаточных явлений, вторичных компенсаторных проявлений.

- По наличию осложнений: осложненный, неосложненный.

- Гнойные проявления: флегмоны и абсцессы шеи, флегмоны и абсцессы средостения, паранефральные флегмоны и абсцессы, тазовые флегмоны и абсцессы, свищи, индуративный медиастинит, гнойный псоит.

- Неврологические проявления: компрессионный спинальный синдром, вторичный радикулит, индуративный перидурит.

- Смешанные проявления: гнойный менингит, гнойный менингомиелит.

Автор классификации предлагает выделять локализацию, форму, стадию патологического процесса, констатировать наличие осложнений в виде тех или иных синдромов и не предлагает никаких тактических решений и алгоритма действий, отметив, что при консервативном лечении иногда можно добиться затихания патологического процесса, однако это состояние может оказаться нестойким [1].

В работе L. Nomagk с соавторами используют общепринятые варианты классификаций гематогенного остеомиелита с обязательным указанием локализации в позвоночнике:

- по этиологии — на неспецифический (бактериальный, грибковый, паразитарный (является казуистическим)) и специфический (туберкулез, бруцеллез, сифилис);

- по характеру распространения инфекции (экзогенный или эндогенный);

- по длительности заболевания (острый и хронический).

Однако кроме этого авторы предлагают оценить тяжесть процесса и ответить на три вопроса [7]:

1. Сформировалась ли вследствие костной деструкции нестабильность позвоночно-двигательного сегмента?

2. Имеется ли неврологический дефицит?

3. Вовлечены ли в процесс смежные с позвоночником структуры?

Исходя из ответов на поставленные вопросы, выделено три степени тяжести воспалительного процесса в позвоночнике (табл. 1).

I степень тяжести А/В. К ней относятся все случаи спондилодисцита без неврологического дефицита, нестабильности и деструкции тел позвонков. Кифоз и сужение позвоночного канала могут иметь место. Методом выбора является консервативное лечение, но может быть выполнена внутренняя фиксация. Антибактериальная терапия назначается сроком на 3 мес. Рентгенография выполняется через 2 и 6 нед. после операции.

II степень А/В подразумевает все случаи спондилодисцита с деструкцией тел позвонков, приводящей к нестабильности, но без неврологического дефицита. Хирургическое лечение заключается во внутренней фиксации грудного и поясничного отделов позвоночника с попыткой коррекции кифоза. Антибактериальная терапия назначается в зависимости от чувствительности на три месяца после операции. КТ-контроль выполняется через три месяца для оценки формирования костного блока, если была выполнена резекция очага поражения и спондилодез.

Таблица 1

Классификация остеомиелита позвоночника SSC 2004–2009 гг. [7]

Тяжесть заболевания, степень	Костная деструкция и нестабильность	Острый неврологический дефицит	Вовлечение паравертебральных тканей (А = нет, В = да)
I	Нет	Нет	А/В
II	Да	Нет	А/В
III	Да/Нет	Да	В

III степень А/В объединяет все случаи с неврологическим дефицитом, степень костной деструкции является вторичной. Хирургическое лечение выполняется немедленно после установления диагноза и включает фиксацию грудного и поясничного отделов позвоночника. Декомпрессия позвоночного канала проводится по методике ламинотомии или ламинэктомии. Обязательно забирается материал для биопсии, воспалительный фокус резецируется из реберно-поперечного или задне-латерального доступа, имплантируются материалы с дозированным высвобождением антибиотика. Некоторые пациенты подверглись вентральной стабилизации. Антибиотики назначаются сроком на 3 мес., рентгенография через 2

и 6 нед. после операции. Помимо этого, исследователи предлагают развивать систему оценки SponDT (Spondylodiscitis Diagnosis and Treatment) [8]. Клинический материал авторов представлен 296 наблюдениями. Система основана на оценке биохимического маркера воспаления СРБ (мг/дл), тяжести болевого синдрома, оцениваемой по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), данных МРТ [8] (табл. 2, 3).

Развивая данный подход, авторы модифицировали шкалу «Клинико-рентгенологическая классификация тяжести спондилодисцита» (SSC) (табл. 4). При этом предлагаются рекомендации по выбору тактики в зависимости от тяжести процесса (табл. 5).

Таблица 2

Критерии оценки тяжести воспалительного процесса по системе SponDT [8]

Критерий	0	1	2	3
СРБ, мг/дл	<10	<50	51–150	>150
Боль по ВАШ	<3	<5	<8	>8
МРТ	Нет	Спондилодисцит без деструкции	Спондилодисцит с деструкцией	Спондилодисцит с абсцессом

Таблица 3

Определение степени тяжести воспалительного процесса по шкале SponDT [8]

Степень тяжести	Количество баллов
Тяжелая	>6
Умеренная	3–5
Легкая	<3

Таблица 4

Клинико-рентгенологическая классификация тяжести спондилодисцита (SSC), 2010 г. [7]

Степень тяжести	SponDT	Неврологический дефицит	Костная деструкция
I степень	<3	Нет	Нет
II степень	3–6	Нет	Да
III степень	>6	Да	

SSC — spondylodiscitis severity code.

Таблица 5

Рекомендации выбора тактики в зависимости от степени тяжести процесса [7]

I степень	II степень	III степень
Консервативная терапия или задняя стабилизация Биопсия	Задняя стабилизация, биопсия, репозиция, санация паравerteбральных тканей, вторым этапом вентральная стабилизация	Задняя стабилизация с ламинэктомией, дискэктомия из заднего доступа с гистологическим исследованием, локальные формы антибактериальной терапии, санация вовлеченных паравerteбральных тканей, ранняя вентральная стабилизация
Антибактериальная терапия 12 нед.	Антибактериальная терапия 12 нед.	Антибактериальная терапия 12 нед.

Е. Pola с соавторами представили новую классификацию спондилодисцита — New Classification Pyogenic Spondylodiscitis (NCPS), основанную на клинической картине и данных лучевой диагностики и определяющую простой и воспроизводимый алгоритм для спинальных хирургов [9]. Авторы выделяют три основных типа поражения (А, В, С) на основании следующих первичных критериев: костная деструкция или сегментарная нестабильность, эпидуральный абсцесс и неврологический дефицит, а также на базе вторичных критериев: вовлечение паравертебральных тканей и наличие внутримышечных абсцессов. Биомеханическая нестабильность была определена более чем у 25% пациентов с формированием сегментарного кифоза на уровне поражения. Оценивались и данные обязательного физического исследования, включающего оценку глубоких сухожильных рефлексов, чувствительности, мышечной силы, центральных патологических знаков, что необходимо для исключения неврологического дефицита. Картина МРТ с контрастированием позволяла уточнить заинтересованность невральных структур, наличие абсцессов и вовлечение паравертебральных мягких тканей. Учитывая вышеперечисленные критерии, представлено следующее распределение по типам.

Тип А

Все случаи без биомеханической нестабильности и острого неврологического дефицита или эпидурального абсцесса.

Распределение на подтипы зависит от вторичных критериев:

А.1 — простой дисцит без вовлечения тел позвонков;

А.2 — спондилодисцит с вовлечением межпозвонкового диска и тел смежных позвонков;

А.3 — спондилодисцит с ограниченным вовлечением паравертебральных мягких тканей;

А.4 — спондилодисцит с одно- или двусторонними внутримышечными абсцессами.

Принципы лечения: антибактериальная терапия, круглосуточное ношение жесткого корсета до полного излечения инфекции. Пациенты с высокими требованиями к качеству жизни могут быть подвергнуты малоинвазивной транспедикулярной фиксации (ТПФ).

Тип В

Все пациенты с рентгенологически подтвержденной значительной костной деструкцией или биомеханической нестабильностью без острого неврологического дефицита или эпидурального абсцесса. Пациенты были разделены на следующие подтипы:

В.1 — деструктивный спондилодисцит без сегментарной нестабильности;

В.2 — деструктивный спондилодисцит с распространением на паравертебральные мягкие ткани без сегментарной нестабильности;

В.3 — деструктивный спондилодисцит с биомеханической нестабильностью и сегментарным кифозом (В.3.1 < 25°, В.3.2 > 25°).

Принципы лечения: консервативное лечение или перкутанная ТПФ, направленная на сохранение стабильности пораженного отдела позвоночника (В.1, В.2). В случаях сегментарной нестабильности или кифоза стабилизация позвоночника должна выполняться всегда. Минимально инвазивная ТПФ предлагается как опция для лечения пациентов с негрубыми кифотическими деформациями.

Тип С

Все больные с эпидуральным абсцессом или острой неврологической симптоматикой:

С.1 — эпидуральный абсцесс без неврологической симптоматики и сегментарной нестабильности;

С.2 — эпидуральный абсцесс с сегментарной нестабильностью без неврологической симптоматики;

С.3 — эпидуральный абсцесс с острой неврологической симптоматикой без сегментарной нестабильности;

С.4 — эпидуральный абсцесс с острой неврологической симптоматикой и сегментарной нестабильностью.

Принципы лечения. Пациентов без острой неврологической симптоматики и сегментарной нестабильности (С.1) лечат консервативно с прицельным мониторингом неврологического статуса, пациентов с подтипом С.2 — методом хирургической стабилизации и санации абсцесса во избежание потенциальной угрозы развития неврологического дефицита. При наличии подтипов С.3 и С.4 всегда выполняется хирургическая декомпрессия невральных структур в комбинации с сегментарной стабилизацией, если биомеханическая стабильность находится под угрозой.

В таблице 6 сопоставлены основные пункты классификаций и предложенные тактические решения согласно МКБ 10, New Classification Pyogenic Spondylodiscitis (NCPS) и Spondylodiscitis Severity Code (SSC) [7, 9].

Принципиальные отличия имеются только в пункте С.2/IIВ. Эти расхождения связаны с тем, что в классификации Е. Pola рассматриваются все клинические варианты эпидуральных абсцессов, в то время как L. Nomagk сообщает только о неврологической симптоматике, требующей немедленного хирургического лечения, а костная деструкция является вторичной. Иные пункты обеих классификаций предлагают сходные

тактические решения, однако по усмотрению хирурга предпочтения могут отдаваться либо консервативному лечению, либо инструменталь-

ной стабилизации с медикаментозной терапией. Варианты вентральных вмешательств авторами не рассматриваются.

Таблица 6

Соответствие пунктов классификаций NCPS (Pola E. et al.) и SSC (Homagk L. et al.) и предлагаемых вариантов тактических решений

МКБ 10	Pola E. et al. NCPS	Homagk L. et al. SSC	Тактика лечения	
			NCPS	SSC
M46.2 M86.0 M86.2 M86.5 M86.6	A.1	IA	Консервативное лечение, для повышения качества жизни может быть выполнена ТПФ	
	A.2	IA		
	A.3	IB		
	A.4	IB		
	B.1	IIA	Консервативное лечение или ТПФ	ТПФ, попытка коррекции кифоза
	B.2	IIB		
	B.3.1	IIA	ПТФ всегда, малоинвазивная при негрубых кифозах	
B.3.2	IIB			
G06	C.1	IB	Консервативное лечение с прицельным контролем неврологической симптоматики	Консервативное лечение или ТПФ
M46.2 M86	C.2	IIB	ТПФ, санация абсцесса	ТПФ, попытка коррекции кифоза
	C.3	IIIB	Декомпрессия и стабилизация	Стабилизация и декомпрессия, может быть выполнена вентральная стабилизация
	C.4	IIIB		

Материалы собственного клинического исследования

В исследование были включены 209 пациентов с неспецифическим остеомиелитом позвоночника, пролеченных с 2006 по 2017 г. Все случаи остеомиелита позвоночника были разделены согласно представленным классификациям, проведен анализ тактических подходов, использованных в нашей клинике и предложенных авторами классификаций.

Средний возраст больных составил $48,68 \pm 14,8$ лет. Мужчин в изучаемой группе больных было в три раза больше, чем женщин: 153 (73,2%) и 56 (26,8%) соответственно. Пациенты старше 50 лет составили 47,4% ($n = 99$). Признаки воспалительного процесса в виде лихорадки и лейкоцитоза на день поступления в клинику отмечались у 109 (52,1%) больных. Неврологический дефицит имелся у 37 (17,7%) пациентов.

Результаты

Все больные были классифицированы по МКБ 10 и разделены на типы поражения по NCPS E. Pola с соавторами и SSC L. Homagk с соавторами (табл. 7).

Четверо больных из 209 не были классифицированы, так как у троих отмечалось изолированное поражение отростков позвонков (1,4% от общего количества больных), а у одного — поражение сегмента $C_1 - C_{II}$.

Пациенты были распределены согласно классификации E. Pola с соавторами [9] и разработанной в нашей клинике тактике лечения (табл. 8).

При остеомиелите позвоночника (подгруппы C.3, C.4) дренирование эпидурального абсцесса было проведено всем пациентам на санирующем или реконструктивном этапе операции.

Полное совпадение тактики лечения со стандартизированными подходами наблюдалось в 61,5%

($n = 126$) случаев. Однако если такие варианты, как санация + ТПФ, передний спондилодез, циркулярная реконструкция позвоночника, рассматривать как непротиворечащие предложенной концепции у пациентов с деструктивными и осложненными формами остеомиелита, то частота совпадений увеличивается до 81,5% ($n = 167$). Несовпадение подходов в лечении составило 18,5% ($n = 38$) случаев. Это больные, перенесшие санирующие или реконструктивные вентральные вмешательства из передних доступов, и 4 пациента, получавших консервативную терапию.

Таблица 7

Распределение больных соответственно классификациям NCPS и SSC

МКБ 10	NCPS (Pola E. et al.)	Число пациентов	SSC (Homagk L. et al.)	Число пациентов
M46.2	A.1	0	IA	0
M86.0	A.2	42	IA	42
M86.2	A.3	16	IB	16
M86.5	A.4	4	IB	4
M86.6	B.1	56	IIA	56
	B.2	31	IIB	31
	B.3.1	16	IIA	4
			IIB	12
	B.3.2	1	IIB	1
G06	C.1	1	IV	1
M46.2	C.2	9	IIB	9
M86	C.3	10	IIIB	10
	C.4	19	IIIB	19
Итого		205		205

Таблица 8

Распределение больных по классификации NCPS и методам лечения

Тип	Консервативная терапия	ТПФ	Санация	Санация+ ТПФ	Передний спондилодез	Реконструкция 360°	Всего
A.2	28	10	3**	–	1**	–	42
A.3	6	–	6**	1**	3**	–	16
A.4	2	–	2**	–	–	–	4
B.1	22	13	2**	3*	4*	12*	56
B.2	3	7	7**	2*	4*	8*	31
B.3.1	3**	4	–	–	7	2	16
B.3.2	–	–	–	1*	–	–	1
C.1	1	–	–	–	–	–	1
C.2	1**	1	4**	–	2	1	9
C.3	–	–	3**	1*	6*	–	10
C.4	–	–	2**	3	8	6	19
Итого	66	35	29	11	35	29	205

Цифрами без индекса представлены случаи полного совпадения тактики лечения; * – избранная тактика лечения не противоречит предложенной E. Pola; ** – тактика лечения значительно отличается от предложенной E. Pola

Обсуждение

Сопоставляя принятые нами тактические решения с аналогичными, описанными в работе L. Nomagk, мы получили сходные результаты. Полное совпадение тактики было в 59,0% ($n = 121$) случаев, тактика не противоречила предложенной — 23,9% ($n = 49$), тактика лечения значительно отличалась от предложенной — 17,1% ($n = 35$) наблюдений. Основные различия связаны с отсутствием стабилизации пораженных сегментов после санирующего этапа, что было характерно для раннего периода нашей работы.

Разработка и апробация классификации гематогенного остеомиелита позвоночника, отвечающей современным возможностям диагностики и лечения, является актуальной задачей. Одним из важных критериев, определяющих тактику лечения, является биомеханическая нестабильность позвоночно-двигательного сегмента. При этом те критерии, которые используются в хирургии дегенеративных поражений позвоночника ввиду отсутствия деструкции костной ткани, не вполне применимы при оценке септической нестабильности [10]. В систематическом обзоре C. Herren с соавторами представлены четкие признаки нестабильности при гематогенном остеомиелите: сегментарный кифоз — $>15^\circ$, деструкция тела позвонка — $>50\%$ его высоты, трансляция >5 мм [11].

Также следует отметить, что во всех известных нам публикациях присутствует единое мнение о том, что остро развившийся неврологический дефицит является показанием к неотложному хирургическому вмешательству и определяет исход лечения [12]. Но многие авторы не учитывают пациентов, у которых неврологические нарушения существуют некоторое время до поступления в клинику и острыми не являются.

Еще одним важным обстоятельством, влияющим на тактику лечения и прогноз по заболеванию, является синдром системного воспалительного ответа (ССВО), при котором дренирование очага поражения является порой жизненно спасающим вмешательством. Санация очага выполняется преимущественно из вентральных доступов, особенно в шейном, и реже — в поясничном отделах. Недостаточное внимание в выше приведенных публикациях к септическим формам остеомиелита проявилось в виде отсутствия показаний к вентральным вмешательствам [9], которые после стабилизации общего состояния больного могут быть дополнены инструментальной фиксацией. Прокальцитониновый тест как инструмент диагностики и мониторинга септической формы остеомиелита позвоночника не подтвердил свою пользу, однако авторы исследовали всего 17 паци-

ентов с гематогенным остеомиелитом позвоночника и 18 больных контрольной группы [13].

Для классификации SSC характерен строгий методологический подход, однако всем пациентам с III степенью тяжести предлагается выполнять переднюю реконструкцию. В этом вопросе авторы двух ключевых работ (E. Pola и L. Nomagk) предлагают диаметрально противоположный подход. Учитывая то, что вентральный этап зачастую является технически наиболее сложным, а отдаленные результаты лечения при изолированной инструментальной фиксации могут быть сопоставимы, необходим компромиссный вариант принятия решения.

У значительной части пациентов, подвергшихся задней инструментации на фоне курса антибактериальной терапии, отмечается формирование спонтанного костного блока. Решение вопроса о необходимости выполнения второго этапа хирургического лечения, передней реконструкции при положительной динамике, следует принимать отсроченно.

Динамическое наблюдение за пациентом, контроль маркеров воспаления, клиническая ремиссия, по нашим наблюдениям, приводят к формированию костного блока в сроки 6–18 мес., а по данным A.G. Hadjipavlou, время костного сращения может достигать 24 мес., но не у всех пациентов [14]. Подробный анализ тактики изолированной инструментальной фиксации мы готовим к публикации.

Из 209 пациентов положительные результаты исследования крови на стерильность получены у 21 (10%), из них у 17 отмечались острая и подострая формы заболевания. Из 21 пациента с подтвержденным сепсисом 17 подверглись вентральным вмешательствам; 7 пациентам, помимо санирующего этапа, выполнен передний спондилодез; 4 пациента лечились консервативно. У 5 больных отмечены инфекционно-воспалительные осложнения в области хирургической раны. У одного пациента сформировался гнойный коксит, потребовавший резекции головки бедренной кости.

Санирующие операции выполнены 29 больным (13,9%), что ненамного отличается по количеству от септических форм остеомиелита позвоночника.

Предложенные классификации применимы в клинической практике и соответствуют заявленной цели. Однако мы считаем необходимым введение подтипов, характеризующих наличие ССВО, при котором в ряде случаев требуется санация очага поражения из вентрального доступа у гемодинамически стабильных пациентов.

Классификация E. Pola с соавторами построена по принципу градации тяжести заболевания, хорошо знакомому большинству травматологов-ортопедов и спинальных хирургов, с разделением

на типы А, В, и С. Она объемнее, чем SSC, и охватывает рентгенологические варианты, а из клинических данных оценивается только наличие неврологических нарушений.

Классификация L. Homagk с соавторами в большей степени ориентирована на клиническую картину, лабораторный контроль тяжести заболевания и значительно больше учитывает состояние больного.

При осложненном течении остеомиелита позвоночника показаниями к хирургическому лечению являются: неврологический дефицит и/или эпидуральный абсцесс, сепсис, паравертебральные абсцессы >2,5 см и неудовлетворительные результаты консервативного лечения [11]. Хотя размеры паравертебрального абсцесса, подлежащего обязательной хирургической санации, остаются спорными, возможно дренирование под контролем навигационных систем [7].

При использовании классификации E. Pola с соавторами целесообразно ее дополнение подтипами, отражающими наличие сепсиса при типах А и В и устраняющими данный недостаток. Тип С, подразумевающий санацию очага, не требует введения дополнительного пункта.

ТИП А

А.5 — спондилодисцит, сопровождающийся ССВО,

А.5 — санация очага спондилодисцита из вентрального или заднебокового доступа; реконструкция передних отделов позвоночника по показаниям; после стабилизации общего состояния больного — фиксация пораженного отдела позвоночника.

ТИП В

В.4 — деструктивный спондилодисцит осложненный ССВО,

В.4 — санация очага поражения в позвоночнике с реконструкцией переднего опорного комплекса и внеочаговой стабилизацией вовлеченного сегмента.

При использовании классификации SSC (L. Homagk) септическое состояние также не оценивается, используются только определение уровня СРБ и оценка по ВАШ.

Предложенные современные классификации гематогенного остеомиелита позвоночника применимы в клинической практике, определяют тяжесть патологического процесса и, таким образом, стандартизируют схемы лечения и снижают риск тактических ошибок. Тактику лечения больных с рассматриваемой патологией определяют не только степень деструкции, вовлечение в процесс паравертебральных тканей, биомеханическая нестабильность пораженного отдела позвоночника и наличие неврологического дефицита,

но и наличие ССВО. Наличие сепсиса может потребовать санации очага поражения, дополненного отсроченной стабилизацией, в то время как принятие решения о вентральной реконструкции должно приниматься отсрочено в случаях клиничко-рентгенологической ремиссии ввиду высокой вероятности формирования спонтанного костного блока.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Фищенко В.Я. Классификация гематогенного остеомиелита позвоночника. Ортопедия, травматология и протезирование. 1983;(2):25-28. Fishchenko V.Y. [Classification of haematogenous osteomyelitis of the spine]. *Ortopedia, travmatologia i protezirovanie [Orthopaedics, traumatology and prosthetics]*. 1983;(2):25-28. (in Russian).
2. Gasbarrini A., Boriani L., Nanni C., Zamparini E., Rorato G., Ghermandi R. et al. Spinal infection multidisciplinary management project (SIMP): from diagnosis to treatment guideline. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2011;24(1 Suppl 2):95-100.
3. Park K.H., Cho O.H., Lee Y.M., Moon C., Park S.Y., Moon S.M. et al. Therapeutic outcomes of hematogenous vertebral osteomyelitis with instrumented surgery. *Clin Infect Dis*. 2015;60(9):1330-1338. DOI: 10.1093/cid/civ066.
4. Duarte R.M., Vaccaro A.R. Spinal infection: state of the art and management algorithm. *Eur Spine J*. 2013;22(12):2787-2799. DOI: 10.1007/s00586-013-2850-1.
5. Tuchman A., Pham M., Hsieh P.C. The indications and timing for operative management of spinal epidural abscess: literature review and treatment algorithm *Neurosurgical Focus*. 2014;37(2):E8. DOI: 10.3171/2014.6.FOCUS14261.
6. Chang W.S., Ho M.W., Lin P.C., Ho C.M., Chou C.H., Lu M.C. et al. Clinical characteristics, treatments, and outcomes of hematogenous pyogenic vertebral osteomyelitis, 12-year experience from a tertiary hospital in central Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect*. 2018;51(2):235-242. DOI: 10.1016/j.jmii.2017.08.002.
7. Homagk L., Homagk N., Klaus J. R., Roehl K., Hofmann G.O., Marmelstein D. et al. Spondylodiscitis severity code: scoring system for the classification and treatment of non-specific spondylodiscitis. *Eur Spine J*. 2016;25(4):1012-1020. DOI: 10.1007/s00586-015-3936-8.
8. Homagk L., Homagk N., Meise H.J., Hofmann G.O., Marmelstein D. A spondylodiscitis scoring system: SponDT – spondylodiscitis diagnosis and treatment. *JSM Spine*. 2016;1(1):1004. Available from: <https://jscimed-central.com/Spine/spine-1-1004.pdf>.
9. Pola E., Autore G., Formica V.M., Pambianco V., Colangelo D., Cauda R., Fantoni M. New classification for the treatment of pyogenic spondylodiscitis: validation study on a population of 250 patients with a follow-up of 2 years. *Eur Spine J*. 2017;26(Suppl 4):479-488. DOI: 10.1007/s00586-017-5043-5.
10. Крутько А.В., Байков Е.С., Коновалов Н.А., Назаренко А.Г. Сегментарная нестабильность позвоночника: нерешенные вопросы. *Хирургия позвоночника*. 2017;14(3):74-83. DOI: 10.14531/ss2017.3.74-83.

- Krutko A.V., Baikov E.S., Konovalov N.A., Nazarenko A.G. [Segmental spinal instability: unsolved problems]. *Hirurgia pozvonocnika* [Journal of Spine Surgery]. 2017;14(3):74-83. DOI: 10.14531/ss2017.3.74-83.
11. Herren C., Jung N., Pishnamaz M., Breuninger M., Siewe J., Sobotke R. Spondylodiscitis: diagnosis and treatment options. *Dtsch Arztebl Int.* 2017;114(51-52):875-882. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0875.
 12. Robbach B.P., Niethammer T.R., Paulus A.C., Melcher C., Birkenmaier C., Jansson V., Wegener B. Surgical treatment of patients with spondylodiscitis and neurological deficits caused by spinal epidural abscess (SEA) is a predictor of clinical outcome. *J Spinal Disord Tech.* 2014;27(7):395-400. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000030.
 13. Maus U., Andereya S., Gravius S., Ohnsorge J.A., Miltner O., Niedhart C. Procalcitonin (PCT) as diagnostic tool for the monitoring of spondylodiscitis. *Z Orthop Unfall.* 2009;147(1):59-64. DOI: 10.1055/s-2008-1038974.
 14. Hadjipavlou A.G., Mader J.T., Necessary J.T., Muffoletto A.J. Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(13):1668-1679.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Базаров Александр Юрьевич — доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2», г. Тюмень

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Alexsander Yu. Bazarov — associate professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Tyumen State Medical University; orthopedic surgeon, Trauma and Orthopedic Department, Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russian Federation

Комментарий к статье «Классификации неспецифического гематогенного остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению»

В.В. Григоровский

ГУ «Институт травматологии и ортопедии Национальной академии медицинских наук Украины»,
г. Киев, Украина

Comment to the Article „Classifications of Non-Specific Hematogenous Vertebral Osteomyelitis. Critical Review and Suggestions for Clinical Use“

V.V. Grigorovsky

Research Institute for Traumatology and Orthopaedics of National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
Kiev, Ukraine

Тема статьи представляется достаточно актуальной, так как неспецифический гематогенный остеомиелит позвоночника (НГОП), хотя и редкое по сравнению с остеомиелитом других костей заболевание, но предполагает проведение ряда неотложных, порой технически сложных, лечебных мероприятий. Определение клинических показаний к этим мероприятиям, их последовательность, диктуемая той или иной тактикой лечения, представляются нам важнейшими вопросами современной вертебрологии.

Авторы статьи, обладая достаточно большим собственным опытом диагностики и лечения больных данного профиля, предприняли попытку дать сравнительную оценку и внести некоторые дополнения в имеющиеся классификации остеомиелита позвоночника. При этом анализируются три клас-

сификации: В.Я. Фищенко (1983), Л. Номак с соавторами (2016) и Е. Pola с соавторами (2017).

Классификация В.Я. Фищенко [1] реально может считаться базовой, так как рассматривает случаи НГОП многоаспектно, хотя, как справедливо указывают авторы, не предлагает никаких тактических решений. Возможно, в то время автор не ставил перед собой подобной задачи.

Новейшие классификации НГОП предусматривают алгоритмизацию тактических решений, что, с одной стороны, упрощает процедуру их принятия, с другой стороны, при этом неизбежно теряются некоторые важные нюансы диагностического и лечебного процессов, такие как учет и объективная оценка масштабов и структуры очага поражения позвонка и вторичных воспалительных очагов, оценка динамики поражения тканей до и в процессе лечения, определение рисков характерных осложнений НГОП [2-4].

Все же мы полагаем, что попытка проанализировать диагностические оценочные подходы в этих классификациях является продуктивной, хотя до признания какой-то из этих

• Комментарий к статье

Базаров А.Ю. Классификации неспецифического гематогенного остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):146-155. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-146-155.

Григоровский В.В. Комментарий к статье «Классификации неспецифического остеомиелита позвоночника. Критический анализ и предложения по применению». *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):156-158. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-156-158.

Cite as: Grigorovsky V.V. [Comment to the Article „Classifications of Non-Specific Hematogenous Vertebral Osteomyelitis. Critical Review and Suggestions for Clinical Use“]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):156-158. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-156-158.

Григоровский Валерий Владимирович / Valery V. Grigorovsky; e-mail: val_grigorov@bigmir.net

классификаций унифицированной и оптимальной еще далеко. Судить о достоинствах самих классификаций L. Nomagk с соавт. [2] и E. Pola с соавт. [3] не входит нашу задачу, однако предполагает высказаться и об этих классификациях, которые авторы статьи взяли за основу.

Важный теоретический вопрос: как представлять и как оценивать такой признак поражения кости, как «костная деструкция», «деструктивный спондилодисцит», приводимый в классификациях L. Nomagk с соавторами и E. Pola с соавторами? Эти термины отражают состояние костной ткани в очаге поражения позвонка. По нашему мнению, эти термины недостаточно определенные изначально, тем более применительно к инфекционному воспалительному процессу. С одной стороны, деструкцией сопровождается очаг прогрессирующего воспаления с остеонекрозом, возможностью абсцедирования и формирования секвестров. С другой стороны, в случае успешной санации очага, т.е. ликвидации самого инфекционного воспалительного процесса консервативными методами, будет прогрессировать патологическая перестройка в виде остеонекроза с реосификацией. Оба процесса могут приводить к биомеханической нестабильности и, как следствие, неврологическому дефициту. Разумеется, первый вариант намного опаснее. Рассматриваемые авторами классификации не учитывают эти важные особенности. Нам, наоборот, представляются весьма важными в отношении тактики лечения объективные данные о размерах и состоянии тканей первичного очага остеомиелита в позвонке. Если визуализирующими методами будет установлено, что в теле позвонка присутствует достаточно крупный очаг с тенденцией к формированию полости распада, а тем более – секвестра, это само по себе становится важным аргументом в пользу хирургического вмешательства с целью вскрытия, некрэктомии и дренирования патологического очага.

В классификации E. Pola с соавторами представляется неясным и противоречивым подтип А.1 – «простой дисцит без вовлечения тел позвонков». Если это ошибка в классификации E. Pola с соавторами, то вряд ли нужно ее дублировать в усовершенствованном варианте классификации, предлагаемом авторами. Воспаление в теле позвонка наиболее часто стартует как спондилит либо в участках костной ткани, прилежащих к диску, либо как воспалительный очаг в глубине спонгиозы тела, но не как изолированный дисцит. Речь может идти о масштабе и топографии первичного вовлечения костной ткани и вторично – ткани диска, при этом также имеет значение учет размеров очага воспаления. Лишь в одном, чисто гипотетическом случае, когда при дистрофически-деструктивном процессе возможно

врастание мелких сосудов через замыкательную хрящевую пластинку вглубь диска и происходит патологическая васкуляризация и оссификация, – эти сосуды и окружающая ткань диска могут стать плацдармом развития инфекционного воспаления. Авторы комментируемой статьи нигде не дают этому противоречию свою оценку, тем самым присоединяясь к неправильному, на наш взгляд, положению.

Применяемое авторами статьи выражение «септическая форма остеомиелита позвоночника», на наш взгляд, неудачное, так как понятие «форма» применимо, прежде всего, к характеристике самого инфекционно-воспалительного очага. Форма очага – понятие патоморфологическое. Как патолог, исследовавший ткани многих тысяч очагов разных нозологий остеомиелитов, могу утверждать, что существует лишь три формы очагов остеомиелита:

- 1) форма деструктивная, или абсцедирующая;
- 2) форма фиброзирующая, или склерозирующая;
- 3) форма фиброзирующая с микроабсцедированием [5].

Очаги первоначально, до лечения, относимые к одной форме, в результате лечения, а иногда и естественной санации тканей, могут принимать иную форму. Это реальность, наиболее точно и актуально отражающая характеристики очагов остеомиелита. Нам представляются правильными фразы: «остеомиелит позвоночника, осложненный сепсисом» или «остеомиелит позвоночника с септическим течением».

Выделение самостоятельных подтипов А.5 и В.4 спондилодисцита, сопровождающегося синдромом системного воспалительного ответа (ССВО), вряд ли целесообразно, так как ССВО может наблюдаться и в сочетании с другими, не менее значимыми осложнениями НГОП: остеодеструкцией, эпидуральными и паравертебральными абсцессами, биомеханической нестабильностью и неврологическим дефицитом. В классификации E. Pola с соавт. все эти осложнения являются ведущими. Именно они, а не уровень С-реактивного белка и даже не ССВО, определяют оценку клинического состояния и тактику лечения. Если ввести самостоятельные подтипы А.5 и В.4, то становится неясным, почему авторы опустили другие важные осложнения в этих подтипах: паравертебральные абсцессы, сегментарный кифоз, биомеханическая нестабильность. Разве констатация ССВО делает несущественными все другие осложнения? Трудно с этим согласиться. Нелогично также, что авторы предлагают ввести подтипы с ССВО только в типы А и В. А почему не в тип С? По нашему мнению, если совокупность клинических, визуализирующих и клинико-лабораторных данных

дает основания признать у больного сепсис как осложнение течения НГОП, достаточно это отразить в формулировке того или иного подтипа после перечисления его основных характеристик, что уже предусмотрено классификацией Е. Pola с соавторами.

По нашему мнению, полностью алгоритмизировать клиническую тактику при НГОП вряд ли возможно. Очень многое решают правильная оценка размеров, топографии, свойств и динамики первичного очага поражения, развивающихся угроз появления вторичных очагов в паравертебральных тканях, системных осложнений, других патологических состояний, например, нестабильности в сегменте, неврологического дефицита и т.п.

Литература [References]

1. Фищенко В.Я. Классификация гематогенного остеомиелита позвоночника. Ортопедия, травматология и протезирование. 1983;(2):25-28. Fishchenko V.Y. [Classification of haematogenous osteomyelitis of the spine]. Ortopedia, travmatologia i protezirovanie [Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics]. 1983;(2):25-28. (in Russian).
7. Homagk L., Homagk N., Klauss J. R., Roehl K., Hofmann G.O., Marmelstein D. et al. Spondylodiscitis severity code: scoring system for the classification and treatment of non-specific spondylodiscitis. *Eur Spine J.* 2016;25(4):1012-1020. DOI: 10.1007/s00586-015-3936-8.
9. Pola E., Autore G., Formica V.M., Pambianco V., Colangelo D., Cauda R., Fantoni M. New classification for the treatment of pyogenic spondylodiscitis: validation study on a population of 250 patients with a follow-up of 2 years. *Eur Spine J.* 2017;26(Suppl 4):479-488. DOI: 10.1007/s00586-017-5043-5.
4. Digby J.M., Kersley J.B. Pyogenic non-tuberculous spinal infection. An analysis of thirty cases. *J Bone Joint Surg.* 1979; 61-B (1):47-55.
5. Григоровский В.В. Аспекты патоморфологии и номенклатуры в современной классификации неспецифических остеомиелитов. Ортопедия, травматология и протезирование. 2013;(3):77-87. Grigorovsky V.V. [Aspects of pathomorphology and nomenclature in the modern classification of nonspecific osteomyelitides]. Ortopedia, travmatologia i protezirovanie [Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics]. 2013;(3):77-87. (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:

Григоровский Валерий Владимирович — д-р мед. наук, профессор, врач-патологоанатом высшей категории, главный научный сотрудник отдела патоморфологии ГУ «Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины», Киев, Украина

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Valery V. Grigorovsky — Dr. Sci. (Med.), professor, principal scientific associate, Department for Pathomorphology, Research Institute for Traumatology and Orthopaedics of National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

Инфекционный артрит плечевого сустава после артроскопического шва вращательной манжеты (случай из клинической практики)

М.С. Рязанцев¹, Д.О. Ильин¹, Н.Е. Магнитская¹, А.П. Афанасьев¹,
А.Н. Логвинов^{1,2}, А.В. Фролов^{1,2}, А.В. Королев^{1,2}

¹Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия

²ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Реферат

Инфекционные осложнения в артроскопической хирургии плечевого сустава встречается редко — от 0,006% до 2,1% случаев. Авторы представили клиническое наблюдение пациента, у которого развилось инфекционное воспаление плечевого сустава через 10 суток после выполнения артроскопического шва сухожилия вращательной манжеты. По результатам клинического осмотра, данным лабораторных и инструментальных исследований, у пациента был выявлен инфекционный артрит правого плечевого сустава. В срочном порядке были выполнены артроскопическая ревизия, санация, установка биодеградируемых антибактериальных имплантатов. Через 6 мес. после оперативного лечения авторы получили хорошие результаты: регрессирование болевого синдрома, восстановление объема движений, а также устранение инфекционного очага.

Ключевые слова: артроскопия плечевого сустава, вращательная манжета плеча, инфекционный артрит плечевого сустава, инфекционные осложнения.

DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-159-164

Infection after Arthroscopic Cuff Tear Repair (Case Report)

M.S. Ryazantsev¹, D.O. Il'in¹, N.E. Magnitskaya¹, A.P. Afanas'yev¹,
A.N. Logvinov^{1,2}, A.V. Frolov¹, A.V. Korolev^{1,2}

¹European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

²Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

Abstract

Septic shoulder arthritis following arthroscopic surgery is a rare complication, according to the literature it arises from 0.006% to 2.1% of cases. We report on a case of 58 y.o. patient, admitted to our setting 10 days after arthroscopic intervention on the right shoulder joint in another hospital. Based on clinical, laboratory and instrumental assessment septic shoulder arthritis was diagnosed. Arthroscopic lavage and debridement surgery with bioabsorbable antibacterial agent implantation was performed. Long term follow-up in 6 months showed good results with full range of motion, absence of pain and elimination of infection.

Keywords: shoulder arthroscopy, rotator cuff, septic shoulder arthritis, infectious complications.

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

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

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

Рязанцев М.С., Ильин Д.О., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Королев А.В. Инфекционный артрит плечевого сустава после артроскопического шва вращательной манжеты (случай из клинической практики). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):159-164. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-159-164.

Cite as: Ryazantsev M.S., Il'in D.O., Magnitskaya N.E., Afanas'yev A.P., Logvinov A.N., Frolov A.V., Korolev A.V. [Infection after Arthroscopic Cuff Tear Repair (Case Report)]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):159-164. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-159-164.

✉ Рязанцев Михаил Сергеевич / Mikhail S. Ryazantsev; e-mail: 79268112899@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 09.01.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 01.11.2018.

Введение

Инфекционные осложнения в артроскопической хирургии плечевого сустава встречается редко — по данным литературы, от 0,006% до 2,1% случаев [1–4]. Считается, что предрасполагающими факторами возникновения инфекционного процесса в области плечевого сустава являются возраст пациента, а также шов вращательной манжеты [5, 6]. Манифестация инфекционного процесса наиболее часто происходит в течение первых трех недель после операции и проявляется болевыми ощущениями, усилением отека, гиперемией, а также отделяемым из раны [7, 8]. Наиболее часто происходит контаминация следующими микроорганизмами: пропионибактерия акне (*Propionibacterium acnes*), эпидермальный стафилококк (*Staphylococcus epidermidis*) и золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) [7, 9].

Мы представляем клинический случай инфекционного воспаления плечевого сустава через 10 суток после выполнения артроскопического шва сухожилия вращательной манжеты.

Клиническое наблюдение

К нам обратился пациент К. 58 лет, которому в одной из клиник Москвы была выполнена операция в объеме артроскопической рефиксации сухожилий подлопаточной и надостной мышц, тенотомии сухожилия длинной головки бицепса. Рефиксация сухожилия вращательной манжеты выполнена с использованием техники однорядного шва при помощи двух титановых якорных фиксатора из стандартных артроскопических портов. Через 8 суток пациент был выписан на амбулаторный этап лечения с рекомендациями продолжить иммобилизацию правого плечевого сустава в фиксирующей повязке на срок до 6 нед. после операции. Пациент пренебрегал использованием фиксирующей повязки и через 2 дня после выписки почувствовал усиление болевых ощущений и отека.

Пациент обратился в нашу клинику. В момент обращения и первичного осмотра иммобилизация правой верхней конечности отсутствовала. Послеоперационные раны укрыты асептическими повязками. Мягкие ткани отечны, при пальпации ощущалась болезненность в проекции послеоперационных ран, слабо выраженная локальная гиперемия кожных покровов. Длинная головка двуглавой мышцы плеча смещена дистально, пальпация умеренно болезненна. Объем движений в правом плечевом суставе: отведение — 60°, сгибание — 90°, наружная ротация — 10°, внутренняя ротация — кисть на уровне бедра. Острых сосудистых и нев-

рологических расстройств в конечности выявлено не было.

После снятия асептических повязок и шва в области латерального артроскопического порта между краями раны по зонду выделилось около 25 мл гнойного отделяемого (рис. 1).

На рентгенограммах: состояние после рефиксации сухожилий вращательной манжеты при помощи двух титановых якорных фиксаторов (рис. 2). Признаков миграции металлофиксаторов не выявлено.

В связи с подозрением на вовлечение в инфекционный процесс установленных фиксаторов и внутрисуставных структур была выполнена КТ-фистулография (контрастное вещество — Omnipaque) (рис. 3).

В результатах лабораторных исследований было выявлено повышение С-реактивного белка до 84,26 мг/л, СОЭ — 60 мм/ч.

По данным клинического, инструментального и лабораторных методов обследований у пациента выявлен послеоперационный инфекционный артрит правого плечевого сустава с вовлечением в процесс установленного якорного фиксатора. Пациенту рекомендовано выполнение оперативного лечения — артроскопической ревизии, санации правого плечевого сустава (рис. 4). Артроскопическая ревизия была выполнена через 10 суток после первичной операции и через 2 суток после появления симптомов. Данные артроскопического осмотра: синовиальная жидкость непрозрачная, мутная, имеются отложения фибрина, признаки воспаления синовиальной оболочки — гиперемия с петехиальными кровоизлияниями. В субакромиальном пространстве обнаружена несостоятельная лигатура. Металлофиксаторы состоятельны, признаков нестабильности не выявлено. Взят материал на бактериологический посев из субакромиального пространства и из полости плечевого сустава.

Выполнена резекция спаек и фрагментов воспаленных синовиальных оболочек, удалена несостоятельная лигатура из субакромиального пространства. Выполнен лаваж полости плечевого сустава — 35 литров физиологического раствора, субакромиального пространства — 35 литров физиологического раствора. В полость сустава и субакромиальное пространство уложены биодеградируемые антибактериальные имплантаты (Collatamp® EG, Roberts Healthcare, Германия) размерами 5×0 см. Послеоперационные раны обработаны растворами антисептиков, ушиты наглухо, наложены асептические повязки. Выполнена иммобилизация правого плечевого сустава в фиксирующей повязке. Через сутки пациент был выписан на амбулаторный этап лечения.

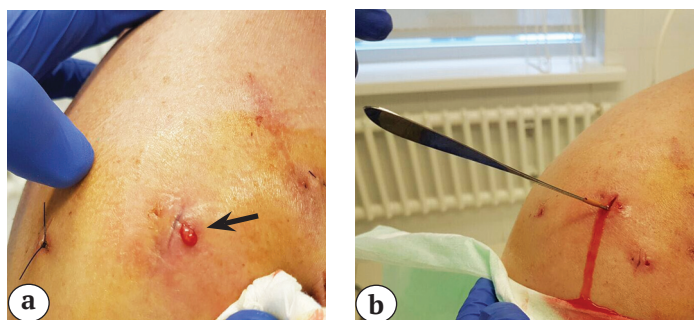


Рис. 1. Внешний вид правого плечевого сустава пациента К.:

а — отделяемое из послеоперационной раны (стрелка);
 б — инструментальный осмотр полости раны при помощи щупа

Fig. 1. General appearance of the right shoulder of patient K.:

a — discharge from the postoperative wound (arrow);
 b — instrumental examination of the wound with a probe proof stick

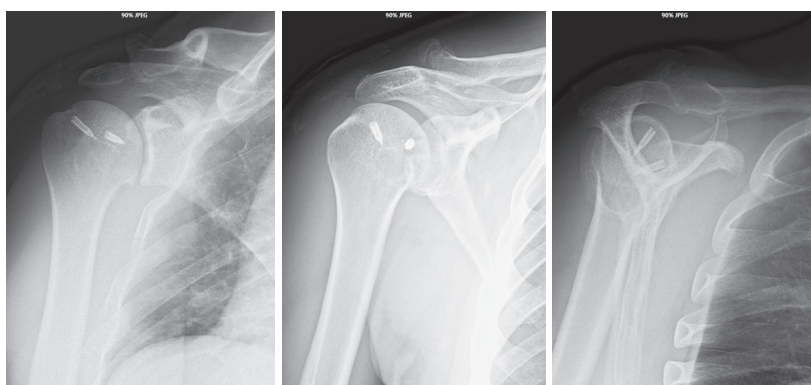


Рис. 2. Рентгенограммы правого плечевого сустава, стандартные проекции: состояние после рефиксации сухожилий вращательной манжеты при помощи двух титановых якорных фиксаторов, признаков миграции металлофиксаторов не выявлено

Fig. 2. X-rays of the right shoulder joint, standard view: state after the rotator cuff tendon re-attachment with two titanium anchors. There are no signs of metal anchor migration

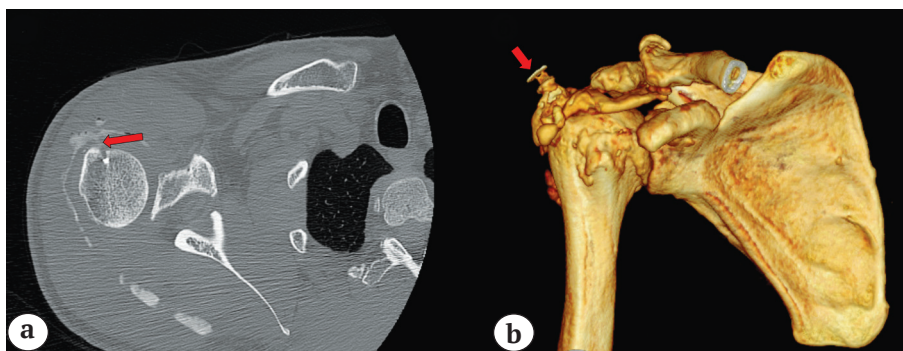


Рис. 3. Результаты КТ-фистулографии: а — аксиальный срез, распространение контрастного вещества на латеральный якорь (красная стрелка); б — 3-D реконструкция: распространение контрастного вещества (красной стрелкой указано место введения контраста — латеральный артроскопический порт)

Fig. 3. Results of CT-fistulography: a — axial section, diffusion of a contrast agent to the lateral anchor (red arrow);
 b — 3D reconstruction: diffusion of a contrast agent (the red arrow indicates the place where the contrast was introduced — lateral arthroscopic port)



Рис. 4. Интраоперационные фотографии: а — состояние хрящевого покрова головки плечевой кости и суставной поверхности лопатки; б — спаечный процесс в субакромиальном пространстве; с — сухожилие надостной и подостной мышц

Fig. 4. Intraoperative images: a — the status of the humeral head cartilage cover and the scapula articular surface;
 b — adhesions in the subacromial space; c — supraspinatus and infraspinatus tendon

В качестве антибактериального препарата был выбран линезолид 500 мг — 1 таблетка 1 раз в сутки в течение 21 дней после операции. Иммобилизация плечевого сустава проводилась в течение 3 нед. после операции. Шовный материал удален через 2 нед. после операции. Динамика результатов лабораторных исследований показана на рисунке 5.

Посев на бактериальную флору позволил выявить возбудителя — *Staphylococcus epidermidis* 10⁵ CFU, резистентный к антибактериальным препаратам пенициллинового ряда и макролидам.

На контрольных осмотрах через полтора, три и шесть месяцев после операции отмечалась положительная динамика, отсутствие воспалительных явлений и увеличение объема движений. Через 6 мес. после операции достигнут полный объем движений в плечевом суставе, сила мышц вращательной манжеты не снижена, нагрузка безболезненна.

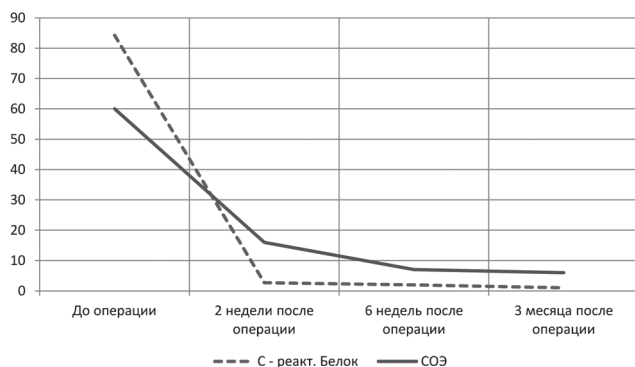


Рис. 5. Динамика результатов лабораторных исследований пациента

Fig. 5. The dynamics of laboratory tests of the patient

На МРТ через 6 мес. после операции: сухожилия вращательной манжеты прослеживаются на всем протяжении, положение якорных фиксаторов правильное, умеренный синовит (рис. 6).

Обсуждение

Инфекционные осложнения после артроскопического шва сухожилия вращательной манжеты встречаются редко — значительно реже, чем после открытой операции [10]. Так, T. Parnes с соавторами инфекционные осложнения после артроскопического шва сухожилий вращательной манжеты выявили в 2,1% случаев (у 2 пациентов из 94) [4].

G.S. Athwal с соавторами наблюдали 4886 пациентов, которым был выполнен артроскопический шов вращательной манжеты. Инфекционные осложнения были выявлены в 0,43% (21 из 4886) случаев [7].

Опубликованы данные о различной встречаемости инфекционных осложнений в зависимости от выполненной операции. В исследовании M.G. Yeraniosian с соавторами проанализировано более 150 000 артроскопических операций на плечевом суставе, при этом частота встречаемости инфекционных осложнений была выше у пациентов после сшивания сухожилий вращательной манжеты и составила 0,29%. Самая низкая частота данных осложнений была после выполнения капсулографии — 0,16% [5].

Глубокая инфекция в области плечевого сустава после реконструкции вращательной манжеты существенно замедляет время начала реабилитационных мероприятий (физиотерапии, разработки движений и т.д.) и способность пациента вернуться к своей привычной активности [11]. В нашем клиническом случае проводилась иммобилизация плечевого сустава после санации, что также увеличило общий срок иммобилизации плечевого сустава и начала восстановительного периода.

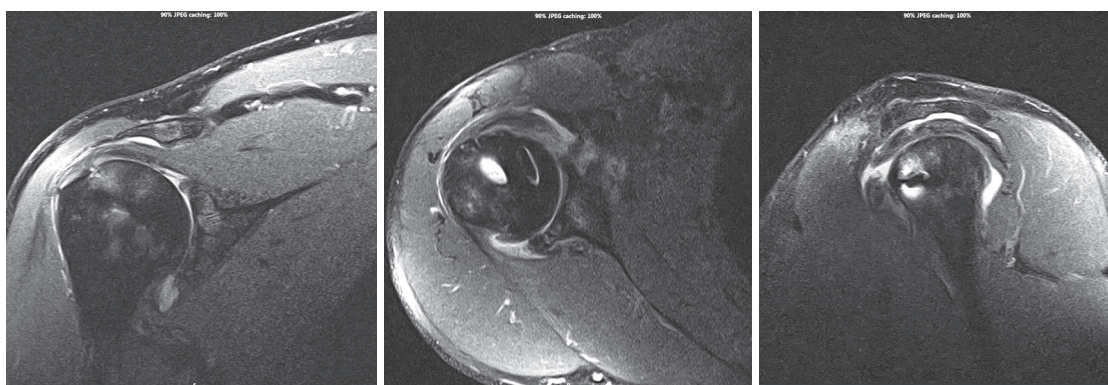


Рис. 6. МРТ правого плечевого сустава, коронарный, аксиальный и саггитальный срезы через 6 мес. после операции: сухожилия вращательной манжеты прослеживаются на всем протяжении, положение якорных фиксаторов правильное, умеренный синовит

Fig. 6. MRI of the right shoulder joint; coronary, axial and sagittal sections in six months after surgery: rotator cuff tendons are fully visible; the position of the anchors is correct; moderate synovitis

Имеются противоречивые данные о необходимости удаления имплантатов во время артроскопической санации. Так К.К. Jennsen с соавторами удаляют имплантаты редко [12], а L. Pauzenberger с соавторами, наоборот, являются сторонниками удаления всех имплантатов [6]. На наш взгляд, сохранение установленных ранее имплантов играет важную роль в дальнейшем послеоперационном восстановительном периоде.

Антибактериальная терапия играет важную роль в профилактике и лечении инфекционных осложнений после операций [2, 6]. В работе P. Randelli с соавторами показана сильная отрицательная взаимосвязь между проведением антибактериальной профилактики и возникновением инфекционных осложнений ($p < 0,01$) [2].

Артроскопическая санация и дебридмент широко применяются при инфекционно-воспалительных процессах в области плечевого сустава после оперативного лечения и показывают хорошие отдаленные результаты [4, 9, 13, 14].

В отечественной литературе нам удалось найти лишь одно упоминание об инфекционных осложнениях после артроскопии плечевого сустава. С.Ю. Доколин с соавторами описали двухэтапное лечение инфекционного осложнения, в ходе которого первым этапом выполнялись артроскопическая ревизия, дебридмент, удаление фиксирующих конструкций, а также замещение дефекта головки плечевой кости антибактериальным спейсером. Вторым этапом выполнялся ревизионный шов сухожилия вращательной манжеты. Авторы также подчеркивают отсутствие настороженности у врачей относительно инфекционных осложнений в области плечевого сустава после артроскопии [15].

Наш клинический случай показывает возможность одноэтапного лечения пациентов с описываемым осложнением. Внутрисуставное и субакромиальное размещение биодеградируемых антибактериальных имплантатов позволяет снизить риск рецидива инфекционного процесса. Несмотря на то, что артроскопическое восстановление вращательной манжеты имеет в целом низкие риски осложнений в раннем послеоперационном периоде по сравнению с открытой операцией, среди возможных осложнений чаще всего инфекционный процесс занимает первое место по частоте встречаемости (поверхностные инфекции 0,19% случаев, глубокие инфекции — 0,11%) [16]. Наиболее частым симптомом воспалительного процесса в области плечевого сустава после артроскопической операции является диффузная боль [6]. Поэтому при появлении сильных болей в послеоперационном периоде и во время начала реабилитационных мероприятий необходимо рассматривать их как признак возможного инфекционного осложнения.

Несмотря на низкий риск возникновения инфекционных осложнений после артроскопических операций на плечевом суставе врачу необходимо быть настороженным в этом направлении и тщательно наблюдать за пациентом в послеоперационном периоде. Артроскопическая санация, лаваж полости сустава большим количеством физиологического раствора, подбор правильной антибактериальной терапии позволят сохранить установленные фиксаторы и элиминировать инфекционный очаг.

Этика публикации: пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Saltzman M.D., Marecek G.S., Edwards S.L., Kalainov D.M. Infection after shoulder surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(4):208-218.
2. Randelli P., Castagna A., Cabitza F., Cabitza P., Arrigoni P., Denti M. Infectious and thromboembolic complications of arthroscopic shoulder surgery. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(1):97-101. DOI:10.1016/j.jse.2009.04.009.
3. Randelli P., Spennacchio P., Ragone V., Arrigoni P., Casella A., Cabitza P. Complications associated with arthroscopic rotator cuff repair: a literature review. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(1):9-16. DOI: 10.1007/s12306-011-0175-y.
4. Parnes N., DeFranco M., Wells J.H., Higgins L.D., Warner J.J. Complications after arthroscopic revision rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2013;29(9):1479-1486. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.06.015.
5. Yeraniosian M.G., Arshi A., Terrell R.D., Wang J.C., McAllister D.R., Petrigliano F.A. Incidence of acute postoperative infections requiring reoperation after arthroscopic shoulder surgery. *Am J Sports Med.* 2014;42(2):437-441. DOI: 10.1177/0363546513510686.
6. Pauzenberger L., Grieb A., Hexel M., Laky B., Anderl W., Heuberger P. Infections following arthroscopic rotator cuff repair: incidence, risk factors, and prophylaxis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(2):595-601. DOI: 10.1007/s00167-016-4202-2.
7. Athwal G.S., Sperling J.W., Rispoli D.M., Cofield R.H. Deep infection after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(3):306-311. DOI: 10.1016/j.jse.2006.05.013.
8. Moen T.C., Rudolph G.H., Caswell K., Espinoza C., Burkhead Jr. W.Z., Krishnan S.G. Complications of shoulder arthroscopy. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014;22(7):410-419. DOI: 10.5435/JAAOS-22-07-410.
9. Settecce J.J., Pitner M.A., Rock M.G., Hanssen A.D., Cofield R.H. Infection after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999;8(1):1-5.
10. Hughes J.D., Hughes J.L., Bartley J.H., Hamilton W.P., Brennan K.L. Infection rates in arthroscopic versus open rotator cuff repair. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(7):2325967117715416. DOI: 10.1177/2325967117715416.
11. Atesok K., MacDonald P., Leiter J., McRae S., Singh M., Stranges G., Old J. The effect of deep shoulder infections on patient outcomes after arthroscopic

- rotator cuff repair: a retrospective comparative study. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2017;7(4):590-597. DOI: 10.11138/mltj/2017.7.4.590.
12. Jenssen K.K., Lundgreen K., Madsen J.E., Dimmen S. Targeted intervention of acute postoperative infection after rotator cuff repair results in good functional outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(1):285-291. DOI: 10.1007/s00167-017-4743-z.
 13. Sperling J.W., Cofield R.H., Torchia M.E., Hanssen A.D. Infection after shoulder instability surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(414):61-64. DOI: 10.1097/01.blo.0000084401.53464.4b.
 14. George M.S., Khazzam M. Current concepts review: revision rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21(4):431-440. DOI: 10.1016/j.jse.2011.11.029.
 15. Доколин С.Ю., Артюх В.А., Кузьмина В.И., Ливенцов В.Н. Клинический случай лечения инфекционного осложнения после артроскопического шва вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;22(3):110-116. Dokolin S.Yu., Artyukh V.A., Kuzmina V.I., Liventsov V.N. [Clinical case of infection treatment after arthroscopic repair of rotator cuff]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(3):110-116 (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-110-116.
 16. Schairer W.W., Nwachukwu B.U., Fu M.C., Warren R.F. Risk factors for short-term complications after rotator cuff repair in the United States. *Arthroscopy.* 2018;34(4):1158-1163. DOI: 10.1016/j.arthro.2017.10.040.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Рязанцев Михаил Сергеевич — канд. мед. наук, ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

Ильин Дмитрий Олегович — канд. мед. наук, ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

Магнитская Нина Евгеньевна — канд. мед. наук, ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO);

Афанасьев Алексей Павлович — канд. мед. наук, травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

Логвинов Алексей Николаевич — ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

Фролов Александр Владимирович — канд. мед. наук, травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); доцент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

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», Москва

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Mikhail S. Ryazantsev — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

Dmitrii O. Il'in — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

Nina E. Magnitskaya — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

Aleksei P. Afanas'yev — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

Aleksei N. Logvinov — orthopedic surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Postgraduate Student, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

Aleksandr V. Frolov — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Orthopaedics Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), assistant professor, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

Andrey V. Korolev — Dr. Sci. (Med.), chief doctor, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

Некоторые аспекты эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией при врожденном вывихе бедра (обзор литературы)

А.С. Тряпичников, Б.В. Камшилов, О.К. Чегуров, О.П. Зайцева, А.М. Ермаков

ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Реферат

Замена тазобедренного сустава у больных с высоким врожденным вывихом бедра (4 ст. по Crowe) — технически сложная операция, сопряженная с большим риском развития осложнений. Наиболее распространенными вариантами эндопротезирования с восстановлением истинного центра вращения являются подвертельная укорачивающая остеотомия и проксимальная укорачивающая остеотомия по Т. Raavilainen. Техника выполнения подвертельной остеотомии и ее результаты описаны во многих публикациях, но существуют принципиальные разногласия по ряду вопросов. **Цель исследования** — проанализировать публикации, посвященные лечению пациентов с вывихом бедра 4 ст. по Crowe методом эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией. **Гипотеза исследования** заключалась в следующем: способ фиксации бедренного компонента, тип остеотомии и конструктивные особенности имплантата являются факторами, определяющими эффективность операции. В электронных базах данных eLibrary и PubMed был выполнен поиск публикаций по ключевым словам: высокий вывих бедра, эндопротезирование тазобедренного сустава, укорачивающая подвертельная остеотомия и их английским аналогам. В результате проведенного исследования выдвинутая гипотеза подтвердилась частично. Наблюдалась лишь незначительная разница в общей частоте осложнений и выживаемости имплантатов при использовании различных типов бесцементных ножек. Частота несращений после установки цементных бедренных компонентов была выше, чем при имплантации бесцементных. Мы не обнаружили убедительных данных, свидетельствующих о преимуществе ступенчатого (step-cut), V-образного и косого способов остеотомии по сравнению с поперечным. Характерными осложнениями для таких операций были повреждения нервных стволов, интраоперационные переломы, вывихи и несращения бедренной кости в зоне остеотомии.

Ключевые слова: высокий вывих бедра, эндопротезирование тазобедренного сустава, укорачивающая подвертельная остеотомия.

Тряпичников А.С., Камшилов Б.В., Чегуров О.К., Зайцева О.П., Ермаков А.М. Некоторые аспекты эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией при врожденном вывихе бедра (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):165-176. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-165-176.

Cite as: Tryapichnikov A.S., Kamshilov B.V., Chegurov O.K., Zaytseva O.P., Ermakov A.M. [Some Aspects of Total Hip Replacement with Subtrochanteric Shortening Osteotomy in Patients with Congenital Hip Dislocation (Review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):165-176. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-165-176.

Тряпичников Александр Сергеевич / Aleksandr S. Tryapichnikov; e-mail: pich86@bk.ru

Рукопись поступила/Received: 29.10.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 08.02.2019.

Some Aspects of Total Hip Replacement with Subtrochanteric Shortening Osteotomy in Patients with Congenital Hip Dislocation (Review)

A.S. Tryapichnikov, B.V. Kamshilov, O.K. Chegurov, O.P. Zaytseva, A.M. Ermakov

Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Abstract

Total hip replacement (THR) in patients with a high congenital dislocation of the hip (Crowe type IV dysplasia in Crowe classification) is a technically difficult operation, associated with a high risk of complications. The most common variations of THRs used to restore the true center of rotation of the hip are subtrochanteric shortening osteotomy and proximal shortening osteotomy using the Paavilainen technique. Numerous publications refer to the technique and outcomes of subtrochanteric osteotomy, but fundamental differences of opinion persist on a number of points relating to the topic. **The objective of the study** is to analyze the publications on the treatment for Crowe type IV hip dislocations using total replacement of the hip joint (HJ) with subtrochanteric shortening osteotomy. **The hypothesis of the study** was as follows: the method of fixation of the femoral component, the type of osteotomy and the design features of the implant (philosophy) are the factors that determine the effectiveness of the operation. The electronic databases eLibrary and PubMed were searched for publications containing keywords in Russian or English: high dislocation of the hip, total replacement of the HJ, shortening subtrochanteric osteotomy. As a result of the study, the proposed hypothesis was partially confirmed. There were only minor differences in the overall incidence of complications and the survivorship of implants when using different types of cementless stems. The incidence of non-unions after the installation of cemented femoral components was higher than with the implantation of cementless. We did not find convincing evidence of the advantage of the step-cut, V-shaped and oblique osteotomies compared with the transverse osteotomy. Typical complications for such operations were the nerve injuries, intraoperative hip fractures, dislocations and non-unions of the femur at the osteotomy site.

Keywords: high hip dislocation, total hip replacement, shortening subtrochanteric osteotomy.

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

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

В литературе представлены различные данные о распространенности врожденного вывиха бедра среди всех пациентов, которым выполнялось эндопротезирование тазобедренного сустава (ТБС).

А.И. Крюч с соавторами описали результаты 8848 операций по эндопротезированию ТБС, выполненных в клинике Mayo с 1992 по 2005 г. В 46 случаях регистрировалась дисплазия 4 ст. по классификации Crowe. Симультанная укорачивающая остеотомия потребовалась в 37 случаях. Таким образом, патология встречалась у пациентов, поступивших для эндопротезирования, с частотой 0,52%, а укорачивающая остеотомия была необходима 0,41% больных [1].

По данным норвежского регистра артропластики, с 1987 по 2003 г. было выполнено 84871 операций по замене ТБС, из них по поводу дисплазии (developmental dysplasia of the hip) — 7,5%, в том числе дисплазии с вывихом бедра — 0,9% (788 операций) [2].

J. Zhu с соавторами, ретроспективно изучив 1226 операций по артропластике, определили, что в 20 случаях (1,6%) высокий вывих бедра 4 ст. по

классификации Crowe является показанием к укорачивающей остеотомии [3].

В работе японских ортопедов дисплазия 4 ст. по Crowe была выявлена в 36 (2,3%) случаях из 1521 первичных операций по эндопротезированию. Подвертельная остеотомия потребовалась в 12 (0,78%) случаях [4].

Однако установить эндопротез у пациентов с высоким вывихом бедра возможно и без укорачивающей остеотомии. Для низведения бедра необходимо тщательно удалить остеофиты и остатки капсулы вокруг впадины, а также частично рассечь прямую и приводящие мышцы бедра. Во время оперативного вмешательства необходимо использовать миорелаксанты в достаточной дозе [5]. Также в литературе описаны способы двухэтапного эндопротезирования с использованием аппарата внешней фиксации и другие типы остеотомий [6–9]. Наиболее распространенной, наряду с подвертельной остеотомией, является проксимальная укорачивающая остеотомия по Т. Paavilainen [10].

Результаты обозначенных выше исследований свидетельствуют о том, что доля больных с высо-

ким вывихом бедра невелика даже в специализированных клиниках. Тем не менее, замена ТБС у таких пациентов представляется сложной задачей для ортопеда, поскольку необходимо восстановить истинный центр вращения и одновременно избежать неврологических осложнений [11–14].

Цель исследования — проанализировать научные публикации, посвященные эндопротезированию ТБС с укорачивающей подвертельной остеотомией.

Гипотеза исследования заключалась в следующем: способ фиксации бедренного компонента, тип остеотомии и конструктивные особенности имплантата (философия) являются факторами, определяющими эффективность операции. Характерными осложнениями таких операций являются повреждения нервных стволов (седалищного, бедренного, запирающего и др.), вывихи и переломы.

Материал и методы

В электронных базах данных eLibrary и PubMed был выполнен поиск публикаций на русском и английском языках по ключевым словам: высокий вывих бедра (high hip dislocation), эндопротезирование тазобедренного сустава (hip replacement), укорачивающая подвертельная остеотомия (shortening subtrochanteric osteotomy), эндопротезирование ТБС у пациентов с дисплазией 4 ст. по Crowe (Crowe 4 DDH replacement).

Преимущества и недостатки бесцементного и цементного способов фиксации бедренного компонента. Ортопеды, как правило, предпочитают использовать бесцементные ножки после выполнения укорачивающей остеотомии [12, 15–21]. Этот выбор обусловлен молодым возрастом пациентов и желанием предотвратить попадание цемента между остеотомированными фрагментами бедра [12, 18, 19, 21]. Для цементного эндопротезирования с укорачивающей остеотомией важно избежать проникновения цемента между отломками бедра и сохранить надкостницу, насколько это возможно. При цементном способе фиксации проникновение цемента в канал бедра снижает количество клеток костного мозга и уменьшает регенеративный потенциал эндоста [20, 21]. Более того, рентгенограммы показывали наличие цемента между торцевыми поверхностями фрагментов, что препятствовало сращению [20, 22]. Тем не менее, фиксация аутооттрансплантатов поверх зоны остеотомии посредством серкляжей позволила Т. Kawai с соавторами и К. Ое с соавторами добиться консолидации даже при проникновении цемента в зону остеотомии [22, 23].

К существенным преимуществам цементного способа фиксации можно отнести первичную

стабильность, которая возникает сразу после полимеризации цемента и способствует консолидации фрагментов [22]. М. Такао с соавторами и W.J.M. Bruce с соавторами успешно использовали бесцементные модульные компоненты, однако отмечали, что при плохом качестве костной ткани и коротко опиленной шейке использование цементного способа фиксации предпочтительнее [24, 25].

Несколько групп исследователей имеют мнение, что использование цементных бедренных компонентов снижает риск переломов во время обработки канала и имплантации ножки [15, 16, 18, 25]. Действительно, частота интраоперационных переломов бедренной кости может достигать до 20% [12, 16, 17, 25]. Однако плотная импакция бесцементных ножек необходима для достижения первичной фиксации, а большинство переломов успешно срастаются после дополнительной фиксации серкляжами [16]. При анализе литературы мы обнаружили множество свидетельств успешного применения бесцементных бедренных компонентов [3, 12, 21, 16, 17, 26–29].

G. Rollo с соавторами опубликовали результаты 17 бесцементных артропластик со 100% выживаемостью на протяжении 7,3 лет. Как сообщают авторы, бедренный канал у пациентов с дисплазией узок. Это может привести к использованию компонентов очень малого размера или неадекватной толщине мантии, что, в свою очередь, может являться причиной асептической нестабильности или даже усталостных переломов компонентов [12, 21, 30].

Таблица 1 подтверждает вышеописанную тенденцию: цементные ножки используются реже [15, 18, 20, 23, 31], чем бесцементные [3, 4, 12, 16–18, 21, 24–29, 31–35].

Выбор бедренного компонента. Анализ данных, приведенных в таблице 1, свидетельствует, что чаще всего при замене сустава с подвертельной остеотомией применялись бесцементные моноблочные ножки [1, 3, 12, 16, 17, 21, 26–29, 32–34, 36] и модульные ножки S-Rom [1, 4, 12, 24, 25, 31, 34, 35]. Среди моноблочных ножек чаще других упоминались клиновидные [12, 16, 32, 34]. Преимуществом подобного типа бедренных компонентов являлось удобное позиционирование, стабильность фиксации и хорошее распределение нагрузок [12, 32, 37].

A. Can с соавторами после выполнения 66 остеотомий отмечали замедленное сращение в 2 случаях, в одном из которых потребовалась повторная операция с заменой бедренного компонента. Если хирург сомневался в стабильности фиксации, применялись серкляжи или вертельные пластины с кабельными системами [32].

Таблица 1
Особенности хирургической техники и осложнения при эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов с врожденным вывихом бедра. Сводные данные 24 статей (738 случаев)

Авторы и год публикации	Число наблюдений	Доступ	Тип остеотомии	Длина, см	Фиксация	Тип ножки	Удлинение ноги, см	Срок сращения, мес.	Осложнения
Bruce W.J.M. et al., 2000 [25]	9	Harding	поперечная	1,7	б/ц	S-Rom	4	3	1 вывих, 1 перипротезный перелом
Sener M. et al., 2002 [21]	28	Harding и Watson-Jones	ступенчатая	3,5	б/ц	моноблочные		10	3 неврита, 1 перелом впадины
Masonis J.L. et al., 2003 [31]	21	задний и Harding	поперечная	3,8	цем. и б/ц	S-Rom и стандартные цементные	2,5	6	3 вывиха, разрушение п/э вкладыша
Erdemli B. et al., 2005 [29]	25	Harding и Watson-Jones	поперечная	4,2	б/ц	моноблочные	3,7		1 неврит, 3 перелома бедра, 1 венозный тромбоз
Bernasek T. et al., 2007 [35]	30	задний	поперечная	3,2	б/ц	S-Rom	1,38		4 вывиха, 4 износа п/э вкладыша
Park M.S. et al., 2007 [34]	24	Watson-Jones и задний	поперечная		б/ц	S-Rom, Zweymuller и ревизионные		3,2	3 перелома бедра, 1 вывих
Kryuch A. et al., 2009 [1]	28	задний	поперечная	4	б/ц	моноблочные и S-Rom			6 переломов, 3 вывиха
Howie C.R. et al., 2010 [15]	33	задний	поперечная	2,4	цем	цементные			2 неврита, 3 вывиха, 2 перипротезных перелома, 1 инфекция
Takao M. et al., 2011 [24]	33	задний	ступенчатая	4,1	б/ц	S-Rom	1,9		2 вывиха, 8 переломов бедра
Charity J.A et al., 2011 [18]	18	задний	поперечная	3	цем, б/ц	цементные	3		1 неврит
Kiliçoğlu Oİ et al., 2015 [28]	20	Harding	косая	4,5	б/ц	Цилиндрические и Wagner	3,5	4	3 вывиха, 3 перелома бедра
Oe K. et al., 2015 [23]	34		поперечная		цем	цементные	40,5	7,7	3 вывиха
Oinuma K. et al., 2014 [4]	12	передний	поперечная	2,5	б/ц	S-Rom	3,5		1 вывих
Sofu H. et al., 2015 [26]	73	задний	поперечная	3,5	б/ц	моноблочные		5,2	1 вывих, 1 инфекция
Zhu J. et al., 2015 [3]	21	задний	поперечная	1,5	б/ц	Wagner	3,8	5	3 неврита, 1 вывих

Eid A. et al., 2015 [17]	14	задний	косая	2	б/ц	моноблочные	2,7	9,2	–
Akiyama H. et al., 2015 [20]	15	Watson-Jones	поперечная	3,8	цем	цементные	2,7	9,2	2 вывиха
Mu W. et al., 2016 [16]	71	задний	поперечная		б/ц	Zweymuller	1,83		1 вывих, 7 невритов, 15 переломов бедра, 4 износа п/э вкладыша
Ozan F. et al., 2016 [27]	32	задний	поперечная	3,2	б/ц	моноблочные	3,1	7,2	5 переломов бедра, 3 вывиха, 1 варусная деформация в месте остеотомии
Ollivier M. et al., 2016 [33]	28	задний и Watson-Jones	поперечная	4	б/ц	Круглые с пористым покрытие		10	3 вывиха, 5 переломов бедра
Can A. et al., 2017 [32]	52	задний	поперечная	3,5	б/ц	S-Rom		8	2 вывиха, 2 неврита, 3 венозных тромбоза
Zeng W.N. et al., 2017 [38]	69	Watson-Jones	поперечная	3,7	б/ц	Zweymuller			1 вывих, 3 неврита, 1 несращение, 1 перелом бедра, 1 перелом впадины
Rollo G. et al., 2017 [12]	17	Harding	поперечная, ступенчатая	3,9	б/ц	S-Rom и Zweymuller	3,3	3	1 перелом бедра, 2 неврита
Altay M. et al., 2018 [36]	41	Harding	поперечная		б/ц	моноблочные	1,4		3 вывиха
Среднее	31±2,7	–	–	3,3 ±0,15	–	–	2,9±0,2	6,2±0,6	–

Доступ: Harding – прямой латеральный доступ; Watson-Jones – передне-латеральный.

Способ фиксации бедренного компонента: цем. – цементный; б/ц – бесцементный.

Тип ножки: S-Rom – модульные бедренные компоненты S-Rom (DePuy); Wagner – стандартные конические бедренные компоненты Wagner; Zweymuller – прямые клиновидные бедренные компоненты прямоугольного сечения, моноблочные – стандартные моноблочные бедренные компоненты.

Осложнения: перелом бедра – интраоперационный перипротезный перелом бедренной кости, не потребовавший замены компонента или ревизии; перелом впадины – интраоперационный перелом вертлужной впадины; неврит – повреждение седалищного, бедренного или других нервов, венозный тромбоз – тромбоз глубоких вен; перипротезный перелом – перипротезный перелом, возникший после операции и потребовавший ревизии с заменой компонента; инфекция – глубокая перипротезная инфекция; разрушение или износ п/э вкладыша – серьезный износ полиэтиленового вкладыша, потребовавший ревизионной операции с его последующей заменой.

M.S. Park с соавторами практиковал использование модульных, моноблочных клиновидных и ревизионных ножек дистальной фиксации. В результате послеоперационного наблюдения у 3 пациентов с клиновидной ножкой и дополнительной фиксацией пластиной было выявлено несращение, тогда как у больных с модульными ножками таких осложнений не было [34].

Надо признать, что модульные бедренные компоненты типа S-Rom получили наиболее широкое распространение при выполнении вышеописанных операций [1, 4, 12, 24, 25, 31, 34, 35, 38–40]. Компоненты S-Rom представляют собой бесцементную модульную цилиндрическую ножку, теоретически обеспечивающую максимальное покрытие в проксимальном и дистальном отделах [38, 41]. Гидроксиапатитовое или пористое покрытие проксимального рукава не провоцирует развитие стресс-шилдинга и изолирует интрамедуллярный канал от дебриса. W.N. Zeng, оценив результаты 52 артропластик с использованием модульных имплантатов, пришел к выводу, что бедренный компонент типа S-Rom — это оптимальный вариант для первичного эндопротезирования у пациентов с высоким вывихом бедра. Наличие проксимального рукава и дистального отдела с полированными канавками обеспечивает первичную стабильность даже без дополнительной фиксации, а вращающийся на 360° проксимальный отдел помогает легко устранить излишнюю антеверсию [38]. Однако, несмотря на очевидные преимущества этих имплантатов, они являются достаточно дорогими, а операции с ними, по мнению некоторых ортопедов, технически сложны [3, 24, 42]. Кроме того, нельзя исключать риск фреттинг-коррозии, что может привести к остеолиту и повышению уровня ионов металла в крови [42]. Пример механически поддерживаемой коррозии (комбинации щелевой коррозии и фреттинг-коррозии на фоне микроподвижности) приведен в работе специалистов РНИИТО им. Р.Р. Вредена [43].

В отдельных работах ортопеды отдавали предпочтение коническим ножкам типа Wagner [3, 28, 44] и цилиндрическим ножкам [28]. L. Zagra с соавторами использовал косую подвертельную остеотомию и конический бедренный компонент при выполнении 16 артропластик, так как ножка Wagner, по его мнению, — оптимальный выбор для диспластических ТБС. Только у одного больного регистрировалась замедленная консолидация [44].

По данным K.S. Muratli с соавторами, жесткость фиксации на стыке фрагментов после выполнения косой остеотомии и использовании конических ножек была статистически значимо большей, чем при использовании цилиндрических [45]. Использование трансплантатов или кабелей не оказывало влияния на стабильность фиксации.

Напротив, по данным F. Yildiz, жесткость фиксации в группе с цилиндрическими ножками была незначительно выше [46].

Влияние способа пересечения бедренной кости на стабильность фиксации костных фрагментов и бедренного компонента. Многие исследователи фокусируют свое внимание на способе пересечения и обработки бедренной кости, обеспечивающем достаточную стабильность зоны остеотомии, от чего зависит длительность консолидации фрагментов и успех лечения в целом. В литературе описаны поперечная, косая, step-cut (Z-образная, ступенчатая), двойная шевронная остеотомии [3, 21, 25, 26, 28, 29, 31, 44, 47].

Прослеживается определенная закономерность: стабильность между сочленяющимися фрагментами бедра выше после выполнения наиболее трудоемких реконструктивных вмешательств. Фигурная остеотомия более сложна технически, но увеличивая контакт между отломками, снижает возможность их ротационного смещения. Многие исследователи считают ступенчатую остеотомию самой надежной, но в то же время трудоемкой [3, 12, 13, 21, 24, 29].

G. Rollo с соавторами выполняют ступенчатую остеотомию во всех случаях, когда это возможно. По мнению автора, хорошее качество кости и ИМТ менее 28 являются показаниями к применению этого способа, а во всех остальных случаях показана поперечная остеотомия [12].

В некоторых работах отмечено, что поперечные остеотомии имеют меньшую устойчивость при ротационной нагрузке [17, 28, 29]. Избыточная антеверсия бедра у больных с дисплазией 4 ст. по Crowe может быть причиной вывихов и хромоты, поэтому остеотомия выполняется не только с целью укорочения, но и деротации. Преимуществом поперечной остеотомии над косой и ступенчатой

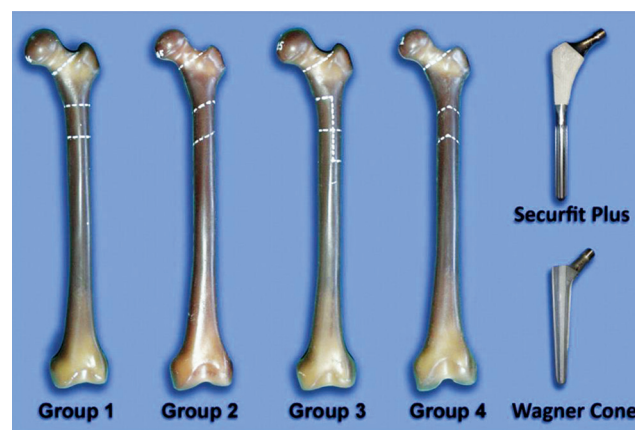


Рис. Виды подвертельной укорачивающей остеотомии: Group 1 — поперечная; Group 2 — косая; Group 3 — step-cut (ступенчатая); Group 4 — двойная шевронная (M-образная) [45]

является возможность изменить ротацию проксимального фрагмента бедра относительно дистального в процессе операции [18, 31].

Результаты лабораторных исследований неоднозначны. Проведя эксперимент на композитных материалах, F. Yildiz с соавторами и K.S. Muratli с соавторами не выявили статистически значимого различия в жесткости фиксации [45, 46]. В то же время M.D. Markel с соавторами после проведенного исследования *in vitro* и *in vivo* показали, что структурная жесткость фиксации бедренной кости у собак при использовании ступенчатой остеотомии на 36% выше, чем при поперечной [48, 49].

По некоторым данным, недостатком ступенчатых остеотомий является повышенный риск стресс-переломов непосредственно в зоне угла [46, 48, 50]. Нельзя не согласиться с тем, что увеличение площади контакта фрагментов в зоне остеотомии повышает способность к консолидации [28, 50, 51]. Ортопеды, практикующие артропластику с косой остеотомией, считают, что этот способ повышает как контакт фрагментов, так и ротационную стабильность, а простота его выполнения сопоставима с выполнением поперечной остеотомии [17, 19, 28, 52].

По данным метаанализа 37 статей (795 суставов), проведенного С. Li с соавторами, частота несращений после выполнения поперечной и других типов остеотомий значимо не различалась, а выполнение модифицированных (*step-cut* и двойных шевронных) остеотомий увеличивает сложность и продолжительность операции, предъявляя повышенные требования к навыкам хирургической бригады и инструментарию [53].

Выбор доступа для эндопротезирования с укорачивающей остеотомией у пациентов с высоким вывихом бедра. В результате нашего исследования было выявлено 3 распространенных доступа, применяемых для эндопротезирования с укорачивающей остеотомией: задний, прямой латеральный (Harding) и передне-латеральный (Watson-Jones). Группа ортопедов из Японии под руководством К. Oinuma использовала прямой передний доступ, аргументируя это тем, что максимальная сохранность мышц и ранняя нагрузка будут способствовать лучшему кровоснабжению фрагментов бедра и последующей консолидации. Помимо того, этот доступ легко расширить проксимально или дистально без риска повреждения нервов [4]. Обобщенные данные клинических исследований, представленных в таблице 1, свидетельствуют о том, что задний доступ более популярен у хирургов-ортопедов, выполняющих такие операции [1, 3, 12, 15–18, 24, 26, 27, 31, 33–35, 38], чем передне-латеральный [20, 21, 29, 32–34] или прямой латеральный [12, 21, 25, 28, 29, 31, 36].

Осложнения. По данным литературы, частота неблагоприятных событий при выполнении артропластики с подвертельной остеотомией достигает 41% [14]. Изучив их структуру, мы выявили, что вывихи, интраоперационные перипротезные переломы, повреждения нервов и несращения фрагментов бедренной кости являются наиболее частыми осложнениями. По результатам проведенного нами исследования, суммарная частота осложнений составила $24,4 \pm 2\%$ (табл. 2).

При установке чашки эндопротеза в истинную вертлужную впадину у пациентов с высоким вывихом бедра относительная длина конечности может увеличиваться на 4 см и более [11, 12, 14, 54]. Если удастся преодолеть сопротивление мягких тканей и выполнить операцию в один этап, риск тракционных нейропатий будет очень высок — до 13% [15, 16]. Укорачивающие остеотомии позволяют выполнить замену сустава без избыточного напряжения мягких тканей и, как следствие, повреждения нервов. Тем не менее, эти операции связаны с пересечением бедренной кости и часто дополнительной фиксацией пластинами, кабельными системами и серкляжами [16, 17, 18, 21, 23, 25, 26, 33]. Несмотря на иссечение фрагмента бедренной кости, отмечается удлинение ноги в среднем на $2,9 \pm 0,15$ см (см. табл. 1). Вероятно, перечисленные факторы являются причиной повреждения нервов после артропластики с укорачивающей остеотомией.

Интраоперационные переломы бедренной кости были отмечены в тех исследованиях, где применялся бесцементный тип фиксации [16, 24, 28, 32–34], что обусловлено необходимостью плотной посадки бедренных компонентов. Авторы, использовавшие цементную фиксацию, не сталкивались с подобными проблемами во время операции [15, 18, 20, 31]. Узость канала бедренной кости у больных с дисплазией 4 ст. по Crowe повышает риск раскалывающего перелома. В большинстве случаев зона перелома фиксируется серкляжами [17, 25, 32, 34, 37], реже — накостными фиксаторами [26, 29] и не требует повторных вмешательств. Интересными в данном аспекте представляются исследования Т.М. Thilemann с соавторами, которые выявили, что интраоперационный перелом значительно повышает вероятность ревизионного вмешательства по поводу вывиха в первые 3 мес. после артропластики [55].

Вывихи отмечались в большинстве статей, изученных нами. По мнению В.В. Павлова с соавторами, вывих является следствием избыточного укорочения бедренной кости, а нейропатия — наоборот, недостаточной длины резецируемого фрагмента [56]. Измененная анатомия бедренной кости с избыточной антеверсией также увеличивает риск вывиха головки эндопротеза. Учитывая узость канала и большую антеверсию, модульные ножки с вра-

щающимся проксимальным рукавом можно считать оптимальными для имплантации у больных с дисплазией. Если устанавливается моноблочный компонент, то может потребоваться укорачивающе-деротационная остеотомия [18, 31]. Несмотря

на указанные преимущества, даже после имплантации модульных компонентов типа S-Rom регистрировались вывихи в суставе [24, 25, 27, 35], что свидетельствует о многих причинах возникновения этого осложнения.

Таблица 2

Функциональные результаты эндопротезирования ТБС с подвертельной укорачивающей остеотомией и выживаемость компонентов эндопротеза. Сводные данные 24 статей (738 случаев)

Авторы и год публикации	Количество наблюдений	Срок наблюдения п/о, лет	Выживаемость чашки и вкладыша, %	Выживаемость бедренного компонента, %	Несращения, %	Общая выживаемость эндопротеза, %	Суммарная частота осложнений, %	Оценка по шкале Харриса до операции	Оценка по шкале Харриса после операции
Bruce W.J.M. et al., 2000 [25]	9	4,5	–	89	0	89	33	31	81
Sener M. et al., 2002 [21]	28	4	–	93	7	–	18	–	–
Masonis J.L. et al., 2003 [31]	21	5,8	95,3	90,5	9,5	76	28	32,5	73,6
Erdemli B. et al., 2005 [29]	25	5	92,5	96	4	87,5	36	37,8	95
Bernasek T. et al., 2007 [35]	30	8	87	100	0	87	26	42	82
Park M.S. et al., 2007 [34]	24	4,8	96	88	12	85,4	33,3	35,4	81,6
Krych A. et al., 2009 [1]	28	4,8	93	89,3	7	82,3	42	43	89
Howie C.R. et al., 2010 [15]	33	5,6	96	91	3	80	30	–	–
Takao M. et al., 2011 [24]	33	8	–	97	0	97	33,3	–	–
Charity J.A et al., 2011 [18]	18	9,5	83,3	94,5	5,5	77,5	28	–	–
Kiliçoğlu Oİ et al., 2013 [28]	20	6,8	95	95	5	85	40	33	83
Oe K. et al., 2013 [23]	34	5,2	100	100	0	100	9	–	–
Oinuma K. et al., 2014 [4]	12	3,7	–	100	0	100	8	–	–
Sofu H. et al., 2015 [26]	73	4,8	–	87	5,5	87	12	38,6	83,7
Zhu J. et al., 2015 [3]	21	3,5	–	95	5	95	19	52	90
Eid A. et al., 2015 [17]	14	4,7	93	93	0	86	14	42	86
Akiyama H. et al., 2015 [20]	15	5	–	80	20	80	33	–	–
Mu W. et al., 2016 [16]	71	5,8	91,4	100	0	91,4	49	35,6	83
Ozan F. et al., 2016 [27]	32	5,1	95,8	95,8	3,1	95,8	27,8	49,5	87,1
Ollivier M. et al., 2016 [33]	28	10	96,5	89	7	82	22	43	87
Can A. et al., 2017 [32]	69	3,2	97	98,5	1,5	95,5	16,3	–	–
Zeng W.N. et al., 2017 [38]	52	9,8	100	100	0	100	13	33,7	89,8
Rollo G. et al., 2017 [12]	17	7,3	100	100	0	100	17	38,3	85,6
Altay M. et al., 2018 [36]	41	2,8	95,2	97,6	0	92,7	9,7	–	–
Среднее	31±2,7	5,7±0,3	95±0,7	94,6±0,9	4,3±0,9	88,7±1,4	24,4±2	36,7±1,3	85,6±0,9

Проведя анализ 24 работ (738 случаев эндопротезирования), опубликованных по этой теме, мы выявили, что несращения фрагментов бедра после выполнения укорачивающей остеотомии встречаются с частотой до 20%. Суммарная частота несращений составляла $4,3 \pm 0,9\%$. (см. табл. 2). Главной причиной несращения можно считать нестабильность фиксации. Мы полагаем, что использование цемента также снижает регенераторный потенциал кости, о чем свидетельствует высокая частота несращений [18, 20, 31].

Убежденность ортопедов в преимуществах ступенчатых (step-cut) остеотомий не подтверждена в достаточной мере. Ретроспективный метаанализ 37 работ (795 суставов) показал, что частота несращений была одинаковой при различных типах укорачивающих остеотомий бедра [39]. Экспериментальные исследования показали, что при установке эндопротеза с укорачивающей остеотомией бедра у собак консолидация наступала в 100% случаев, независимо от типа остеотомии. Более того, животные с поперечной остеотомией полностью нагружали конечность через 3 мес. после операции, а животные со ступенчатой остеотомией только через 6 мес. [49].

Мы выявили, что в исследованиях, где использовались бесцементные ножки, общая частота осложнений составляла $24 \pm 2,2\%$, несращений — $3,1 \pm 0,9\%$, а выживаемость бедренных компонентов — $95,4 \pm 0,8\%$. Для цементных имплантатов общая частота осложнений составляла $25,6 \pm 3\%$, несращений — $5,4 \pm 1,3\%$, выживаемость ножек — $91,2 \pm 2,1\%$.

После дополнительного изучения публикаций об использовании модульных бедренных компонентов были получены следующие результаты: общая частота осложнений — $25,5 \pm 3\%$, частота несращений — $3 \pm 1,6\%$, выживаемость бедренных компонентов — $95 \pm 1,8\%$. Результаты в группе клиновидных имплантатов аналогичны: общая частота осложнений — $28,5 \pm 6\%$, несращений — $3,3 \pm 2\%$, выживаемость ножек: $96,6 \pm 2\%$.

В результате анализа литературы были сделаны следующие выводы.

Выдвинутая гипотеза подтвердилась частично. Наблюдались лишь незначительные различия в общей частоте осложнений и выживаемости имплантатов при использовании различных типов бесцементных ножек.

Частота несращений при установке цементных бедренных компонентов была выше: $5,4 \pm 1,3\%$ против $3,1 \pm 0,9\%$, а выживаемость самих ножек ниже, чем при использовании бесцементных: $91,2 \pm 2,1\%$ против $95,4 \pm 0,8\%$. Однако мы располагаем слишком малым количеством публикаций, в которых применялся цементный способ фиксации.

Несмотря на теоретические преимущества фигурных остеотомий, нет убедительных данных,

подтверждающих большую жесткость фиксации и меньшую частоту несращений в сравнении с поперечным способом пересечения. Принимая во внимание техническую сложность выполнения фигурных остеотомий, мы рекомендуем выполнять поперечную укорачивающую остеотомию при эндопротезировании у больных с дисплазией 4 степени по Crowe.

Большинство авторов констатируют, что общими осложнениями для эндопротезирования ТБС с подвертельной укорачивающей остеотомией являются: невралгии, интраоперационные переломы бедра, вывихи и несращения бедренной кости в зоне остеотомии. Такие неблагоприятные события, как перипротезная инфекция, венозный тромбоз и перипротезный перелом в послеоперационном периоде, регистрировались в некоторых работах в единичных случаях.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Krych A.J., Howard J.L., Trousdale R.T., Cabanela M.E., D.J. Berry. Total hip arthroplasty with subtrochanteric s osteotomy in Crowe type-IV developmental dysplasia. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(9):2213-2221. DOI: 10.2106/JBJS.H.01024.
2. Engesaeter L. B., Furnes O., Havelin L.I. Developmental dysplasia of the hip--good results of later total hip arthroplasty: 7135 primary total hip arthroplasties after developmental dysplasia of the hip compared with 59774 total hip arthroplasties in idiopathic coxarthrosis followed for 0 to 15 years in the Norwegian Arthroplasty Register. *J Arthroplasty.* 2008;23(2):235-240. DOI: 10.1016/j.arth.2007.03.023.
3. Zhu J., Shen C., Chen X., Cui Y., Peng J., Cai G. Total hip arthroplasty with a non-modular conical stem and transverse subtrochanteric osteotomy in treatment of high dislocated hips. *J Arthroplasty.* 2015;(30):611-614. OI: 10.1016/j.arth.2014.11.002.
4. Oinuma K., Tamaki T., Muiura Y., Kaneyama R., Shiratsuchi H. Total hip arthroplasty with subtrochanteric shortening osteotomy for Crowe grade 4 dysplasia using the direct anterior approach. *J Arthroplasty.* 2014;29(3):626-629. DOI: 10.1016/j.arth.2013.07.038.
5. Yan F., Chen G., Yang L., He R., Gu L., Wang F. A reduction technique of arthroplasty without subtrochanteric femoral shortening osteotomy for the treatment of developmental high dislocation of hip: a case series of 28 hips. *J Arthroplasty.* 2014; 29(12):2289-2293. DOI: 10.1016/j.arth.2013.11.016.
6. Binazzi R. Two-stage progressive femoral lowering followed by cementless total hip arthroplasty for treating crowe IV-Hartofilakidis type 3 developmental dysplasia of the hip. *J Arthroplasty.* 2015;30(5):790-796. DOI: 10.1016/j.arth.2014.12.019.
7. Чегуров О.К., Нифтуллаев Е.Г. Лечение больной с врожденным вывихом бедра методом реконструктивного эндопротезирования. *Гений ортопедии.* 2013;(3):10-20.

- Chegurov O.K., Niftullaev E.G. Treatment of a patient with congenital dislocation of the hip using the technique of reconstructive replacement. *Genij Ortopedii*. 2013;(3):82-84. (In Russ.)
8. Волокитина Е.А. История развития и возможности реконструктивного эндопротезирования во ФГУ РНЦ «ВТО» им акад. Г.А. Илизарова. *Гений ортопедии*. 2008;(4):10-20.
Volokitina E.A. [The history of development and the scopes for reconstructive endoprosthesis at FSI RISC "RTO"]. *Genij Ortopedii*. 2008;(4):10-20. (In Russ.)
 9. Lai K.A., Shen W.J., Huang L.W., Chen M-Y. Cementless total hip arthroplasty and limb-length equalization in patients with unilateral Crowe type-IV hip dislocation. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):339-345. DOI: 10.2106/JBJS.D.02097.
 10. P. Lei., Y. Hu., P. Cai., J. Xie., X. Yang., L.Wang. Greater trochanter osteotomy with cementless THA for Crowe type IV DDH. *Orthopedics*. 2013; 36(5): 601-605.
 11. Тихилов Р.М., Мазуренко А.В., Шубняков И.И., Денисов А.О., Близняков В.В., Билык С.С. Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с укорачивающей остеотомией по методике Т. Paavilainen при полном вывихе бедра. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):5-15. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-5-15.
Tikhilov R.M., Mazurenko A.V., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Bliznyukov V.V., Bilyk S.S. [Results of hip arthroplasty using Paavilainen technique in patients with congenitally dislocated hip]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(1):5-15. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-5-15.
 12. Rollo G., Solarino G., Vicenty G., Picca G., M. Garrozzo, B. Moretti. Subtrochanteric femoral shortening osteotomy combined with cementless total hip replacement for Crowe type IV developmental dysplasia: a retrospective study. *J Orthop Traumatol*. 2017.18(4):407-413. DOI: 10.1007/s10195-017-0466-7.
 13. Makita H., Inaba Y., Hirakawa K., Saito T. Results on total hip arthroplasties with femoral shortening for crowe's group IV dislocated hips. *J Arthroplasty*. 2007;(22):32-38. DOI: 10.1016/j.arth.2006.02.157.
 14. Eskelinen A., Remes V., Ylinen R., Helenius I., Tallroth K., Paavilainen T. Cementless total hip arthroplasty in patients with severely dysplastic hips and a previous Schanz osteotomy of the femur. *Acta Orthop*. 2009;80(3):263-269. DOI: 10.3109/17453670902967273.
 15. Howie C.R., Ohly N.E., Miller B. Cemented total hip arthroplasty with subtrochanteric osteotomy in dysplastic hips. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 486(12):3240-3247. DOI: 10.1007/s11999-010-1367-8.
 16. Mu W., Yang D., Xu B., Mamtimin A., Guo W., Cao L. Midterm outcomes of cementless total hip arthroplasty in Crowe IV-Hartofilakidis III developmental dysplasia of the hip. *J Arthroplasty*. 2016;31(3):668-675. DOI: 10.1016/j.arth.2015.10.011.
 17. Eid A., El-Ganzouru I., Bassiony A. Total hip arthroplasty with subtrochanteric osteotomy in neglected dysplastic hip. *Int Orthop*. 2015;(39):27-33. DOI: 10.1007/s00264-014-2554-0.
 18. Charity J.A., Tsiridis E., Sheeraz A., Howell J.R., Hubble M., Timperley A., Gie G. Treatment of Crowe IV high hip dysplasia with total hip replacement using the Exeter stem and shortening derotational subtrochanteric osteotomy. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(1):34-38.
 19. Reikeraas O., Haaland J.E., Lereim P. Femoral shortening in total hip arthroplasty for high developmental dysplasia of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468(7):1949-1955. DOI: 10.1007/s11999-009-1218-7.
 20. Akiyama H., Kawanabe K., Yamamoto K., Kuroda Y., So K., Goto K., Nakamura T. Cemented total hip arthroplasty with subtrochanteric femoral shortening transverse osteotomy for severely dislocated hips: outcome with a 3-to 10-year follow-up period. *J Orthop Sci*. 2011;16(3):270-277. DOI: 10.1007/s00776-011-0049-z.
 21. Sener M., Tözün R., Aşık M. Femoral shortening and cementless arthroplasty in high congenital dislocation of the hip. *J Arthroplasty*. 2002;17(1):41-48.
 22. Kawai T., Tanaka C., Ikenaga M., Kanoe H. Cemented total hip arthroplasty with transverse subtrochanteric shortening osteotomy for Crowe group IV dislocated hip. *J Arthroplasty*. 2011;26(2):229-235. DOI: 10.1016/j.arth.2010.03.029.
 23. Oe K., Iida H., Nakamura T., Okamoto N., Wada T. Subtrochanteric shortening osteotomy combined with cemented total hip arthroplasty for Crowe group IV hips. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(12):1763-1770. DOI: 10.1007/s00402-013-1869-4.
 24. Tacao M., Ohzono K., Nishii T., Miki H., Nokamura N., Sugano N. Cementless modular total hip arthroplasty with subtrochanteric shortening osteotomy for hips with developmental dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2011; 93(6):548-555.
 25. Bruce W.J. M., Rizkallan S.M., Kwon Y.M., Goldberry J.A., Walsh W.R. A new technique of subtrochanteric shortening in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2000;15(5):617-626.
 26. Sofu H., Kockara N., Gursu S., Issin A., Sahin V. Transverse subtrochanteric shortening osteotomy during cementless total hip arthroplasty in crowe type-III or IV developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2015; 30(6):1019-1023. DOI: 10.1016/j.arth.2015.01.045.
 27. Ozan F., Uzun E., Gurbuz K., Kayuncu Ş., Altay T., Kayali C. Total hip arthroplasty in the developmental dysplasia of the hip using transverse subtrochanteric osteotomy. *J Orthop*. 2016;(13):259-263. DOI: 10.1016/j.jor.2016.06.010.
 28. Kiliçoğlu Oİl, Türker M, Akgül T, Yazicioğlu O. Cementless total hip arthroplasty with modified oblique femoral shortening osteotomy in Crowe type IV congenital hip dislocation. *J Arthroplasty*. 2013;28(1):117-125. DOI: 10.1016/j.arth.2012.06.014.
 29. Erdemli B., Yılmaz C., Atalar H., Guzel B., Cetin I. Total hip arthroplasty in developmental high dislocation of the hip. *J Arthroplasty*. 2005;20(8):1021-1028.
 30. Papachristou G., Hatzigrigoris P., Panousis K., Plessas S., Sourlas J., Levidiotis C., Chronopoulos E. Total hip arthroplasty for developmental hip dysplasia. *Int Orthop*. 2006;30(1):21-25. DOI: 10.1007/s00264-005-0027-1.
 31. Masonis J. L., Patel J. V., Miu A., Bourne R., McCalden R., McDonald S., Rorabeck C. Subtrochanteric shortening and derotational osteotomy in primary total hip arthroplasty for patients with severe hip dysplasia: 5-year follow-up. *J Arthroplasty*. 2003;18(3 Suppl 1): 68-73. DOI: 10.1054/arth.2003.50104.
 32. Can A., Sarikaya I.A., Yontar N.S., Erdogan A.O., Gorgun B., Erdogan F. High-Riding congenital hip dislocation: THA with unilateral vs bilateral transverse femoral shortening osteotomy. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1432-1436. DOI: 10.1016/j.arth.2017.11.067.
 33. Ollivier M., Abdel M.A., Krych A.J., Trousdale R.T., Berry D.J. Long-term results of total hip arthroplasty shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe IV developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2016;31(8):1756-1760.
 34. Park M.S., Kim K.H., Jeong W.C. Transverse subtrochanteric shortening osteotomy in primary total hip arthroplasty for patients with severe hip

- developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2007;22(7): 1031-1036. DOI: 10.1016/j.arth.2007.05.011
35. Bernasek T.L., Haidukewych G.J., Gustke K.A., Hill O., Levering M. Total hip arthroplasty requiring subtrochanteric osteotomy for developmental hip dysplasia. *J Arthroplasty*. 2007;22(6 Suppl 2):145-150. DOI: 10.1016/j.arth.2007.05.014.
 36. Altay M., Demirkale I., Çatma M.F., Şeşen H., Ünlü S., Karaduman M. Results of Crowe Type IV developmental dysplasia of hip treated by subtrochanteric osteotomy and total hip arthroplasty. *Indian J Orthop*. 2018;52(4): 374-379. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_445_16.
 37. Neumann D., Thaler C., Dorn U. Femoral shortening and cementless arthroplasty in Crowe type 4 congenital dislocation of the hip. *Int Orthop*. 2012; 36(3):499-503. DOI: 10.1007/s00264-011-1293-8.
 38. Zeng W.N., Liu J.L., Wang F.Y., Zhang X., Fan H.Q., Chen G.X. et al. Total hip arthroplasty for patients with Crowe type IV developmental dysplasia of the hip: Ten years results. *Int J Surg*. 2017;42:17-21. DOI: 10.1016/j.ijssu.2017.04.029.
 39. Li L., Yu M., Yang C., Gu G. Total hip arthroplasty (S-ROM stem) and subtrochanteric osteotomy for Crowe type IV developmental dysplasia of the hip. *Indian J Orthop*. 2016; 50(2):195-200. DOI: 10.4103/0019-5413.177575.
 40. Zhong C., Cai X.Z., Yan S.G., He R.X. S-ROM modular arthroplasty combined with transverse subtrochanteric shortening for Crowe type IV congenital dislocation of hip. *Chin Med J (Engl)*. 2011;124(23):3891-3895.
 41. Onodera S., Majima T., Ito H., Matsuno T., Kishimoto T., Minami A. Cementless total hip arthroplasty using the modular S-ROM prosthesis combined with corrective proximal femoral osteotomy. *J Arthroplasty*. 2006;21(5): 664-669. DOI: 10.1016/j.arth.2005.08.016.
 42. Shrinivasan A., Jung E., Levine B.R. Modularity of the femoral component in total hip arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(4):214-222. DOI: 10.5435/JAAOS-20-04-214.
 43. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Цыбин А.В., Румакин В.П. Болевой синдром у пациента после эндопротезирования с применением модульного бедренного компонента (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2014;(4):77-84. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-4-47-56.
 43. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Tsybin A.V., Rumakin V.P. [Pain syndrome in patient after hip replacement with a dual-modular femoral component (case report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(4):77-84. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-4-47-56.
 44. Zagra L., Bianchi L., Mondini A., Ceroni R.G. Oblique femoral shortening osteotomy in total hip arthroplasty for high dislocation in hip with dysplasia. *Int Orthop*. 2015;39(9):1797-1802. DOI: 10.1007/s00264-015-2865-9.
 45. Muratli K.S., Karatosun V., Usun B., Celik S. Subtrochanteric shortening in total hip arthroplasty: biomechanical comparison of four techniques. *J Arthroplasty*. 2014;29(4): 836-842. DOI: 10.1016/j.arth.2013.09.004.
 46. Yildiz F., Kılıçoğlu Ö., Dikmen G., Bozdağ E., Sünbülöğlu E., Tuna M. Biomechanical comparison of oblique and step-cut osteotomies used in total hip arthroplasty with femoral shortening. *J Orthop Sci*. 2016;21(5):640-646. DOI: 10.1016/j.jos.2016.04.015.
 47. Юсупов К.С., Павленко Н.Н., Летов А.С., Сертакова А.В., Воскресенский О.Ю., Анисимова Е.А. Тактика бесцементного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра. *Российский медицинский журнал*. 2017;23(3):127-131. DOI: 10.18821/0869-2106-2017-23-3-127-131.
 47. Yusupov K.S., Pavlenko N.N., Letov A.S., Sertakova A.V., Voskresenskiy O. Yu., Anisimova E.A. [The tactic of cementless total endoprosthesis replacement of hip joint in patients with inherent hip dislocation]. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal* [Medical Journal of the Russian Federation]. 2017;23(3):127-131. DOI: 10.18821/0869-2106-2017-23-3-127-131.
 48. Markel M. D., Gottsauner-Wolf F., Rock M.G., Frassica F.J., Chao E.Y.S. Mechanical characteristics of proximal femoral reconstruction after 50% resection. *J Orthop Res*. 1993;11(3):339-349. DOI: 10.1002/jor.1100110305.
 49. Markel M.D., Wood S.A., Bogdanski J.J., Rapoff A.J., Kalsheur V.L., Bouvy V.M. et al. Comparison of allograft/endoprosthesis composites with a step-cut or transverse osteotomy configuration. *J Orthop Res*. 1995;13(4):639-641. DOI: 10.1002/jor.1100130421.
 50. Cascio B.M., Thomas K.A., Wilson S.C. A mechanical comparison and review of transverse, step-cut, and sigmoid osteotomies. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(411): 296-304. DOI: 10.1097/01.blo.0000069895.31220.e8.
 51. Hasegawa Y., Iwase T., Kanoh T., Seki T., Matsuoka A. Total hip arthroplasty for Crowe type IV developmental dysplasia. *J Arthroplasty*. 2012;27(9):1629-1635. DOI: 10.1016/j.arth.2012.02.026.
 52. Dallary D., Pignatti G., Stagni C., Giavaresi G., Del Piccolo N., Rani N. et al. Total hip arthroplasty with shortening osteotomy in congenital major hip dislocation sequelae. *Orthopedics*. 2011;34(8):e328-333. DOI: 10.3928/01477447-20110627-14.
 53. Li, C., Zhang, C., Zhang, M., & Ding, Y. Comparison of transverse and modified subtrochanteric femoral shortening osteotomy in total hip arthroplasty for developmental dysplasia of hip: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:331. DOI: 10.1186/1471-2474-15-331.
 54. Полулях М.В., Герасименко С.И., Полулях Д.М. Особливості эндопротезування кульшового суглоба за умов вродженого вивиху стегна в дорослих. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2016; (1):10-14.
 54. Poluliakh M.V., Gerasimenko S.I., Poluliakh D.M. [The peculiarities of arthroplasty under the conditions of congenital hip dislocation in adult TS]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 2016;(1):10-14. (In Ukrain.)
 55. Thilemann T.M., Pedersen A.B., Johnsen S.P., Søballe K. Inferior outcome after intraoperative femoral fracture in total hip arthroplasty: outcome in 519 patients from the Danish Hip Arthroplasty Registry. *Acta Orthop*. 2008; 79(3):327-334. DOI: 10.1080/17453670710015210.
 56. Павлов В.В., Шнайдер Л.С., Голенков О.И. Алгоритм выбора метода обработки бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава на фоне дисплазии Crowe IV ст. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(6):16-20. Available from: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25600>.
 56. Pavlov V.V., Shnaider L.S., Golenkov O.I. [The selection algorithm femur processing method for hip-joint on the first dysplasia Crowe IV]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;(6):16-20. Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25600>. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тряпичников Александр Сергеевич – канд. мед. наук, младший научный сотрудник лаборатории реконструктивного эндопротезирования и артроскопии, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Камшилов Борис Викторович — канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 7, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Чегуров Олег Константинович — д-р мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 16, заведующий лабораторией реконструктивного эндопротезирования и артроскопии; ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Зайцева Ольга Павловна — канд. мед. наук, врач травматолого-ортопедического отделения № 7, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Ермаков Артем Михайлович — канд. мед. наук, врач гнойного травматолого-ортопедического отделения № 1; ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Aleksandr S. Tryapichnikov — Cand. Sci. (Med.), junior researcher, Laboratory for Reconstructive Joint Replacements and Arthroscopy, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Boris V. Kamshilov — Cand. Sci. (Med.), head, Department of Traumatology and Orthopedics N 7, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Oleg K. Chegurov — Dr. Sci. (Med.), head, Department of Traumatology and Orthopedics N 16, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Olga P. Zaytseva — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Department of Traumatology and Orthopedics N 7, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Artem M. Ermakov — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Bone Infection Department N 1, Ilizarov Russian Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopedics», Kurgan, Russian Federation

Артропластика тазобедренного сустава у пациентов с ожирением (метаанализ проспективных когортных исследований)

И.Ф. Ахтямов^{1, 2}, Хань Хао Чжи¹, Г.М. Файзрахманова¹, Г.Г. Гарифуллов², Юсеф Ашраф Исмаил³

¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань, Россия

² ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Республики Татарстан, г. Казань, Россия

³ Госпиталь Нью Мовасат, Салмия, Кувейт

Реферат

Цель исследования — оценить, влияет ли ожирение пациентов, которым выполняется тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, на длительность операции и стационарного лечения, объем кровопотери, частоту осложнений и летальных исходов. **Материал и методы.** Нами был выполнен анализ литературных источников, полученных из баз данных PubMed, EBSCO, Cochrane, WanFang и CNKI (Китайская национальная инфраструктура знаний). В метаанализ были включены результаты 24 клинических исследований, которые охватывали 156 914 участников, из них 46 782 страдало ожирением и морбидным ожирением. Оценка проводилась с помощью программы Revman 5.3. **Результаты.** У пациентов с ИМТ>30 оперативное вмешательство занимало больше времени по сравнению с пациентами, имеющими нормальный показатель ИМТ: WMD = -5,14 (95% ДИ -8,13 ... -2,14) (мин), $p < 0,001$. Частота вывихов после операции составила RR = 0,07 (95% ДИ = 0,59–0,84) $p < 0,001$, частота инфекционных осложнений RR = 0,56 (95% ДИ 0,50–0,62) ($p < 0,001$) и объема кровопотери WMD = -181,39 (95% ДИ = -293,26 ... -69,52) (мл), $p = 0,001$. Показатели шкалы Харриса через 5 лет после операции, отражающие функциональные результаты оперативного лечения, у пациентов с ожирением имели более низкие величины, чем при нормальном ИМТ; WMD = 2,85 (95% ДИ 1,04–4,66), $p = 0,002$. Сроки стационарного лечения, тем не менее, не имели существенной разницы между группами пациентов с нормальным и аномальным весом тела WMD = 0,30, (95% ДИ 0,34–0,95) (дней), $p = 0,36$. **Выводы.** Избыточный объем подкожной жировой клетчатки создает дополнительные технические трудности при установке эндопротеза, что, в конечном счете, сказывается как на увеличении продолжительности и объеме операции, так и на кровопотери. При этом у пациентов с повышенным ИМТ возрастает частота послеоперационных вывихов, инфекционных осложнений, снижаются функциональные результаты хирургического лечения. В конечном итоге, ожирение отрицательно влияет на клиническую эффективность тотального первичного эндопротезирования тазобедренного сустава.

Ключевые слова: ожирение, тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, метаанализ.

Ахтямов И.Ф., Хань Хао Чжи, Файзрахманова Г.М., Гарифуллов Г.Г., Юсеф Ашраф Исмаил. Артродпластика тазобедренного сустава у пациентов с ожирением (метаанализ проспективных когортных исследований). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):177-187. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-177-187.

Cite as: Akhtiamov I.F., Han Hao Zhi, Faizrakhmanova G.M., Garifullov G.G., Ashraf Ismail Yousef [Total Hip Arthroplasty in Patients with Obesity (Meta-analysis of Prospective Studies)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):177-187. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-177-187.

✉ Ахтямов Ильдар Фуатович / Ildar F. Akhtiamov; e-mail: yalta60@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 02.08.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 18.02.2019.

Total Hip Arthroplasty in Patients with Obesity (Meta-analysis of Prospective Studies)

I.F. Akhtiamov^{1,2}, Han Hao Zhi¹, G.M. Faizrakhmanova¹, G.G. Garifullov²,
Ashraf Ismail Yousef³

¹ Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

² Republican Clinical Hospital, Kazan, Russian Federation

³ New Mowasat Hospital, Salmiya, Kuwait

Abstract

The purpose of the study is to evaluate whether patient's obesity affects on duration of total hip arthroplasty, hospital stay, blood loss volume, overall complication and death rates. **Materials and methods.** We searched for publications in databases PubMed, EBSCO, Cochrane, WanFang and CNKI databases. The meta-analysis included the results of 24 clinical trials in which 156.914 patients were involved — 46.782 obese and 123.076 patients with normal body mass index (BMI). (Evaluation was performed using Revman 5.3 software). **Results.** In patients with BMI >30, the duration of surgery was longer than in patients with normal weight. In this case, OR = -5.14 (95% CI -8.13 ... -2.14) min, $p < 0.001$. The rate of postoperative dislocations: OR = 0.07 (95% CI 0.59–0.84) $p < 0.001$. The rate of infectious complications: OR = 0.56 (95% CI 0.50–0.62) ($p < 0.001$) and blood loss volume OR = -181.39 (95% CI -293.26 ... -69.52) ml, $p = 0.001$. Five-years postoperatively, the Harris Hip Score, reflecting the functional results, was relatively lower in obese patients than in patients with normal BMI: OR = 2.85 (95% CI 1.04–4.66), $p = 0.002$. However, the duration of postoperatively hospital stay was not significantly different between patients with normal and abnormal body weights: OR = 0.30, (95% CI 0.34–0.95) days, $p = 0.36$. **Conclusion.** Excessive subcutaneous fat thickness creates additional technical difficulties in the insertion of the endoprosthesis, which ultimately affects the increase in the surgery time, and blood loss. In patients with greater BMI, the frequency of postoperative dislocations and infectious complications increase, and the functional results of surgical treatment are reduced. Ultimately, obesity adversely affects the clinical efficacy of primary total hip arthroplasty.

Keywords: total hip arthroplasty, obesity, meta-analysis.

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

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

Введение

Начало века отмечено бурным ростом числа людей, страдающих избыточным весом, причем эта тенденция характерна, в первую очередь, для высокоразвитых стран. Избыточный вес и ожирение имеют в мире 1, 5 млрд человек. Осознавая многочисленные проблемы, связанные с ожирением, следует обратить внимание на четкую взаимосвязь между этой патологией и развитием артрозов крупных суставов [1, 2].

Из-за лишнего веса и ожирения происходит видимое «омоложение» основной возрастной категории пациентов. Избыточная масса тела способствует ускоренному развитию стадий артроза, значительно снижает возможности консервативного лечения и приводит относительно молодых пациентов к необратимости замены сустава [3].

Анализ литературных источников указывает не только на рост популяции пациентов с повышенным индексом массы тела (ИМТ), но и на распространенность среди населения травм, которые занимают второе место в общей структуре заболеваемости. Все это характеризует ожирение

как важный фактор, негативно влияющий на клиническую эффективность эндопротезирования, в том числе тазобедренного сустава (ТБС) [1, 3].

Поскольку в России крайне мало исследований по этой теме, необходимость детального изучения проблемы требует привлечения глобальных международных информационных источников.

Цель исследования — оценить, влияет ли ожирение пациентов, которым выполняется тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, на длительность операции и стационарного лечения, объем кровопотери, частоту осложнений и летальных исходов.

Материал и методы

Проведен расширенный поиск публикаций по ключевым словам: ИМТ, ожирение, тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, перспективное когортное исследование. Поиск выполнялся в международных базах данных: PubMed, EBSCO, библиотеке Cochrane, WanFang и Китайской национальной инфраструктуре знаний (China National Knowledge Infrastructure — CNKI).

Критерии отбора публикаций для метаанализа:

1. Тип исследования: проспективное когортное исследование влияния ожирения на первичное эндопротезирование ТБС.

2. Участники: исходные показатели групп с патологией (ИМТ >25 кг/м²) и нормальным ИМТ (до 25 кг/м²).

3. Тип вмешательства: замена ТБС.

4. Показатели: пол, возраст; длительность операции; частота дислокаций; частота инфекционных осложнений; объем кровопотери; оценка по шкале Харриса; продолжительность пребывания в стационаре.

Критерии исключения исследования из метаанализа:

1) несоответствие критериям включения;

2) низкое качество или отсутствие прогнозирующего когортного исследования;

3) выход оперативных вмешательств за рамки первичного эндопротезирования ТБС, несоответствие изучаемых показателей указанным выше основным показателям;

4) неполное представление изучаемой информации;

5) отсутствие полного текста публикации.

Методологическое качество публикаций оценивалось по шкале Newcastle-Ottawa Scale (NOS), позволяющей провести метаанализ неоднородных подгрупп [4]. Шкала состоит из 8 пунктов, за

каждый из которых присваивается от 0 до 1 балла; максимальное суммарное количество баллов равно 9.

Статистический анализ

Статистический анализ выполнялся с помощью пакета программ RevMan 5.2. Взвешенная разность средних значений (WMD) использовалась в группах с ожирением и нормальным ИМТ для оценки длительности операции в минутах, кровопотери в миллилитрах, баллов по шкале Харриса и продолжительности пребывания в клинике с соответствующими 95% ДИ (CI). Относительный риск (OR — RR) использовался для оценки дислокации и инфицирования событий конечных точек с соответствующими 95% ДИ. Для выбора оптимальной модели выполнения метаанализа проводилась оценка статистической гетерогенности исследований по показателю I² и Q-тесту. Значение I² представлено в процентах — от 0 до 100%. Значение p<0,05 или I² больше 50% указывало на существование статистически значимой неоднородности в многочисленных результатах исследований.

Результаты

Согласно стратегии поиска, изучен 631 источник. В соответствии с критериями включения и исключения, в конечном итоге было отобрано 24 источника, в которых анализировались показатели лечения 156 914 пациентов (табл.).

Таблица

Влияние ожирения на результат тотального эндопротезирования ТБС (по данным публикаций, включенных в метаанализ)

Авторы	Кол-во случаев (ожирение/норма)	Группы ИМТ, кг/м ²	Срок наблюдения, лет	Шкала NOS, баллы
Bowditch M.G., 1999 [5]	82 (18/64)	<26, 25~30, >30	<1	6
Mclaughlin J.R., 2006 [6]	198 (95/103)	<25, 25~30, 30~34,9, ≥35	10~18	7
Kessler S., 2007 [7]	67 (20/47)	<25, 25~29,9, ≥30	<1	7
Lübbeke A., 2007 [8]	2495 (589/1906)	<30, ≥30	5	7
Azodi O.S., 2008 [9]	2085 (272/1813)	<25, 25~29,9, ≥30	3	6
Andrew J.G., 2008 [10]	1059 (264/795)	<30, 30~39,9, ≥40	5	7
Jackson M.P., 2009 [11]	268 (134/134)	<30, ≥30	0–11	8
Dowsey M.M., 2010 [12]	471 (194/277)	<30, 30~39,9, ≥40	1	7
Chee Y.H., 2010 [13]	110 (55/55)	<30, 30~39,9, ≥40	5	6
Lübbeke A., 2010 [14]	503 (386/117)	<25, 25~29,9, ≥30	5–10	7

Окончание таблицы

Авторы	Кол-во случаев (ожирение/норма)	Группы ИМТ, кг/м ²	Срок наблюдения, лет	Шкала NOS, баллы
Bergschmidt P., 2010 [15]	96 (32/64)	<25, 25~30, 30~35	2	7
Davis A.M., 2011 [16]	1617 (521/1096)	<25, 25~30, 30~34,9, ≥35	5	8
Michalka P.K.R., 2012 [17]	191 (78/113)	<30, 30~35, >35	<1	8
Raphael I.J., 2013 [18]	53 (23/30)	<25, 25~30, 30~39,9, ≥40	<1	7
Dienstknecht T., 2013 [19]	134 (56/78)	<30, ≥30	<1	7
Lai X.Y., 2014 [20]	228 (67/161)	<25, ≥25	<1	6
Song H.H., 2015 [21]	104 (60/44)	<30, 30~35, >35	<1	7
Yue C., 2015 [22]	286 (121/165)	<25, ≥25	<1	6
Lübbecke A., 2016 [23]	5661 (3406/2255)	<24,9, 25–29,9, 30–34,9, 35–39,9, и ≥40	0, 5–18	9
Husted H., 2016 [24]	7194 (4721/2473)	<18,5, >18,5 и <25, >25 и <30, >30 и <35, >35 и <40, >40	<1	9
Jasinski-Bergner S., 2017 [25]	26	<25, 25–29,9, ≥30	<1	8
Büchle G., 2017 [26]	420 (294/126)	<25, 25–<30, 30–<35, ≥35	20	9
Li W., 2017 [27]	2040 (1510/530)	<24,9, 25–29,9, 30–34,9, 35–39,9, и ≥40	<1	8
Jeschke E., 2018 [28]	131576 (20948/110628)	<30, 30–34, 35–39 и ≥40	<1	8

Время операции

В пяти статьях сообщалось о длительности вмешательства при первичной замене ТБС. При сравнении этого параметра в группах с нормальным ИМТ и ожирением исследователи не выявили гетерогенности ($\chi^2 = 3,76$, $I^2 = 32\%$, $p = 0,21$). Такие же результаты были получены при сравнении ожирения и морбидного ожирения ($\chi^2 = 10,65$, $I^2 = 20\%$, $p = 0,29$). При использовании модели случайного эффекта полученные результаты показали, что продолжительность операции в группе с ожирением статистически значимо отличалась от времени операции в группе с нормальной массой тела $WMD = -5,14$ (95% ДИ -8,13 ... -2,14), $p < 0,001$ (мин). Но для группы ожирения не выявили статистически значимой разницы $p > 0,05$ (рис. 1).

Частота вывихов

В семи статьях содержалась информация о частоте вывихов после первичного эндопротезирования ТБС и ее взаимосвязи с ожирением. Между исследованиями не было гетерогенности

($\chi^2 = 0,00$, $I^2 = 0\%$, $p = 0,58$) и ($\chi^2 = 0,00$, $I^2 = 0\%$, $p = 0,87$). Использовались модели с фиксированным эффектом. Частота вывихов у пациентов с повышенным ИМТ была выше и статистически значимой по сравнению с группой, не страдающей ожирением: $RR = 0,07$ (95% ДИ = 0,59–0,84) $p < 0,001$ (случаев). Но частота вывихов между пациентами с ожирением и морбидным ожирением статистически значимо не отличалась ($p > 0,05$) (рис. 2).

Перипротезная инфекция

В пяти публикациях дана информация об инфицировании области хирургического вмешательства после эндопротезирования ТБС. Между исследованиями ($\chi^2 = 6,82$, $I^2 = 41\%$, $p = 0,15$) и ($\chi^2 = 0,52$, $I^2 = 0\%$, $p = 0,92$). Частота инфицирования у пациентов с ожирением была статистически значимо выше, чем в группе сравнения: $RR = 0,56$ (95% ДИ 0,50–0,62) ($p < 0,001$) (случаев), что наблюдалось и в группе пациентов с морбидным ожирением $RR = 0,28$ (95% ДИ 0,24–0,33) ($p < 0,001$) (рис. 3).

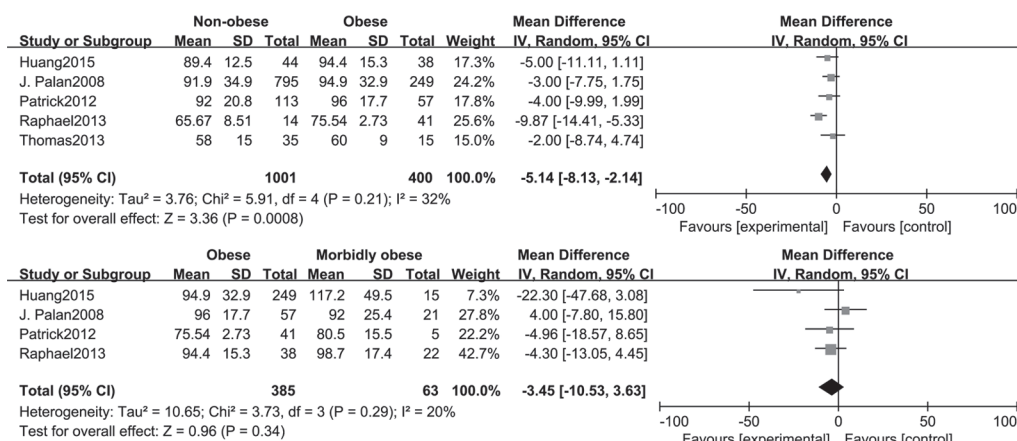


Рис. 1. Сравнение продолжительности эндопротезирования между группами пациентов с нормальным ИМТ и ожирением, мин

Fig. 1. Comparison of THR time between obese and non-obese patients, min

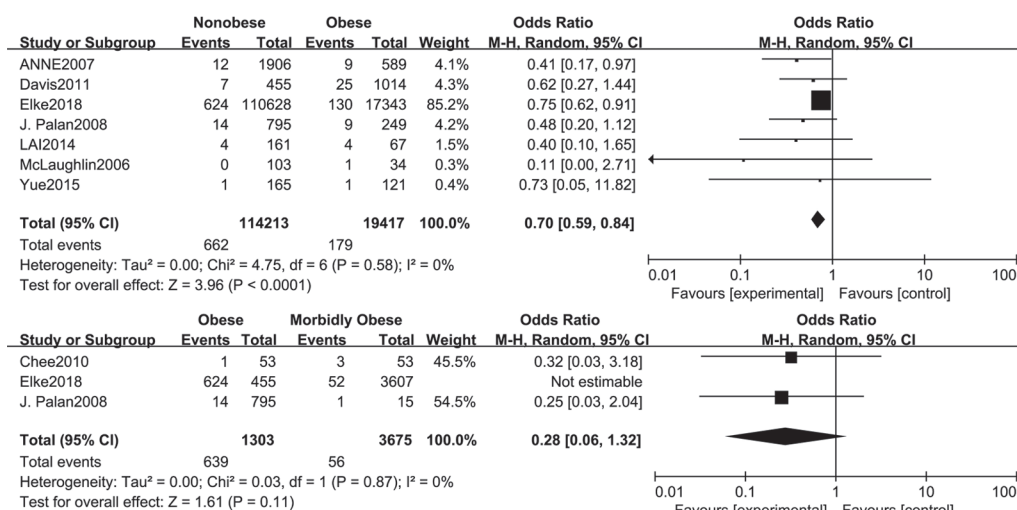


Рис. 2. Сравнение частоты послеоперационных вывихов между группами пациентов с нормальным ИМТ и ожирением

Fig. 2. Comparison of postoperative hip dislocation rate between obese and non-obese patients

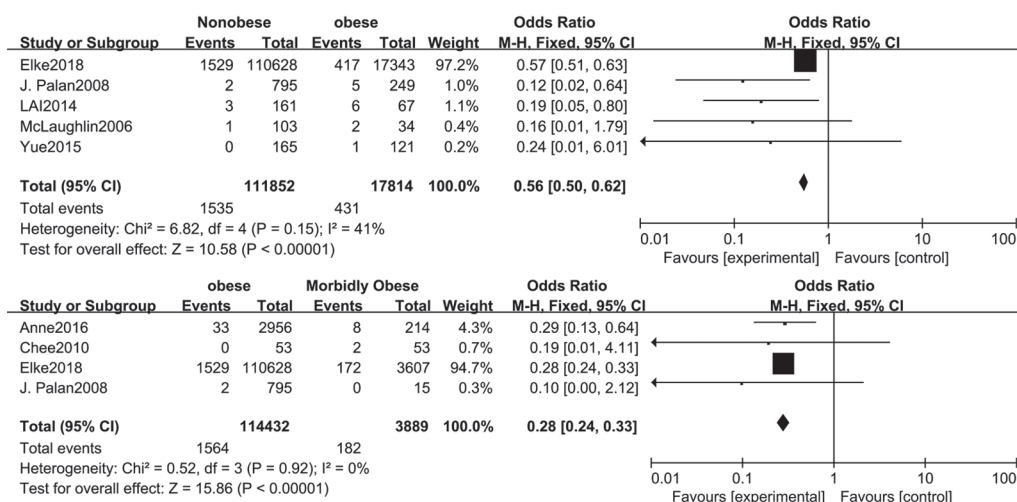


Рис. 3. Сравнение показателей послеоперационной инфекции между группами пациентов с нормальным ИМТ и ожирением

Fig. 3. Comparison of postoperative infection rate between obese and non-obese patients

Объем кровопотери

В семи исследованиях сообщалось о величине кровопотери при эндопротезировании ТБС. Между исследованиями наблюдалась неоднородность ($\chi^2 = 16,03$, $I^2 = 81\%$, $p = 0,001$). При использовании модели случайного эффекта результаты показали, что объем кровопотери в группе пациентов с ожирением по сравнению с группой больных, не страдающей ожирением, был статистически значимо выше: WMD = -181,39 (95% ДИ -293,26...-69,52) (мл), $p = 0,001$ (рис. 4).

Оценка результатов по шкале Харриса

В 8 статьях имелись сведения о величине показателей шкалы Харриса после тотального эндопротезирования ТБС. Наблюдалась неоднородность между исследованиями ($\chi^2 = 6,74$, $I^2 = 41\%$, $p = 0,15$). Результаты использования модели случайного эффекта показали, что показатели вгруппепациентовс ожирениемстатистическизначимо отличались от группы пациентов, не страдающих ожирением: WMD = 2,85, (95% ДИ 1,04–4,66), $p = 0,002$ (баллы по шкале Харриса через 5 лет после операции) (рис. 5).

Еще в одной статье проводилась оценка физического компонента по шкале Short Form-36 (Physical Component Summary, PCS) и оценка боли по шкале HOOS (Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score). Авторы выявили, что у пациентов с ИМТ ≥ 40 кг/м² наблюдались самые плохие показатели через полгода после эндопротезирования ($p < 0,001$). Тем не менее, средние пред- и послеоперационные изменения в баллах незначительно отличались по показателю ИМТ ($p = 0,07$). У пациентов с более высоким ИМТ были более низкие исходные оценки боли по HOOS ($p < 0,001$), но более значительное улучшение послеоперационных показателей по сравнению с дооперационными ($p < 0,001$) [27].

Пребывание в стационаре после тотального эндопротезирования ТБС

В четырех статьях сообщалось о длительности нахождения в стационаре после тотального эндопротезирования ТБС. При сравнении сроков госпитализации в группах с нормальным ИМТ и ожирением отсутствовала гетерогенность ($\chi^2 = 0,00$, $I^2 = 0\%$, $p = 0,87$), и то же мы видим при сравнении групп пациентов с ожирением и морбидным ожирением ($\chi^2 = 0,00$, $I^2 = 0\%$, $p = 0,47$). Не выявлено статистической разницы при сравнении сроков госпитализации (в днях) в группах с ожирением и нормальной массой тела: WMD = 0,30, (95% ДИ 0,34–0,95), $p = 0,36$ (использовалась модель случайного эффекта (рис. 6).

Частота летальных исходов

В одной статье сообщалось о частоте смертельных случаев после тотального эндопротезирования ТБС. Между частотой фатальных исходов в группах пациентов с ожирением и нормальной массой тела, статистически значимой разницы не выявлено: RR = 1,11, (95% ДИ 0,88–1,40), $p > 0,05$, а при сравнении этого показателя в группах пациентов с ожирением и обидным ожирением имелась статистически значимая разница: RR = 0,50 (95% ДИ 0,33–0,74), $p < 0,001$ (рис. 7).

Частота осложнений

В двух публикациях дана информация об общих осложнениях после эндопротезирования ТБС. Между исследованиями не было обнаружено гетерогенности ($\chi^2 = 0,19$, $I^2 = 42\%$, $p = 0,19$). Использование модели фиксированных эффектов показало, что при ожирении частота осложнений была статистически значимо выше по сравнению с группой пациентов с нормальным ИМТ: RR = 0,37 (95% ДИ 0,15–0,95), $p < 0,05$ (случаев). И при сравнении групп пациентов с ожирением и морбидным ожирением частота осложнений была статистически значимо выше: RR = 0,37 (95% ДИ 0,15–0,95), $p < 0,05$ (рис. 8).

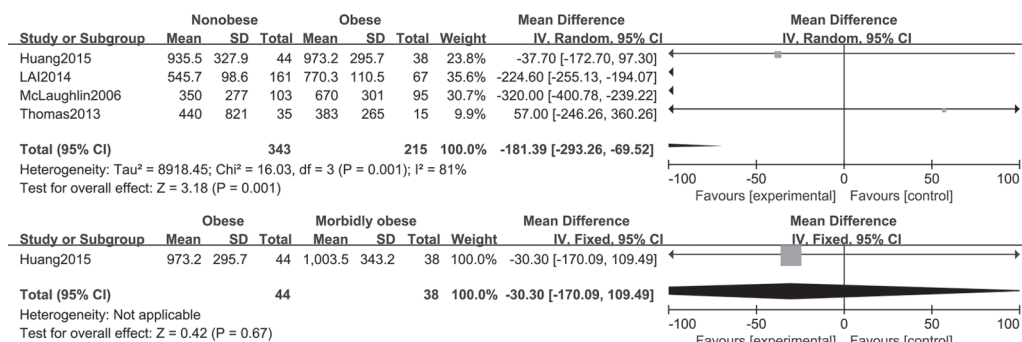


Рис. 4. Сравнение объема кровопотери между группами пациентов с нормальным ИМТ и ожирением, мл
 Fig. 4. Comparison of blood loss between obese and non-obese patients, ml

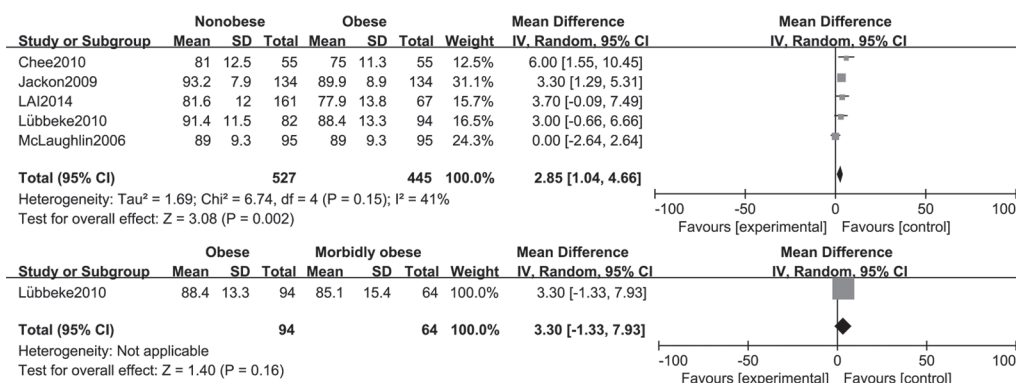


Рис. 5. Сравнение результатов по шкале Харриса после тотального эндопротезирования ТБС в группах пациентов с нормальным ИМТ и ожирением, баллы

Fig. 5. Comparison of postoperative Harris Hip scores between obese and non-obese patients, points

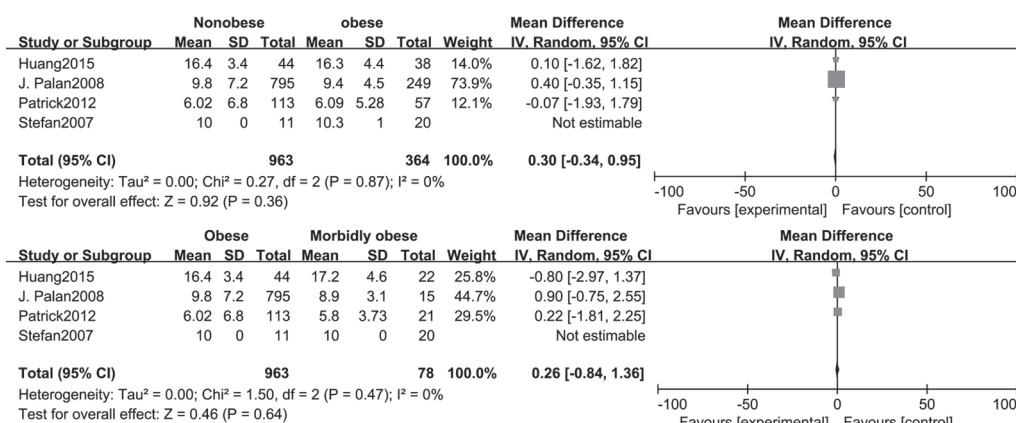


Рис. 6. Сравнение сроков госпитализации в группах, дни

Fig. 6. Comparison of postoperative hospital stay between obese and non-obese patients, days

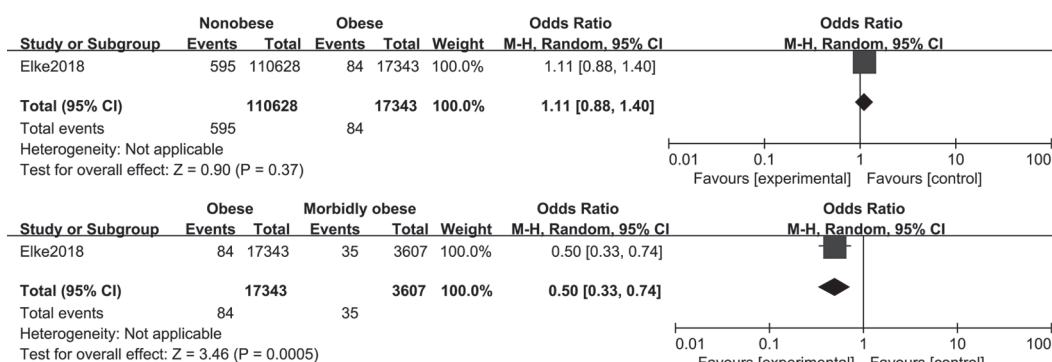


Рис. 7. Частота смертельных исходов после эндо протезирования ТБС, случаи

Fig. 7. Comparison of patient groups by rate of fatal outcomes after THR, cases

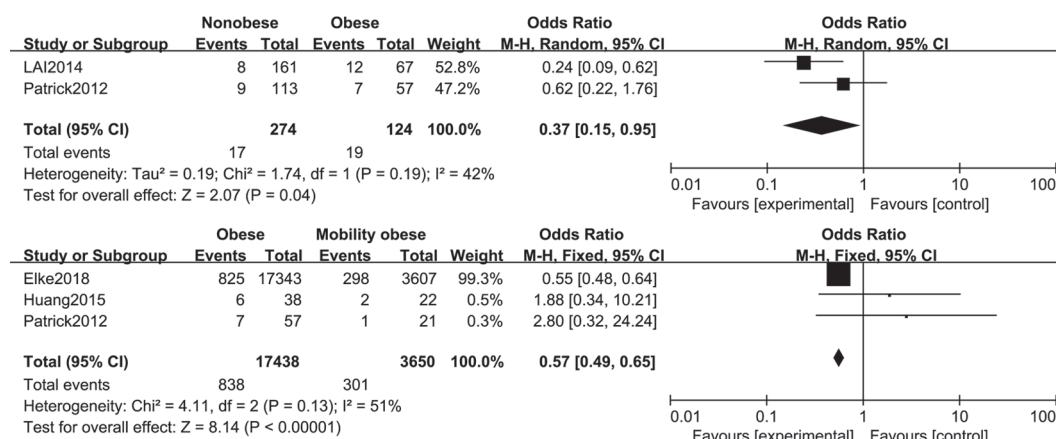


Рис. 8. Сравнение частоты общих послеоперационных осложнений в группах пациентов с нормальным ИМТ и ожирением, случаи

Fig. 8. Comparison of general postoperative complications rate between obese and non-obese patients, cases

Обсуждение

Анализ исследований по данной теме показал, что факторы ожирения могут оказывать негативное влияние на клинические исходы тотального ЭТБС [29]. Однако они не дают столь однозначного заключения, и их результаты противоречивы [17–19]. Ряд исследователей считают, что по сравнению с пациентами, не страдающими ожирением, у пациентов с повышенным ИМТ нет статистически значимых различий в длительности вмешательства, продолжительности стационарного лечения и частоте возникновения осложнений. Однако в других публикациях ожирение рассматривается как важный фактор, оказывающий значительное влияние на ход и результаты артропластики [10, 11, 18]. Ряд медицинских центров ограничивают проведение этого вмешательства в плановом порядке пациентам с ожирением до тех пор, пока индекс массы их тела не будет скорректирован до приемлемого значения [30].

По результатам нашего анализа можно утверждать, что для замены сустава пациентам с ожирением понадобилось значительно больше времени, чем в группе сравнения. Причины этого связаны с большей затратой сил и времени, необходимых для укладки пациента, большей длины и глубины операционной раны, наличии определенных проблем с установкой элементов протеза и т.п.

D. Naverkamp с соавторами (2011) утверждают, что с увеличением длительности операции тотального ЭТБС у пациентов с ожирением чаще возникают инфицирование, высокая интра- и послеоперационная потеря крови и тромбоз глубоких вен нижних конечностей [31]. Сравнительный анализ частоты послеоперационных осложнений у пациентов, которым произведена артропластика тазобедренного сустава, выявил, что при ИМТ <30

кг/м² риск их развития составляет 25%, при ИМТ 30–40 кг/м² — 31%, а при ИМТ >40 кг/м² — 38% [32].

В доступных публикациях крайне ограничена информация для анализа взаимосвязи между ИМТ и продолжительностью тотального ЭТБС, однако Y.H. Chee с соавторами (2014) выявили достоверный рост продолжительности вмешательства в зависимости от индекса Адольфа Кетле. Среднее увеличение ИМТ на 1 кг/м² приводит к увеличению времени вмешательства на 0,838 мин [33]. S. Kessler и W. Käfer (2007) сообщили, что фактор ожирения может не только увеличить время артропластики, но и привести к послеоперационным затруднениям при мобилизации и вертикализации пациента: во время операции пациент может потерять много крови, иметь долгое заживление раны после операции, повышенный риск заражения, скорость инфицирования и риск перипротезных переломов [7]. Исследования Y.H. Chee с соавторами (2010) доказывают, что ожирение увеличивает частоту осложнений после ЭТБС [13].

Высокий уровень осложнений у пациентов с ожирением может быть обусловлен трудностями доступа к суставу за счет большого количества жировой и мышечной тканей в области тазобедренного сустава. Это может сделать операцию более сложной и длительной, особенно за счет выполнения разреза и установки протеза [33]. С подобным утверждением сложно не согласиться, поскольку трудности при хирургическом разрезе, длительное время операции повышают вероятность поверхностных и глубоких инфекций [34]. У пациентов с ожирением наблюдаются не только повышенная травматизация мягких тканей, удлинение времени операции, но и повышенная нагрузка на протез, что может привести к его преждевременному износу, расшатыванию и вывиху [7, 31].

Наш метаанализ позволил уточнить, что показатели шкалы Харриса в группе пациентов, страдающей ожирением, существенно отличались от таковых в группе сравнения. Поскольку оценка функции тазобедренного сустава по данной шкале общепризнана, то значимым явлением можно считать худшие результаты лечения пациентов с ожирением, чем таковые у больных с нормальными весоростовыми характеристиками.

Рядом исследователей детализируется, что кровопотеря во время тотального ЭТБС является причиной возникновения последующей анемии у пациентов, что отрицательно влияет на послеоперационное клинико-функциональное восстановление [35, 36].

Между пациентами с ожирением и без него не выявлено существенной разницы в продолжительности пребывания в клинике, за исключением каких-либо осложнений в послеоперационном периоде. Практически все проходят процедуру стационарного лечения стандартно от поступления до выписки из больницы.

Таким образом, частота остеоартроза у пациентов с ожирением резко ограничивает их функциональные возможности, что заставляет вести малоподвижный образ жизни и усугубляет патологическую величину ИМТ. Болевой синдром, ограничение движений и атрофия мышечной ткани неминуемо приводят этих пациентов к радикальному вмешательству. Сложности в проведении эндопротезирования и повышенный риск осложнений являются причиной отказов в некоторых клиниках от оказания столь необходимого лечения пациентам с ожирением. Создается патовая ситуация, выход из которой может быть лишь в обоюдной заинтересованности врача и пациента в удачном исходе лечения и максимальном стремлении снизить риски вмешательства.

Для выработки рекомендаций по лечению пациентов с высоким ИМТ необходимо проводить целенаправленные клинически качественные, проспективные исследования с большими статистическими выборками. Необходимо оценить критерии отбора пациентов для ЭТБС в зависимости от уровня ИМТ и подбора соответствующих конструкций имплантата.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование выполнено в рамках госзадания.

Литература [References]

- Sun A.R., Panchal S.K., Friis T., Sekar S., Crawford R., Brown L., Xiao Y., Prasadam I. Obesity-associated metabolic syndrome spontaneously induces infiltration of pro-inflammatory macrophage in synovium and promotes osteoarthritis. *PLoS One*. 2017;12(8):e0183693. DOI: 10.1371/journal.pone.0183693.

- Liu Y., Hazlewood G.S., Kaplan G.G., Eksteen B., Barnabe C. Impact of Obesity on Remission and Disease Activity in Rheumatoid Arthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2017;69(2):157-165. DOI: 10.1002/acr.22932.
- Craik J.D., Bircher M.D., Rickman M. Hip and knee arthroplasty implants contraindicated in obesity. *Ann R Coll Surg Engl*. 2016;98(5):295-299. DOI: 10.1308/rcsann.2016.0103.
- Реброва О.Ю., Федяева В.К. Вопросник для оценки риска систематических ошибок в нерандомизированных сравнительных исследованиях: русскоязычная версия шкалы Ньюкасл-Оттава. *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2016;(3):14-19. Rybrova O.Yu., Fedyaeva V.K. [Questionnaire for assessing the risk of systematic errors in non-randomized comparative studies: the Russian version of the Newcastle-Ottawa scale]. *Meditsinskii tekhnologii. Otsenka i vybor* [Medical technology. Evaluation and selection]. 2016;(3):14-19. (in Russian).
- Bowditch M.G., Villar R.N. Do obese patients bleed more? A prospective study of blood loss at total hip replacement. *Ann Royal College Surg Engl*. 1999;81(3):198-200.
- McLaughlin J.R., Lee K.R. The outcome of total hip replacement in obese and non-obese patients at 10- to 18-years. *Bone Joint J*. 2006;88(10):1286-1292. DOI:10.1302/0301-620x.88b10.17660.
- Kessler S., Käfer W. Overweight and obesity: two predictors for worse early outcome in total hip replacement. *Obesity*. 2007;15(11):2840-2845. DOI: 10.1038/oby.2007.337.
- Lübbecke A., Stern R., Garavaglia G., Zurcher L., Hoffmeyer P. Differences in outcomes of obese women and men undergoing primary total hip arthroplasty. *Arthritis Rheum*. 2007;57(2):327-334. DOI: 10.1002/art.22542.
- Sadr Azodi O., Adami J., Lindström D., Eriksson K.O., Wladis A., Bellocco R. High body mass index is associated with increased risk of implant dislocation following primary total hip replacement: 2 106 patients followed for up to 8 years. *Acta Orthop*. 2008 79(1):141-147. DOI: 10.1080/17453670710014897.
- Andrew J.G., Palan J., Kurup H.V., Gibson P., Murray D.W., Beard D.J. Obesity in total hip replacement. *J Bone Joint Surg*. 2008;90(4):424-429. DOI: 10.1302/0301-620x.90b4.20522.
- Jackson M.P., Sexton S.A., Yeung E., Walter W.L., Walter W.K., Zicat B.A. The effect of obesity on the midterm survival and clinical outcome of cementless total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(10):1296-1300. DOI: 10.1302/0301-620x.91b10.22544.
- Dowsey M.M., Liew D., Stoney J.D., Choong P.F. The impact of obesity on weight change and outcomes at 12 months in patients undergoing total hip arthroplasty. *Med J Aust*. 2010;193(1):17-21. DOI: 10.5694/j.1326-5377.2010.tb03734.x.
- Chee Y.H., Teoh K.H., Sabnis B.M., Ballantyne J.A., Brenkel I.J. Total hip replacement in morbidly obese patients with osteoarthritis: results of a prospectively matched study. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(8):1066-1071. DOI: 10.1302/0301-620x.92b8.22764.
- Lübbecke A., Garavaglia G., Barea C., Roussos C., Stern R., Hoffmeyer P. Influence of obesity on femoral osteolysis five and ten years following total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2010 92(10):1964-1972. DOI: 10.2106/jbjs.i.00749.
- Bergschmidt P., Bader R., Finze S., Tokar I., Kundt G., Mittelmeier W. Impact of preoperative variables on the functional and radiological outcome of an

- uncemented femoral stem: a prospective two-year follow-up. *Hip Int.* 2010;20(2):187-197. DOI: 10.1177/112070001002000209.
16. Davis A.M., Wood A.M., Keenan A.C., Brenkel I.J., Ballantyne J.A. Does body mass index affect clinical outcome post-operatively and at five years after primary unilateral total hip replacement performed for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(9):1178-1182. DOI: 10.1302/0301-620x.93b9.26873.
 17. Michalka P.K., Khan R.J., Scaddan M.C., Haebich S., Chirodian N., Wimhurst J.A. The influence of obesity on early outcomes in primary hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27(3):391-396. DOI: 10.1016/j.arth.2011.05.012.
 18. Raphael I.J., Parmar M., Mehrganpour N., Sharkey P.F., Parvizi J. Obesity and operative time in primary total joint arthroplasty. *J Knee Surg.* 2013;26(2):95-99. DOI: 10.1055/s-0033-1333663.
 19. Dienstknecht T., Lüring C., Tingart M., Grifka J., Sendtner E. A minimally invasive approach for total hip arthroplasty does not diminish early post-operative outcome in obese patients: a prospective randomised trial. *Int Orthop.* 2013; 37(6):1013-1018. DOI: 10.1007/s00264-013-1833-5.
 20. Lai X.Y., Zhong Y.C., Lai G.S. et al. The influence of obesity on total hip replacement. *Modern Preventive Medicine.* 2014;41(19):3507-3509.
 21. Song H.H., Fan W.M., Liu F. et al. [Effect of obesity on the early curative effect of primary hip arthroplasty]. *Jiangsu Med J.* 2015(12):1438-1440. DOI: 10.19460/j.cnki.0253-3685.2015.12.027. (In Chinese.)
 22. Yue C., Xie J.W., Tan Z. et al. The influence of obesity on early complications during primary total hip arthroplasty: a prospective study. *Orthop J China.* 2015;23(17):1537-1541. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.17.01.
 23. Lübbecke A., Zingg M., Vu D., Miozzari H.H., Christofilopoulos P., Uçkay I., Harbarth S., Hoffmeyer P. Body mass and weight thresholds for increased prosthetic joint infection rates after primary total joint arthroplasty. *Acta Orthop.* 2016;87(2):132-8. DOI: 10.3109/17453674.2015.1126157.
 24. Husted H., Jørgensen C.C., Gromov K., Kehlet H., Lundbeck Foundation Center for Fast-track Hip and Knee Replacement Collaborative Group. Does BMI influence hospital stay and morbidity after fast-track hip and knee arthroplasty? *Acta Orthop.* 2016;87(5):466-472. DOI: 10.1080/17453674.2016.1203477.
 25. Jasinski-Bergner S., Radetzki A.L., Jahn J., Wohlrab D., Kielstein H. Impact of the body mass index on perioperative immunological disturbances in patients with hip and knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2017;12(1):58. DOI: 10.1186/s13018-017-0557-4.
 26. Büchele G., Günther K.P., Brenner H., Puhl W., Stürmer T., Rothenbacher D., Brenner R.E. Osteoarthritis-patterns, cardio-metabolic risk factors and risk of all-cause mortality: 20 years follow-up in patients after hip or knee replacement. *Sci Rep.* 2018;8(1):5253. DOI: 10.1038/s41598-018-23573-2.
 27. Li W., Ayers D.C., Lewis C.G., Bowen T.R., Allison J.J., Franklin P.D. Functional gain and pain relief after total joint replacement according to obesity status. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(14):1183-1189. DOI: 10.2106/JBJS.16.00960.
 28. Jeschke E., Citak M., Günster C., Halder A.M., Heller K.D., Malzahn J. et al. Obesity increases the risk of postoperative complications and revision rates following primary total hip arthroplasty: an analysis of 131,576 total hip arthroplasty cases. *J Arthroplasty.* 2018;33(7):2287-2292. DOI: 10.1016/j.arth.2018.02.036.
 29. Kee J.R., Mears S.C., Edwards P.K., Barnes C.L. Modifiable risk factors are common in early revision hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2017;32(12):3689-3692. DOI: 10.1016/j.arth.2017.07.005.
 30. Craik J.D., Bircher M.D., Rickman M. Hip and knee arthroplasty implants contraindicated in obesity. *Ann R Coll Surg Engl.* 2016;98(5):295-299. DOI: 10.1308/rcsann.2016.0103.
 31. Haverkamp D., Klinkenbijn M.N., Somford M.P., Albers G.H., van der Vis H.M. Obesity in total hip arthroplasty--does it really matter? A meta-analysis. *Acta Orthop.* 2011;82(4):417-422. DOI: 10.3109/17453674.2011.588859.
 32. Deakin A.H., Iyayi-Igbinovia A., Love G.J. A comparison of outcomes in morbidly obese, obese and non-obese patients undergoing primary total knee and total hip arthroplasty. *Surgeon.* 2018;16(1):40-45. DOI: 10.1016/j.surge.2016.10.005.
 33. Zhao W., Wang L., Yuan H. [Effect of BMI on operation time of total hip replacement]. *J Practic Orthop.* 2014;20(10):938-941. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2014.10.021. (In Chinese.)
 34. McClung C.D., Zahiri C.A., Higa J.K., Amstutz H.C., Schmalzried T.P. Relationship between body mass index and activity in hip or knee arthroplasty patients. *J Orthop Res.* 2000;18(1):35-39. DOI: 10.1002/jor.1100180106.
 35. Parratte S., Pesenti S., Argenson J.N. Obesity in orthopedics and trauma surgery. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100(1 Suppl):S91-97. DOI: 10.1016/j.otsr.2013.11.003.
 36. Münter K.H., Clemmesen C.G., Foss N.B., Palm H., Kristensen M.T. Fatigue and pain limit independent mobility and physiotherapy after hip fracture surgery. *Disabil Rehabil.* 2018;40(15):1808-1816. DOI: 10.1080/09638288.2017.1314556.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ахтямов Ильдар Фуатович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России; главный научный сотрудник научного отдела, ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Республики Татарстан, г. Казань

Хань Хао Чжи — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Ildar F. Akhtiamov — Dr. Sci. (Med.), professor, the head, Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States, Kazan State Medical University; Chief Researcher of the Research Department, Republican Clinical Hospital, Kazan, Russian Federation

Han Hao Zhi — PhD Student, Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States, Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

Файзрахманова Гульнара Мубараковна — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань

Гарифуллов Гамиль Гакильевич — канд. мед. наук, заведующий отделением травматологии, ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Минздрава Республики Татарстан, г. Казань

Юсеф Ашраф Исмаил — канд. мед. наук, специалист ортопедии отделения ортопедической хирургии, Госпитал Нью Мовасат, Салмия, Кувейт

Gulnara M. Faizrahmanova — Cand. Sci. (Med.), assistant lecturer, Department of Traumatology and Orthopedics, Orthopedics and Surgery of Extreme States, Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

Gamil G. Garifullof — Cand. Sci. (Med.), head, Traumatology Department, Republican Clinical Hospital, Kazan, Russian Federation

Ashraf Ismail Yousef — Cand. Sci. (Med.), specialist orthopedic surgeon, Department of Orthopedic Surgery, New Mowasat Hospital, Salmiya, Kuwait