

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 24, № 4, 2018

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, главный научный сотрудник
(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)

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

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

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

Гржибовский А.М. – д-р мед. наук, профессор
(Национальный институт общественного здравоохранения
Норвегии, Осло, Норвегия)

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

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)

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)

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)

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

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)

Мионов С.П. – академик РАН, д-р мед. наук, профессор
(НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия)

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

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

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

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

Серета 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)

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 AND PRACTICAL 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. 24, N 4, 2018

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)

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

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

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

Andrey M. Grjibovski – Dr. Sci. (Med.), Professor
(Norwegian Institute of Public Health, Oslo, Norway)

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

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)

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

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

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

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

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

Sergey P. Mironov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member
of Russian Academy of Sciences (Priorov National Medical Center
for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia)

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

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

Lyubov A. Rodomanova – 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. Khomeinets – 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
(Tsv'yan Novosibirsk Research Institute of Traumatology
and Orthopedics, Novosibirsk, 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	Мурылев 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.....	95
Серeda А.П., Андрианова М.А. Анализ публикаций отечественных травматологов-ортопедов в зарубежных высокорейтинговых журналах	9	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		Тапальский Д.В., Волотовский П.А., Козлова А.И., Ситник А.А. Антибактериальная активность покрытий на основе импрегнированного антибиотиками костного цемента в отношении микроорганизмов с различными уровнями антибиотикорезистентности	105
Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В., Ливенцов В.Н. Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей.....	20	НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ	
Леончук С.С., Щурова Е.Н., Попков Д.А., Чибиров Г.М., Бидямшин Р.Р., Гатамов О.И. Трехсуставной артродез для коррекции деформаций стоп и его влияние на кровоснабжение мягкотканых структур в области оперативного вмешательства у больных церебральным параличом	32	Иванов П.А., Заднепровский Н.Н., Неведров А.В., Каленский В.О. Внутрикостная фиксация переломов лонной кости штифтом с блокированием: первый клинический опыт	111
Зорин В.И., Наумов Д.Г., Мушкин А.Ю., Евсеев В.А. Хирургическое лечение последних вертебральных поражений при сепсисе новорожденных (анализ серии клинических наблюдений)	44	СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ	
Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Овечкина А.В., Познович М.С. Сравнительный анализ положения транспедикулярных винтов у детей с врожденным сколиозом: метод «свободной руки» (<i>in vivo</i>) и шаблоны-направители (<i>in vitro</i>)	53	Гуляев Д.А., Годанюк Д.С., Каурова Т.А., Красношлык П.В., Майков С.В. Миграция спицы Киршнера в позвоночный канал после фиксации акромиально-ключичного сочленения (обзор литературы и клиническое наблюдение).....	121
Введенский П.С., Тенилин Н.А., Власов М.В., Богосьян А.Б., Новиков А.В. Техника хирургического вывиха бедра при лечении больных с юношеским эпифизолизом головки бедренной кости	64	ОБЗОРЫ	
Резник Л.Б., Гурьев В.В., Турушев М.А., Негров Д.А., Ильин Р.Е. Остеосинтез авульсивных переломов у больных с различной минеральной плотностью костной ткани	72	Карякин Н.Н., Шубняков И.И., Денисов А.О., Качко А.В., Алыев Р.В., Горбатов Р.О. Правовое регулирование изготовления изделий медицинского назначения с использованием 3D-печати: современное состояние проблемы.....	129
Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Григорьев А.В., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты лечения переломов проксимального отдела плечевой кости методом внутрикостного остеосинтеза.....	81	Бывальцев В.А., Степанов И.А., Алиев М.А., Аглаков Б.М., Юсупов Б.Р., Шепелев В.В. Сравнение результатов тотальной артропластики протезом Discover и переднего шейного спондилодеза в хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвоночных дисков: метаанализ рандомизированных исследований.....	137
Родоманова Л.А., Медведев Г.В. Способ пластического замещения дефектов ладонной поверхности кисти	89	ИСТОРИЯ МЕДИЦИНЫ	
		Наконечный Д.Г., Киселева А.Н., Cambon-Binder A. Сухожильный шов Кюнео — история одной публикации.....	148
		ЮБИЛЕИ	
		Геннадий Петрович Котельников к 70-летию со дня рождения	155
		<i>Указатель статей, опубликованных в 2018 году</i>	159
		<i>Авторский указатель за 2018 год</i>	162

CONTENTS

EDITORIAL.....	7	THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES	
Sereda A.P., Andrianova M.A. Analysis of Publications of the Russian Trauma and Orthopaedic Surgeons in Foreign Top-Rated Journals	9	Tapalski D.V., Volotovskii P.A., Kozlova A.I., Sitnik A.A. Antibacterial Activity of Antibiotic-Impregnated Bone Cement Based Coatings Against Microorganisms with Different Antibiotic Resistance Levels	105
CLINICAL STUDIES		NEW TECHNIQUES IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS	
Bozhkova S.A., Kasimova A.R., Tikhilov R.M., Polyakova E.M., Rukina A.N., Shabanova V.V., Liventsov V.N. Adverse Trends in the Etiology of Orthopedic Infection: Results of 6-Year Monitoring of the Structure and Resistance of Leading Pathogens.....	20	Ivanov P.A., Zadneprovskiy N.N., Nevedrov A.V., Kalenskiy V.O. Pubic Rami Fractures Fixation by Interlocking Intramedullary Nail: First Clinical Experience.....	111
Leonchuk S.S., Shchurova E.N., Popkov D.A., Chibirov G.M., Bidiashin R.R., Gatamov O.I. Correction of Foot Deformities using Triple Arthrodesis and Its Effect on Soft Tissue Blood Supply at Surgical Site in Patients with Cerebral Palsy.....	32	CASE REPORTS	
Zorin V.I., Naumov D.G., Mushkin A.Yu., Evseev V.A. Surgical Treatment of Spine Deformations after Neonatal Sepsis (The Analysis of Clinical Series)	44	Gulyaev D.A., Godanyuk D.S., Kaurova T.A., Krasnoshlyk P.V., Maikov S.V. Kirschner Wire Migration into Spinal Canal after Acromioclavicular Joint Fixation (Literature Review and Clinical Case).....	121
Kokushin D.N., Vissarionov S.V., Baidurashvili A.G., Ovechkina A.V., Poznovich M.S. Comparative Analysis of Pedicle Screw Placement in Children with Congenital Scoliosis: Freehand Technique (<i>in vivo</i>) and Guide Templates (<i>in vitro</i>).....	53	REVIEWS	
Vvedenskiy P.S., Tenilin N.A., Vlasov M.V., Bogosyan A.B., Novikov A.V. Surgical Hip Dislocation Technique in Treatment of Patients with Slipped Capital Femoral Epiphysis	64	Karyakin N.N., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Kachko A.V., Alyev R.V., Gorbatov R.O. Regulatory Concerns about Medical Device Manufacturing Using 3D Printing: Current State of the Issue.....	129
Reznik L.B., Guryev V.V., Turushev M.A., Negrov D.A., Il'in R.E. Avulsion Fractures Osteosynthesis in Patients with Normal Bone Mineral Density and Osteoporosis.....	72	Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Aliyev M.A., Aglakov B.M., Yussupov B.R., Shepelev V.V. Comparison Outcomes of Discover Total Disk Arthroplasty and Anterior Cervical Discectomy with Fusion in Surgical Treatment of Cervical Disk Degenerative Disease: a Meta-Analysis of Randomized Trials	137
Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Gordienko D.I., Grigoriev A.V., Ovcharenko N.V. Midterm Treatment Outcomes of Proximal Humerus Fractures by Intramedullary Fixation.....	81	MEDICAL HISTORY	
Rodomanova L.A., Medvedev G.V. Plastic Replacement of Palmar Defects	89	Nakonechny D.G., Kiseleva A.N., Cambon-Binder A. Cuneo tendinous suture – the story of one publication.....	148
Murylev V.Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Ivanenko L.R., Sorokina G.L., Rukin Ya.A., Alekseev S.S., Germanov V.G. The First-Stage Treatment Algorithm for Deep Infected Total Hip Arthroplasty	95	JUBILEE	
		Gennadii P. Kotelnikov 70 th Anniversary of the Birth.....	155
		<i>Articles index published in 2018</i>	159
		<i>Author's index 2018</i>	162



Уважаемые читатели!

Четверть века назад, в 1993 году, вышел в свет первый выпуск журнала «Травматология и ортопедия России». Причиной его появления стал информационный вакуум в нашей специальности, образовавшийся после распада СССР. Единственный в Советском Союзе профильный журнал издавался в Харькове и после событий 1991 года стал зарубежным. Поэтому журнал «Травматология и ортопедия России» замыслился как платформа для общения российских ученых и врачей-практиков, где они могли делиться своими научными достижениями, практическим опытом, размещать информацию о предстоящих и прошедших форумах. Однако со временем журнал стал расширять географию своих публикаций, появились статьи из ближнего и дальнего зарубежья.

В первую редколлегию вошли директора научно-исследовательских институтов травматологии и ортопедии, заведующие профильными кафедрами и ведущие специалисты. Главным редактором стал директор РосНИИТО им. Р.Р. Вредена профессор Н.В. Корнилов. Журнал сразу приобрел популярность среди отечественных травматологов-ортопедов и стал по-настоящему всероссийским: в нем публиковались авторы со всех уголков нашей страны. В 2001 году журнал был включен в список изданий, рекомендованных ВАК РФ для опубликования материалов диссертационных исследований. Но были и трудные времена, когда не хватало средств на подготовку и печать журнала: некоторые выпуски в конце 1990-х и начале 2000-х гг. так и не вышли в свет.

Новый этап жизни журнала начался в 2004 году, когда было принято решение не только вернуть изданию должную периодичность, но и качественно повысить уровень публикуемых статей. Были разработаны соответствующие международным требованиям к качеству научных статей, в основу которых лег принцип доказательной медицины. Редакция журнала пополнилась авторитетными зарубежными специалистами из ведущих западных клиник. Особое внимание уделялось выбору рецензентов, благодаря работе которых, их эрудиции, профессионализму удалось поднять рейтинг журнала.

С 2007 года журнал размещается в национальной научной электронной библиотеке eLIBRARY и индексируется в Российском индексе научного цитирования, где является лидером среди изданий по специальности «травматология и ортопедия». На протяжении последних пяти лет наше издание входит в 15% лучших медицинских журналов страны. Двухлетний импакт-фактор журнала в РИНЦ за 2017 год составил 1,026 с учетом цитирования из всех источников. Пятилетний импакт-фактор неуклонно возрастает и по сравнению с 2008 годом увеличился более чем в пять раз: с 0,164 до 0,826.

Постоянная работа по совершенствованию журнала принесла свои плоды: с 2016 года журнал «Травматология и ортопедия России» вошел в базу данных Web of Science. Это стало возможным благодаря работе большого коллектива рецензентов и членов редакционной коллегии, каждый из которых внес свою частицу труда и стремления сделать журнал еще лучше. И, конечно, редакция благодарна нашим авторам, которые присылают в редакцию результаты своих исследований и вместе с редакторами проводят кропотливую работу по совершенствованию рукописей статей.

Полные тексты всех статей с этого выпуска переводятся на английский язык (в электронной версии журнала). В наших планах постепенно перейти на периодичность 6 номеров в год.

Четверть века — это и много, и одновременно мало для научного издания. Тем не менее, мы ставим перед собой задачу войти в европейскую и мировую элиту ортопедических журналов, индексироваться в международных базах данных, дабы с работами наших соотечественников могли ознакомиться во всех странах. Очень надеемся на дальнейшую поддержку и участие в работе журнала ведущих специалистов страны по нашей специальности.

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

Фото предоставлено журналом «Opinion Leader»

Анализ публикаций отечественных травматологов-ортопедов в зарубежных высокорейтинговых журналах

А.П. Середина, М.А. Андрианова

Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия

Реферат

Авторы выполнили анализ публикаций отечественных травматологов-ортопедов в высокорейтинговых зарубежных научных журналах. Публикации анализировались в первых тридцати журналах рубрики «Orthopaedics and Sports Medicine» из рейтинга Scimago Journal & Country Rank. Поиск проводился с первого выпуска каждого журнала. Посчитано общее число публикаций, количество публикаций каждого автора, число публикаций из учреждений, число цитирований каждой статьи в PubMed Central и Google Scholar. Проанализированы тематики публикаций, хронологические характеристики, а также связь года публикации с количеством цитирований.

Ключевые слова: ортопедия, травматология, научные статьи.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-9-19

Analysis of Publications of the Russian Trauma and Orthopaedic Surgeons in Foreign Top-Rated Journals

A.P. Sereda, M.A. Andrianova

Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Abstract

The present paper is dedicated to the publications analysis by Russian authors in top-rated foreign journals. The aim of the research to define the avant-garde status of the national trauma and orthopaedics science. The authors of the present paper analyzed the publications in the first thirty journals under the heading «Orthopaedics and sports medicine» from Scimago Journal & Country Rank rating. The search was conducted from the moment of the first issue of each journal. Total number of publications was calculated, total number of publications from each author, number of publications per institution, citations of each publication in PubMed Central и Google Scholar. The subject, chronologic characteristics and relation of the year of publication with number of citations were analyzed.

Keywords: orthopaedics, traumatology, scientific papers.

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

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

Введение

В третьем номере журнала «Травматология и ортопедия России» за 2018 г. вышла статья И.В. Решетова с соавторами «Научная специальность «травматология и ортопедия» в 2017 г.: анализ выполненных диссертаций» [1]. В этом же номере редакцией был любезно опубликован и наш комментарий, в котором мы критиковали авторов за то, что защищаемые диссертации не

совсем тождественны действительным трендам отечественной травматолого-ортопедической науки ввиду целого ряда причин [2]. С тех пор нас не покидает чувство вины, поскольку, высказав некоторую критику, мы не предложили ничего взамен. Действительно — нет ничего лучше, чем самим сделать ту работу, о которой было сказано. В связи с этим мы решили провести этот анализ.

Серееда А.П., Андрианова М.А. Анализ публикаций отечественных травматологов-ортопедов в зарубежных высокорейтинговых журналах. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):9-19. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-9-19.

Cite as: Sereda A.P., Andrianova M.A. [Analysis of Publications of the Russian Trauma and Orthopaedic Surgeons in Foreign Top-Rated Journals]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):9-19. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-9-19.

✉ Серееда Андрей Петрович / Andrey P. Sereda; e-mail: drsereda@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 22.10.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 06.12.2018.

Цель работы — уточнить понимание статуса авангарда отечественной травматолого-ортопедической науки путем анализа количества и тематик публикаций отечественных ортопедов и их организаций в зарубежных высокорейтинговых научных журналах с учетом цитируемости.

Материалы и методы

Задачу поиска публикаций в иностранных журналах мы решали двухэтапно. Сначала мы определили список высокорейтинговых журналов, а потом искали публикации соотечественников.

Для определения списка высокорейтинговых журналов мы использовали «Scimago Journal & Country Rank»*, в котором журналы ранжированы не просто по импакт-фактору как по показателю во многом спорному, а по индексу SJR (Scimago

Journal Rank). SJR-индекс — интегральный показатель, учитывающий помимо импакт-фактора журнала его престиж и влияние. Он измеряется как среднее число весомых цитирований за год тех работ, которые были опубликованы в ранжируемом журнале за последние три года. Таким образом, SJR-индекс всегда меньше классического импакт-фактора и не позволяет выходить в лидеры тем журналам, которые публиковали высокоцитируемые работы десятилетия назад.

Scimago Journal & Country Rank индексирует все научные журналы во всех научных областях. Ортопедические журналы входят в рубрику «Ортопедия и спортивная медицина» («Orthopaedics and sports medicine»). Всего в этой рубрике 266 журналов, 30 из которых с самым высоким SJR-индексом мы подвергли анализу (табл. 1).

Таблица 1

Включенные в исследование 30 журналов с самым высоким SJR-индексом по оценке 2017 г.

Ранг	Название журнала	SJR-индекс	Страна	Издательство
1	American Journal of Sports Medicine	3,949	USA	SAGE Publications
2	Sports Medicine	3,367	UK	Adis International Ltd.
3	British Journal of Sports Medicine	3,232	UK	BMJ Publishing Group
4	Journal of Bone and Mineral Research	2,808	USA	Wiley-Blackwell
5	Journal of Bone and Joint Surgery - Series A	2,722	USA	LWW Ltd.
6	Osteoarthritis and Cartilage	2,497	UK	W. B. Saunders Co., Ltd.
7	Journal of Arthroplasty	2,373	USA	Churchill Livingstone
8	Journal of Shoulder and Elbow Surgery	2,327	USA	Mosby Inc.
9	Skeletal Muscle	2,32	UK	BioMed Central
10	Medicine and Science in Sports and Exercise	2,073	USA	LWW Ltd.
11	Bone and Joint Journal	2,043	UK	British Editorial Society of Bone and Joint Surgery
12	Exercise and Sport Sciences Reviews	1,943	USA	LWW Ltd.
13	Clinical Orthopaedics and Related Research	1,908	USA	Springer New York LLC
14	Acta Orthopaedica	1,87	UK	Taylor & Francis
15	Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy	1,845	Germany	Springer Verlag
16	International Journal of Sports Physiology and Performance	1,749	USA	Human Kinetics Publishers Inc.
17	Spine	1,736	USA	LWW Ltd.
18	Journal of Science and Medicine in Sport	1,714	Netherlands	Elsevier BV
19	Foot and Ankle International	1,626	USA	SAGE Publications Inc.
20	Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports	1,541	UK	Blackwell Publishing Inc.
21	European Spine Journal	1,535	Germany	Springer Verlag
22	International Orthopaedics	1,502	Germany	Springer Verlag

* <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=2732>

Ранг	Название журнала	SJR-индекс	Страна	Издательство
23	Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery	1,459	UK	W. B. Saunders Co., Ltd.
24	Journal of Orthopaedic Trauma	1,451	USA	LWW Ltd.
25	Journal of Athletic Training	1,442	USA	National Athletic Trainers Association, Inc.
26	Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle	1,432	USA	Wiley-Blackwell
27	Journal of Clinical Densitometry	1,423	USA	Elsevier Inc.
28	The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons	1,41	USA	Lippincott Williams & Wilkins Ltd.
29	Journal of Strength and Conditioning Research	1,366	USA	National Strength and Conditioning Association
30	Orthopedic Clinics of North America	1,294	UK	W. B. Saunders Co., Ltd.

Для поиска публикаций отечественных авторов в отобранных 30 высокорейтинговых журналах мы использовали базу данных PubMed, генерируя для каждого журнала отдельный поисковый запрос следующего типа: *(Russia[Affiliation]) AND «Название журнала»[Journal]*

Таким образом, в поиск внутри конкретного журнала мы включали только те статьи, в сведениях об авторах которых значилось «Россия». Результаты поиска проверялись вручную, поскольку в сведениях об авторах иногда встречалось «Россия» при том, что сами авторы не были нашими соотечественниками. Например, при поисковом запросе *(Russia[Affiliation]) AND «The American Journal of Sports Medicine»[Journal]* обнаруживалась статья S.H. Kim и соавторов [3], местом работы одного из авторов (Jung M.) указывался «Russia Science Seoul Center» в Сеульском электротехническом исследовательском институте. Конечно же, мы не учитывали такие работы.

Кроме того, мы не учитывали те публикации, в которых автором было указано в качестве места работы два учреждения, первое из которых было зарубежным. Например, при запросе *((Russia[Affiliation])) AND «Sports Med»[Journal]* обнаруживалась работа Wilhelm E.N., Mourot L. и Rakobowchuk M. [4]. Местом работы второго автора (Mourot L) указывались два института: University of Bourgogne и Томский политехнический университет. Такие работы мы тоже не учитывали.

Чтобы включить в наш анализ научное наследие СССР, помимо поискового запроса *(Russia[Affiliation])* мы генерировали и запросы типа: *(Soviet[Affiliation]) AND «Название журнала»[Journal]* и *(USSR[Affiliation]) AND «Название журнала»[Journal]*.

В тех случаях, когда название журнала менялось, мы проводили отдельный поиск по старому названию журнала. Например, британский выпуск *The Journal of Bone & Joint Surgery* в 2013 году был переименован в *The Bone & Joint Journal* (одиннадцатый номер в рейтинге SJR). Результаты поиска в таком случае приведены суммой только для журнала-правопреемника (в данном случае они учитывались нами как публикации в *The Bone & Joint Journal*).

Анализ проводился по состоянию на 17 октября 2018 г. Таким образом, вероятно, могли быть не учтены те работы, которые хотя и были опубликованы к этому моменту (в сентябрьских и октябрьских выпусках), но еще не были проиндексированы PubMed.

Результаты

Оказалось, что работы наших соотечественников были опубликованы в 13 из 30 высокорейтинговых журналов. Всего нами было обнаружено 79 статей (табл. 2). Из 79 статей 19 работ были посвящены исключительно вопросам спортивной медицины (функциональное состояние спортсменов, вопросы тренировочного процесса и т.д.) и не имели совершенно никакого отношения к травматологии и ортопедии. Оставшиеся 60 статей были опубликованы в 8 журналах:

- *Journal of Bone and Joint Surgery. Series A* — 1 статья [5];
- *Journal of Bone and Joint Surgery. Series B (Bone and Joint Journal)* — 1 [6];
- *Clinical Orthopaedics and Related Research* — 19 [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25];
- *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* — 1 [26];

- Spine — 7 работ [27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]; 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56,
- European Spine Journal — 4 [34, 35, 36, 37]; 57, 58, 59, 60, 61];
- International Orthopaedics — 24 [38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61];
- Foot and Ankle International — 3 [62, 63, 64].

Таблица 2

Число публикаций отечественных авторов в отобранных журналах

Ранг	Название журнала	Год*	Число публикаций				Итого
			Вариант запроса				
			Russia	Russian	Soviet	USSR	
1	American Journal of Sports Medicine	1976	0	0	0	0	0
2	Sports Medicine	1984	0	0	0	0	0
3	British Journal of Sports Medicine	1969	4	1	0	0	5
4	Journal of Bone and Mineral Research	1986	2	1**	0	0	2
5	Journal of Bone and Joint Surgery - Series A	1948	1	0	0	0	1
6	Osteoarthritis and Cartilage	1993	0	0	–	–	0
7	Journal of Arthroplasty	1986	0	0	0	0	0
8	Journal of Shoulder and Elbow Surgery	1992	0	0	–	–	0
9	Skeletal Muscle	2011	0	0	–	–	0
10	Medicine and Science in Sports and Exercise	1980	0	0	0	0	0
11	Bone and Joint Journal	1948	1	1**	0	0	1
12	Exercise and Sport Sciences Reviews	1973	0	0	0	0	0
13	Clinical Orthopaedics and Related Research	1963	8	1**	0	11	19
14	Acta Orthopaedica	2005	0	0	–	–	0
15	Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy	1993	1	1**	–	–	1
16	International Journal of Sports Physiology and Performance	2006	1	0	–	–	1
17	Spine	1976	5	2**	0	1	7
18	Journal of Science and Medicine in Sport	1998	1	0	–	–	1
19	Foot and Ankle International	1994	2	3**	–	–	3
20	Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports	1991	3	1**	0	0	3
21	European Spine Journal	1992	3	2**	–	–	4
22	International Orthopaedics	1977	10	20**	0	1	24
23	Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery	1985	0	0	0	0	0
24	Journal of Orthopaedic Trauma	1987	0	0	0	0	0
25	Journal of Athletic Training	1992	0	0	–	–	0
26	Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle	2010	0	0	–	–	0
27	Journal of Clinical Densitometry	1998	0	0	–	–	0
28	The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons	1993	0	0	–	–	0
29	Journal of Strength and Conditioning Research	1993	7	1**	–	–	7
30	Orthopedic Clinics of North America	1970	0	0	0	0	0
Итого:			49	34	0	13	79

* — год, с которого начинаются выпуски журнала по NLM каталогу; ** — статья или некоторые статьи обнаруживаются по двум Affiliation ключам, поэтому итоговая сумма количества статей меньше.

Дальнейший анализ мы проводили исключительно среди этих 60 работ. В структуре тематики публикаций в лидерах находились работы по применению аппаратов внешней фиксации (20 работ), вертебологии и спинальной хирургии (14 работ), детской травматологии, ортопедии и вертебологии (10 работ) и реконструкции при дефектах костей (9 работ) (рис. 1).

Обнаруженные 60 работ травматолого-ортопедического профиля принадлежали перу 158 авторов. Из них 136 (86,0%) авторов имеют авторство только одной работы, 16 (10,1%) авторов имеют в своем портфеле по две публикации, 3 (1,9%) автора — по три публикации, 2 (1,3%) автора по четыре работы, и одному автору (0,6%) принадлежат пять работ (табл. 3).

При анализе распределения публикаций по годам оказалось, что имеет место четыре «волны». Первая «волна» из 13 статей началась в 1989 г. с двух работ Г.А. Илизарова [11, 12] и закончилась в 1991 году. Это была, несомненно, плеяда советских исследований. В 1992 и 1993 гг. не было напечатано ни одной статьи. Вторая «волна» (11 работ) пришлось на 1994–1999 гг. Вероятно, эти публикации можно расценивать как продолжение или развития исследований, начатых в СССР,

или как их результаты. С 2000 по 2005 г. наступило второе затишье без единой публикации. Третья «волна» с 2006 по 2009 г. имела по одной публикации каждый год (итого 4 работы). Это работы В.А. Соколовского, В.П. Волошина и соавторов [56], И.Г. Городецкого, А.И. Городниченко и соавторов [6], В.И. Шевцова и соавторов [55], А.В. Губина и соавторов [29]. Эту волну мы бы охарактеризовали как период научного энтузиазма. С 2010 по 2011 г. опять возникла пауза. В 2012 г. началась четвертая «волна», которая насчитывает уже 32 работы, девять из которых датированы 2018 г. При этом мы надеемся, что не закончившийся 2018 г. порадует нас еще большим числом работ (анализ проводился по состоянию на 17 октября 2018 г.). По числу работ эта четвертая волна получилась самой продуктивной — 53,3% всех публикаций (рис. 2).

В некоторой степени, возможно, на рост числа публикаций повлияла и введенная система наукометрических результатов, когда от коллег попросту требуют, чтобы были статьи. Отрадно, что наши коллеги не идут по пути публикаций в легких журналах, а ставят действительно высокую планку, отправляя работы в высокорейтинговые журналы. Четвертую волну можно назвать ренессансом российской ортопедической науки.

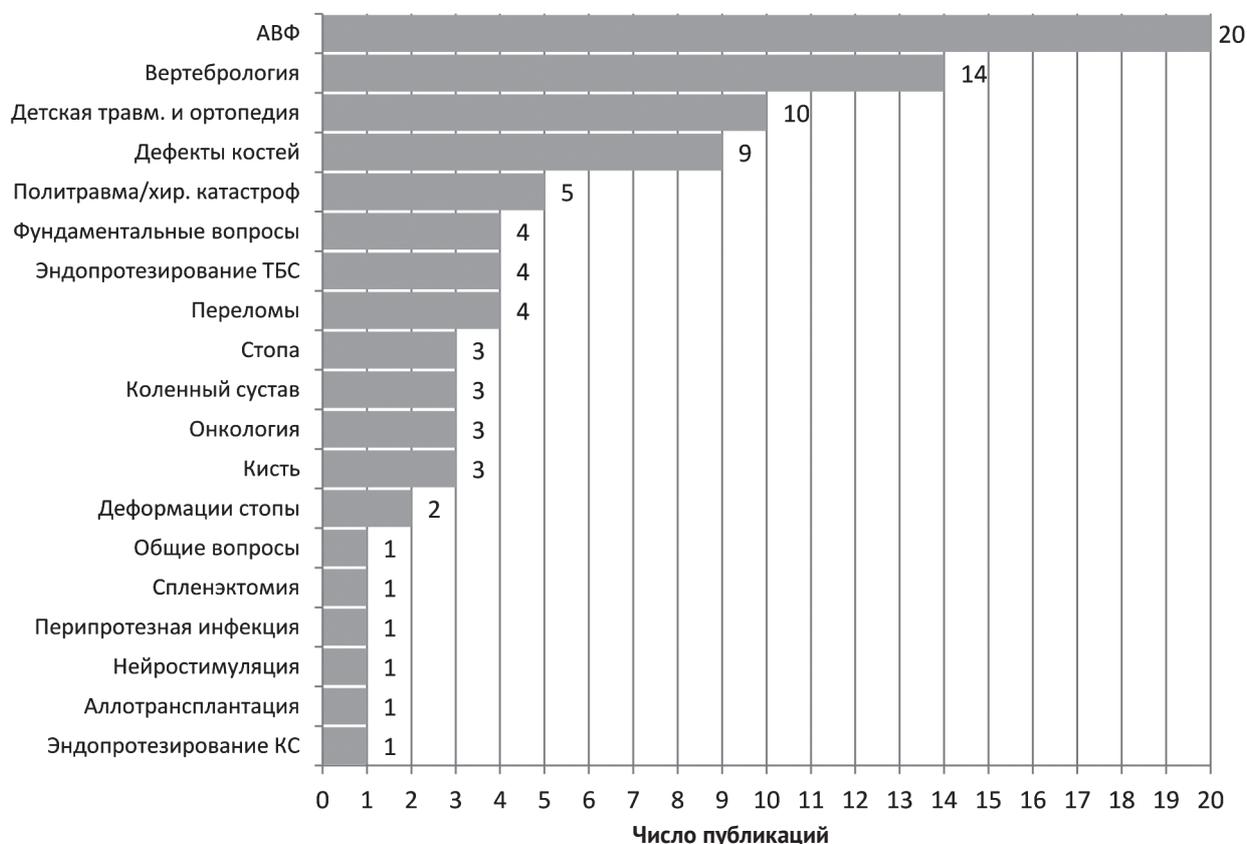


Рис. 1. Распределение статей по тематикам (одна статья могла иметь две и более тематики)

Fig. 1. Distribution of articles by subject (one article could have two or more subjects)

**Авторы, имеющие две и более публикаций
(в порядке убывания количества работ и по алфавиту)**

Автор	Место работы	Город	Публикации
Борзунов Дмитрий Юрьевич	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	38, 39, 40, 41, 43
Губин Александр Вадимович	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	29, 34, 36, 43
Попков Дмитрий Арнольдович	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	50, 51, 52, 62
Илизаров Гавриил Абрамович	Курганский всесоюзный центр восстановительной травматологии и ортопедии	Курган	10, 12
	Местом работы автором указано — академик	—	11
Попков Арнольд Васильевич	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	50, 51, 52
Прудникова Оксана Германовна	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	34, 53, 54
Аранович Анна Майоровна	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	50, 51
Истомина Ирина Сергеевна	Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова	Москва	5, 17
Кешишян Размик Арамович	Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии,	Москва	13, 20
Клюшин Николай Михайлович	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	45, 64
Липина Марина Михайловна	Первый Московский Государственный медицинский университет им И.М. Сеченова	Москва	47
	Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой	Москва	46
Макаров Максим Анатольевич	Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой	Москва	46, 47
Малкова Татьяна Алексеевна	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	43, 45
Мушкин Александр Юрьевич	Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии	СПб	37, 49
Оганесян Оганес Варданович	Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова	Москва	5, 17
Розин Владимир Михайлович	Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии	Москва	13, 20
Соломин Леонид Николаевич	Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена	СПб	57, 63
Тихилов Рашид Муртузалиевич	Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена	СПб	59, 60
Ульрих Эдуард Владимирович	Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет	СПб	29, 36
Чевардин Александр Юрьевич	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	38, 39
Шубняков Игорь Иванович	Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена	СПб	59, 60
Щурова Елена Николаевна	Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова»	Курган	53, 54

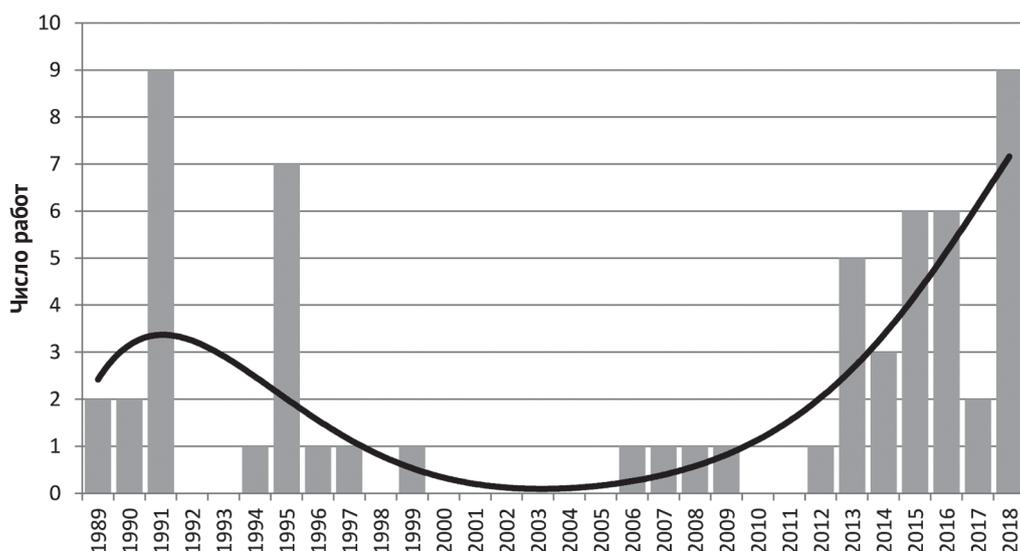


Рис. 2. Распределение числа статей по годам с полиномиальной линией тренда (шестая степень)
Fig. 2. The distribution of the number of articles by year with a polynomial trend line (sixth degree)

Важным показателем любой научной работы является ее цитируемость. Все 60 работ наших соотечественников имеют 499 цитирований в PubMed Central и 6613 цитирований в Google Scholar.

В PubMed Central цитировались 30 (50%) статей из 60, а 30 работ не цитировались ни разу (табл. 4). Некоторые из нецитированных статей опубликованы в четвертой «волне», в частности, в 2018 г. Однако многие работы, опубликованные

в 1990–2009 гг., до сих пор не имеют ни одного цитирования в PubMed Central.

С другой стороны, многие статьи из четвертой «волны», наоборот, имеют хороший старт цитирования, что означает действительный интерес к нашим работам на международной арене. Конечно же, общая доля цитирования свежих статей невелика и значительно отстает от работ Г.А. Илизарова, но так и с момента их публикации прошло не 30 лет.

Таблица 4

Работы, имеющие одно и более цитирований в PubMed Central, в порядке убывания количества цитирований

Авторы (включая зарубежных соавторов)	Год	Номер в списке литературы	Число цитирований	
			Pubmed Central	Google Scholar
Ilizarov G.A.	1989	[12]	167	2525
Ilizarov G.A.	1989	[11]	135	1965
Ilizarov G.A.	1990	[10]	108	1289
Ryzhkov I.I., Borzilov E.E., Churnosov M.I., Ataman A.V., Dedkov A.A., Polonikov A.V.	2013	[31]	11	31
Ezhevskaya A.A., Mlyavykh S.G., Anderson D.G.	2013	[28]	7	50
Gubin A.V., Borzunov D.Y., Malkova T.A.	2013	[43]	7	47
Keshishyan R.A., Rozinov V.M., Malakhov O.A., Kuznetsov L.E., Strunin E.G., Chogovadze G.A., Tsukanov V.E.	1995	[13]	6	61
Zatsepin S.T., Burdygin V.N.	1994	[24]	6	45
Popkov A., Aranovich A., Popkov D.	2015	[51]	6	21
Borzunov D.Y.	2012	[41]	5	36

Авторы (включая зарубежных соавторов)	Год	Номер в списке литературы	Число цитирований	
			Pubmed Central	Google Scholar
Gerasimov A.M., Toporova S.M., Furtseva L.N., Berezhnoy A.P., Vilensky E.V., Alekseeva R.I.	1991	[9]	4	39
Mushkin A.Y., Kovalenko K.N.	1999	[49]	4	37
Gorodetskiy I.G., Gorodnichenko A.I., Tursin P.S., Reshetnyak V.K., Uskov O.N.	2007	[6]	4	34
Shevtsov V.I., Danilkin M.Y.	2008	[55]	4	31
Novikov K.I., Subramanyam K.N., Muradisino S.O., Novikova O.S., Kolesnikova E.S.	2014	[16]	3	24
Borzunov D.Y., Chevardin A.V.	2013	[38]	3	15
Borzunov D.Y., Chevardin A.Y., Mitrofanov A.I.	2016	[39]	3	10
Toroptsova N.V., Benevolenskaya L.I., Karyakin A.N., Sergeev I.L., Erdesz S.	1995	[32]	2	101
Solomin L.N., Paley D., Shchepkina E.A., Vilensky V.A., Skomoroshko P.V.	2014	[57]	2	19
Sokolovski V.A., Voloshin V.P., Aliev M.D., Zubikov V.S., Saravanan S.A., Martynenko D.V., Nisichenko D.V., Strelnikov K.N.	2006	[56]	2	17
Oganesyan O.V., Istomina I.S., Kuzmin V.I.	1996	[5]	1	46
Bakhtadze M.A., Vernon H., Zakharova O.B., Kuzminov K.O., Bolotov D.A.	2015	[27]	1	14
Azolov V.V., Aleinikov A., Keilmann V.K., Kaiumov Y.	1995	[7]	1	9
Gudushauri O.H., Tvaliashvili L.A.	1991	[44]	1	7
Tikhilov R., Shubnyakov I., Burns S., Shabrov N., Kuzin A., Mazurenko A., Denisov A.	2016	[60]	1	3
Tikhilov R., Bozhkova S., Denisov A., Labutin D., Shubnyakov I., Razorenov V., Artyukh V., Klitsenko O.	2016	[59]	1	10
Barbier D., Neretin A., Journeau P., Popkov D.	2015	[62]	1	6
Popkov A., Aranovich A., Popkov D.	2015	[50]	1	4
Prudnikova O.G., Shchurova E.N.	2016	[53]	1	2
Popkov D., Popkov. A.	2016	[52]	1	1
Итого			499	6499

В Google Scholar цитировались 46 (76,7%) работ из 60. Все работы, которые имели хотя бы одно цитирование в PubMed Central, имели цитирования в Google Scholar. Те работы, которые имели хотя бы одно цитирование в PubMed Central, имели 6499 цитирований в Google Scholar. Таким образом, получилось 16 работ, которые не процитированы в PubMed Central, но имели цитирования в Google Scholar (114 цитирование).

На сегодняшний день три работы Г.А. Илизарова [10, 11, 12] дали 82,2% всех цитирований статей соотечественников. При построении графика корреляции года публикации и числа цитирований в PubMed Central преобладание цитирований работ Г.А. Илизарова значительно искажает математическую картину (рис. 3).

Для наглядности анализа мы исключили, как бы это кощунственно не звучало, три работы Г.А. Илизарова [10, 11, 12].

Оказалось, что четвертая «волна» публикаций, начавшаяся в 2013 г., характеризуется весьма приличными показателями цитируемости — уже сейчас эти показатели лучше, чем у работ первой, второй и третьей «волн». Пока преимущества показателя цитируемости четвертой «волны» над предыдущими (коэффициент Пирсона 0,4513, положительный) статистически не значимы ($p = 0.739$, рис. 4). Но ведь прошло так мало времени, поэтому можно уверенно надеяться на то, что работы наших коллег еще найдут достойные цитирования.

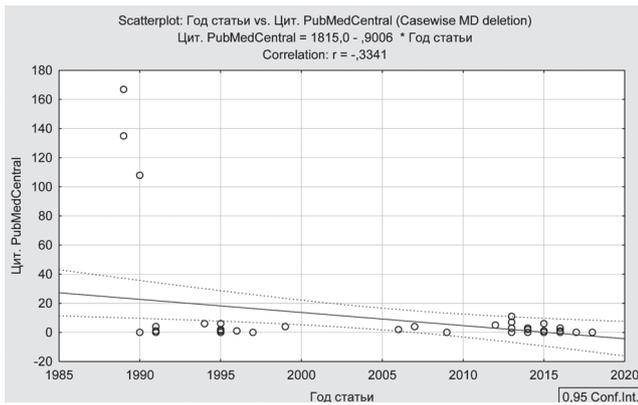


Рис. 3. Корреляция числа цитирований и года публикации

Fig. 3. Correlation of the number of citations and year of publication

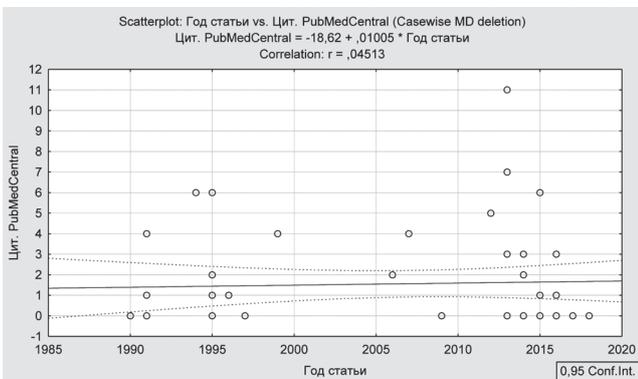


Рис. 4. Корреляция числа цитирований и года публикации без учета трех работ Г.А. Илизарова [10–12]

Fig. 4. Correlation of the number of citations and year of publication omitting the three articles of G.A. Ilizarov [10–12]

Заключение

Используемый нами Scimago Journal & Country Rank, с одной стороны, позволил отобрать действительно современные высокорейтинговые журналы, но, с другой стороны, в рейтинг вошли в основном «молодые» журналы, начавшие свою работу в 1980–1990 гг. Это, вероятно, исключило возможные публикации соотечественников, если они были сделаны в зарубежной печати до 1989 г. в тех журналах, которые были популярны на тот момент.

Еще один не зависящий от нас недостаток — единая рубрика для журналов, объединяющая тематики «ортопедия» и «спортивная медицина». Журналы по спортивной медицине часто публикуют и истинно ортопедические статьи, а границы между этими двумя специальностями за рубежом не столь очевидны. Однако примененный нами фильтр исключил ряд ортопедических журналов

(Knee — 31 место в рейтинге, Injury — 53 место, Foot and Ankle Surgery — 101 место и т.д.).

Как и ожидалось, доля публикаций из нашей страны в зарубежной печати весьма невелика, хоть мы и не проводили специфический анализ по этому вопросу. Для этого есть целый ряд причин, начиная от сложностей с английским языком и заканчивая претензиями к дизайну исследований.

Мы выяснили, что имели место четыре «волны» публикаций. Причем текущая четвертая «волна» весьма продуктивна как по количеству публикаций, так и по их цитируемости. Наши работы действительно интересны! С другой стороны, число публикаций все еще мало, и хочется, чтобы эта ситуация исправлялась не только благодаря введению наукометрических показателей отчетности, но и научному энтузиазму.

Лидерами среди учреждений оказались: Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова», Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии. В четвертой волне публикаций представлены работы только из первых двух учреждений.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Решетов И.В., Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Шубняков И.И. Научная специальность «травматология и ортопедия» в 2017 г.: Анализ выполненных диссертаций. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):9-18. DOI:10.21823/2311-2905-2018-24-3-9-18. Reshetov I.V., Tikhilov R.M., Kochish A.Yu., Shubnyakov I.I. [Traumatology and Orthopedics Research Speciality in 2017: Dissertations Analysis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):9-18. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-9-18.
2. Середа А.П. Комментарий к статье И.В. Решетова с соавторами «Научная специальность „травматология и ортопедия“ в 2017 г.: анализ диссертаций». *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):19-21. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-19-21. Sereda A.P. Comment on the article Reshetov I.V. et al. [Traumatology and Orthopedics Research Speciality in 2017: Dissertations Analysis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):19-21. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-19-21.
3. Kim S.H., Cho W.S., Joung H.Y., Choi Y.E., Jung M. Perfusion of the Rotator Cuff Tendon According to the Repair Configuration Using an Indocyanine Green Fluorescence Arthroscope: A Preliminary Report. *Am J Sports Med*. 2017;45(3):659-665. DOI: 10.1177/0363546516669778.

4. Wilhelm E.N., Mourot L., Rakobowchuk M. Exercise-Derived Microvesicles: A Review of the Literature. *Sports Med.* 2018;48(9):2025-2039. DOI: 10.1007/s40279-018-0943-z.
5. Oganessian O.V., Istomina I.S., Kuzmin V.I. Treatment of equinovarus deformity in adults with the use of a hinged distraction++ apparatus. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(4):546-556.
6. Gorodetskiy I.G., Gorodnichenko A.I., Tursin P.S., Reshetnyak V.K., Uskov O.N. Non-invasive interactive neurostimulation in the post-operative recovery of patients with a trochanteric fracture of the femur. A randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(11):1488-1494.
7. Azolov V.V., Aleinikov A., Keilmann V.K., Kaiumov Y. Tactics and general principles in the treatment of polytraumatized disaster victims. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):11-15.
8. Cherkes-Zade D.I. Osteoplastic correction of the pelvic ring in old injuries of the sacroiliac and pubic joints aggravated by a large divergence of the pubic symphysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(266):19-22.
9. Gerasimov A.M., Toporova S.M., Furtseva L.N., Berezhnoy A.P., Vilensky E.V., Alekseeva R.I. The role of lysosomes in the pathogenesis of unicameral bone cysts. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(266):53-63.
10. Ilizarov G.A. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(250):8-26.
11. Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(239):263-285.
12. Ilizarov G.A. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(238):249-281.
13. Keshishyan R.A., Rozinov V.M., Malakhov O.A., Kuznetsov L.E., Strunin E.G., Chogovadze G.A., Tsukanov V.E. Pelvic polyfractures in children. Radiographic diagnosis and treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):28-33.
14. Mattis E.R. The current state of traumatology and orthopedics. *Clin Orthop Relat Res.* 1991 May;(266):23-6.
15. Nazarenko G.I., Mironov N.P. Forecasting of the course and outcome of shock in severe mechanical traumas. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(266):27-33.
16. Novikov K.I., Subramanyam K.N., Muradisinov S.O., Novikova O.S., Kolesnikova E.S. Cosmetic lower limb lengthening by Ilizarov apparatus: what are the risks? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(11):3549-3556. DOI: 10.1007/s11999-014-3782-8.
17. Oganessian O.V., Istomina I.S. Talipes equinovarus deformities corrected with the aid of a hinged-distraction apparatus. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(266):42-50.
18. Omelianenko N.P. A quantitative analysis of the ultrastructural organization of extracellular components in human articular cartilage. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(266):34-41.
19. Onoprienko G.A., Buatchidze O.Sh., Sukhonenko V.M. Treatment of neglected complicated multiple musculoskeletal injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):24-27.
20. Rozinov V.M., Savel'ev S.B., Keshishyan R.A., Samoilov V.D., Belyaeva O.A., Pligina E.G., Ryabinskaya G.V. Organ-sparing treatment for closed spleen injuries in children. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):34-39.
21. Sarkisyan A.G. Microsurgery in hand and forearm reconstructive surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(266):51-52.
22. Shaposhnikov Y.G., Kesyan G.A., Kondrat'eva I.E. New concepts of the pathogenesis in the healing process of gunshot wounds. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):40-42.
23. Trapeznikov N.N., Amiraslanov A.T. IIB osteosarcoma. Current management and survival statistics in the USSR. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;(270):107-112.
24. Zatselin S.T., Burdygin V.N. Replacement of the distal femur and proximal tibia with frozen allografts. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(303):95-102.
25. Zhuravlev S.M., Novikov P.E., Theodoridis C.A. Mortality caused by polytrauma. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):43-45.
26. Kornilov N., Lindberg M.F., Gay C., Saraev A., Kuliaba T., Rosseland L.A., Lerdal A. Higher physical activity and lower pain levels before surgery predict non-improvement of knee pain 1 year after TKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(6):1698-1708. DOI: 10.1007/s00167-017-4713-5.
27. Bakhtadze M.A., Vernon H., Zakharova O.B., Kuzminov K.O., Bolotov D.A. The Neck Disability Index-Russian Language Version (NDI-RU): A Study of Validity and Reliability. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015 15;40(14):1115-1121. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000880.
28. Ezhevskaya A.A., Mlyavykh S.G., Anderson D.G. Effects of continuous epidural anesthesia and postoperative epidural analgesia on pain management and stress response in patients undergoing major spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(15):1324-1330. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318290ff26.
29. Gubin A.V., Ulrich E.V., Taschilkin A.I., Yalimov A.N. Etiology of child acute stiff neck. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(18):1906-1909. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181abbf3d.
30. Lukina E., Kollerov M., Meswania J., Wertheim D., Mason P., Wagstaff P., Laka A., Noordeen H., Yoon W.W., Blunn G. Analysis of retrieved growth guidance sliding LSZ-4D devices for early onset scoliosis and investigation of the use of nitinol rods for this system. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015;40(1):17-24. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000660.
31. Ryzhkov I.I., Borzilov E.E., Churnosov M.I., Ataman A.V., Dedkov A.A., Polonikov A.V. Transforming growth factor beta 1 is a novel susceptibility gene for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(12):E699-704. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31828de9e1.
32. Toroptsova N.V., Benevolenskaya L.I., Karyakin A.N., Sergeev I.L., Erdesz S. «Cross-sectional» study of low back pain among workers at an industrial enterprise in Russia. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20(3):328-332.
33. Voronovich I.R., Dulub O.I., Nikolayev V.N., Selkov J.I. A variant of severe deformation of the thoracic spine with favorable neurologic outcome. *Spine (Phila Pa 1976).* 1990;15(8):833-834.
34. Gubin A.V., Prudnikova O.G., Subramanyam K.N., Burtsev A.V., Khomchenkov M.V., Mundargi A.V. Role of closed drain after multi-level posterior spinal surgery in adults: a randomised open-label superiority trial. *Eur Spine J.* 2018 Oct 11. DOI: 10.1007/s00586-018-5791-x. [Epub ahead of print].
35. Lvov I., Grin A., Kaykov A., Smirnov V., Krylov V. Anterior transarticular C1-C2 fixation with contralateral screw insertion: a report of two cases and technical note. *Eur Spine J.* 2018;27 (Suppl 3):347-352. DOI: 10.1007/s00586-017-5257-6.
36. Mushkin A.Y., Gubin A.V., Ulrich E.V., Snischuk V.P. A case study of occipital outgrowth: a rare suboccipital abnormality. *Eur Spine J.* 2016;25 (Suppl 1):198-203. DOI: 10.1007/s00586-016-4389-4.
37. Mushkin A.Y., Naumov D.G., Evseev V.A. Multilevel spinal reconstruction in pediatric patients under 4 years old with non-congenital pathology (10-year single-center cohort study). *Eur Spine J.* 2018 Sep 7. DOI: 10.1007/s00586-018-5756-0. [Epub ahead of print].

38. Borzunov D.Y., Chevardin A.V. Ilizarov non-free bone plasty for extensive tibial defects. *Int Orthop.* 2013;37(4):709-14. DOI: 10.1007/s00264-013-1799-3.
39. Borzunov D.Y., Chevardin A.Y., Mitrofanov A.I. Management of congenital pseudarthrosis of the tibia with the Ilizarov method in a paediatric population: influence of aetiological factors. *Int Orthop.* 2016;40(2):331-339. DOI: 10.1007/s00264-015-3029-7.
40. Borzunov D.Y., Shastov A.L. Mechanical solutions to salvage failed distraction osteogenesis in large bone defect management. *Int Orthop.* 2018 Jun 23. DOI: 10.1007/s00264-018-4032-6.
41. 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.
42. Goncharov E.N., Koval O.A., Bezuglov E.N., Goncharov N.G. Anatomical features and significance of the anterolateral ligament of the knee. *Int Orthop.* 2018 Jul 3. DOI: 10.1007/s00264-018-4049-x. [Epub ahead of print].
43. Gubin A.V., Borzunov D.Y., Malkova T.A. The Ilizarov paradigm: thirty years with the Ilizarov method, current concerns and future research. *Int Orthop.* 2013;37(8):1533-1539. DOI: 10.1007/s00264-013-1935-0.
44. Gudushauri O.H., Tvaliashvili L.A. Local epidermoplasty for syndactyly. *Int Orthop.* 1991;15(1):39-43.
45. Kliushin N.M., Ermakov A.M., Malkova T.A. Chronic periprosthetic hip infection: micro-organisms responsible for infection and re-infection. *Int Orthop.* 2017;41(6):1131-1137. DOI: 10.1007/s00264-016-3341-x.
46. Lipina M., Makarov M., Makarov S., Novikov A. The degree of cartilage degradation assessed by serum biomarker levels changes after arthroscopic knee synovectomy in rheumatoid arthritis patients. *Int Orthop.* 2017;41(11):2259-2264. DOI: 10.1007/s00264-017-3654-8.
47. Lipina M., Makarov M., Mukhanov V., Karpashevich A., Maglevaniy S., Amirdjanova V., Archipov S. Arthroscopic synovectomy of the knee joint for rheumatoid arthritis. *Int Orthop.* 2018 Oct 3. DOI: 10.1007/s00264-018-4160-z. [Epub ahead of print].
48. Makhson A. Extralesional resection for tumours of the pelvic bones. *Int Orthop.* 1997;21(1):41-45.
49. Mushkin A.Y., Kovalenko K.N. Neurological complications of spinal tuberculosis in children. *Int Orthop.* 1999;23(4):210-212.
50. Popkov A., Aranovich A., Popkov D. Prevention of recurrence of tibia and ankle deformities after bone lengthening in children with type II fibular hemimelia. *Int Orthop.* 2015;39(7):1365-1370. DOI: 10.1007/s00264-015-2752-4.
51. Popkov A., Aranovich A., Popkov D. Results of deformity correction in children with X-linked hereditary hypophosphatemic rickets by external fixation or combined technique. *Int Orthop.* 2015;39(12):2423-2431. DOI: 10.1007/s00264-015-2814-7.
52. Popkov D., Popkov A. Progressive lengthening of short congenital forearm stump in children for prosthetic fitting. *Int Orthop.* 2016;40(3):547-554. DOI: 10.1007/s00264-015-3112-0.
53. Prudnikova O.G., Shchurova E.N. Operative management of high-grade dysplastic L5 spondylolisthesis with the use of external transpedicular fixation: advantages and drawbacks. *Int Orthop.* 2016;40(6):1127-1133. DOI: 10.1007/s00264-016-3166-7.
54. Prudnikova O.G., Shchurova E.N. Surgical correction of severe spinal deformities using a staged protocol of external and internal techniques. *Int Orthop.* 2018;42(2):331-338. DOI: 10.1007/s00264-017-3738-1.
55. Shevtsov V.I., Danilkin M.Y. Application of external fixation for management of hand syndactyly. *Int Orthop.* 2008;32(4):535-539.
56. Sokolovski V.A., Voloshin V.P., Aliev M.D., Zubikov V.S., Saravanan S.A., Martynenko D.V., Nisichenko D.V., Strelnikov K.N. Total hip replacement for proximal femoral tumours: our midterm results. *Int Orthop.* 2006;30(5):399-402.
57. Solomin L.N., Paley D., Shchepkina E.A., Vilensky V.A., Skomoroshko P.V. A comparative study of the correction of femoral deformity between the Ilizarov apparatus and Ortho-SUV Frame. *Int Orthop.* 2014;38(4):865-872. DOI: 10.1007/s00264-013-2247-0.
58. Stupina T.A., Shchudlo M.M., Shchudlo N.A., Stepanov M.A. Histomorphometric analysis of knee synovial membrane in dogs undergoing leg lengthening by classic Ilizarov method and rapid automatic distraction. *Int Orthop.* 2013;37(10):2045-2050. DOI: 10.1007/s00264-013-1919-0.
59. Tikhilov R., Bozhkova S., Denisov A., Labutin D., Shubnyakov I., Razorenov V., Artyukh V., Klitsenko O. Risk factors and a prognostic model of hip periprosthetic infection recurrence after surgical treatment using articulating and non-articulating spacers. *Int Orthop.* 2016;40(7):1381-1387. DOI: 10.1007/s00264-015-3072-4.
60. Tikhilov R., Shubnyakov I., Burns S., Shabrov N., Kuzin A., Mazurenko A., Denisov A. Experimental study of the installation acetabular component with uncoverage in arthroplasty patients with severe developmental hip dysplasia. *Int Orthop.* 2016;40(8):1595-1599. DOI: 10.1007/s00264-015-2951-z.
61. Zagorodny N., Nikolaev I., Nuzhdin V., Kagramanov S. Prospective cohort study of six hundred and sixty four revisions of loose failed acetabular implants. *Int Orthop.* 2014;38(10):2021-2025. DOI: 10.1007/s00264-014-2396-9.
62. Barbier D., Neretin A., Journeau P., Popkov D. Gradual metatarsal lengthening by external fixation: a new classification of complications and a stable technique to minimize severe complications. *Foot Ankle Int.* 2015;36(11):1369-1377. DOI: 10.1177/1071100715593373.
63. Boychenko A.V., Solomin L.N., Parfeyev S.G., Obukhov I.E., Belokrylova M.S., Davidov D.V. Efficacy of bilateral simultaneous hallux valgus correction compared to unilateral. *Foot Ankle Int.* 2015;36(11):1339-1343. DOI: 10.1177/1071100715589174.
64. Kliushin N.M., Sudnitsyn A.S., Subramanyam K.N., George J. Management of neurologic deformity of the ankle and foot with concurrent osteomyelitis with the Ilizarov method. *Foot Ankle Int.* 2018;39(2):226-235. DOI: 10.1177/1071100717739396.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Середа Андрей Петрович — д-р мед. наук, заместитель руководителя Федерального медико-биологического агентства России, Москва

Андреанова Марина Александровна — канд. тех. наук, консультант управления здравоохранения и промышленной медицины, Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Andrey P. Sereda — Dr. Sci. (Med.), deputy head of Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Marina A. Andrianova — Cand. Sci. (Eng.), consultant of the Department of Health and Industrial Medicine, Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей

С.А. Божкова¹, А.Р. Касимова^{1,2}, Р.М. Тихилов^{1,3}, Е.М. Полякова¹, А.Н. Рукина¹, В.В. Шабанова¹, В.Н. Ливенцов¹

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

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Остеомиелит до настоящего времени остается одним из самых трудноизлечимых заболеваний. Характер возбудителя и его резистентность к антибиотикам значимо влияют на исход и стоимость лечения. **Цель исследования** — выявить динамику спектра и резистентности к антибиотикам ведущих возбудителей ортопедической имплантат-ассоциированной инфекции за период 2012–2017 гг. **Материал и методы.** Ретроспективно проанализирована структура возбудителей, выделенных из очага инфекции от 2774 пациентов с перипротезной инфекцией и хроническим остеомиелитом. Была изучена резистентность к антибиотикам ведущих возбудителей, которые занимали в видовой структуре более 4%. Сравнительный анализ изменения спектра возбудителей и антибиотикорезистентности проводили по периодам 2012–2013, 2014–2015 и 2016–2017 гг. Эпидемиологический анализ выполняли в программе «Система микробиологического мониторинга «Микроб-2». Статистическая обработка полученных данных выполнялась с применением Z-критерия. **Результаты.** От 2774 пациентов с ортопедической инфекцией было выделено 4359 штаммов, в структуре которых 73,5% занимали *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* sp. и представители сем. Enterobacteriaceae. В 27% случаях были идентифицированы микроорганизмы других видов. Микробные ассоциации идентифицированы в 19,4% случаев. В структуре ведущих грамположительных возбудителей выявлено значительное снижение частоты выделения *S. aureus*, при этом существенно возросла доля *S. epidermidis*. Среди ведущих грамотрицательных патогенов выявлено значимое увеличение доли представителей сем. Enterobacteriaceae, на фоне уменьшения доли *Acinetobacter* sp. и *P. aeruginosa*. Уровень резистентности MSSA к исследуемым антибиотикам колебался от 0,1 до 8,8%, для MSSE разброс составил от 1,9 до 16,7%. Установлена негативная динамика роста резистентности неферментирующих бактерий. При этом штаммы *Acinetobacter* sp. демонстрировали большую устойчивость к тестируемым антибиотикам в сравнении с *P. aeruginosa*. **Заключение.** Установлено увеличение роли *S. epidermidis* и *K. pneumoniae* в этиологии ортопедической инфекции. Выявленный рост устойчивости микробных возбудителей к большинству тестируемых и применяемых антибиотиков следует учитывать при назначении эмпирической антибактериальной терапии. Крайне высокая частота резистентности грамотрицательных бактерий к цефалоспорином и фторхинолонам исключает возможность их эмпирического применения, что требует введения карбапенемов в стартовые схемы терапии. Высокая устойчивость к фторхинолонам ограничивает возможности пероральной антибактериальной терапии у пациентов с перипротезной инфекцией.

Ключевые слова: перипротезная инфекция, остеомиелит, ведущие возбудители, устойчивость к антибиотикам.

Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В., Ливенцов В.Н. Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):20-31. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.

Cite as: Bozhkova S.A., Kasimova A.R., Tikhilov R.M., Polyakova E.M., Rukina A.N., Shabanova V.V., Liventsov V.N. . [Adverse Trends in the Etiology of Orthopedic Infection: Results of 6-Year Monitoring of the Structure and Resistance of Leading Pathogens.]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4): 20-31. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.

✉ Касимова Алина Рашидовна / Alina R. Kasimova; e-mail: arkasimova@rniito.ru

Рукопись поступила/Received: 04.09.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 05.10.2018.

Adverse Trends in the Etiology of Orthopedic Infection: Results of 6-Year Monitoring of the Structure and Resistance of Leading Pathogens

S.A. Bozhkova¹, A.R. Kasimova^{1,2}, R.M. Tikhilov^{1,3}, E.M. Polyakova¹, A.N. Rukina¹, V.V. Shabanova¹, V.N. Liventsov¹

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

² Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

³ Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Osteomyelitis remains one of the most intractable diseases. The nature of the pathogen and its resistance to antibiotics significantly affect the outcome and cost of treatment. **The aim of the study:** to analyze the dynamics of the spectrum and antibiotic resistance of the leading pathogens of orthopedic infection for the period 2012–2017. **Material and methods.** The structure of pathogens isolated from the focus of infection from 2774 patients with periprosthetic infection and chronic osteomyelitis was retrospectively analyzed. Antibiotic resistance of the leading pathogens that occupied more than 4% in the species structure was studied. Comparative analysis of changes in the spectrum of pathogens and antibiotic resistance was carried out for the periods 2012–2013, 2014–2015 and 2016–2017. Epidemiological analysis was performed in the program „microbiological monitoring system” Microbe-2. Statistical processing of the obtained data was carried out using the Z-criterion. **Results.** From 2774 patients with orthopedic infection have been isolated 4359 strains, in the structure of which about 73.5% were occupied by *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter sp.* representatives of the family Enterobacteriaceae. In 27% of the cases, microorganisms of other species were identified. Microbial associations were identified in 19.4% of cases. In the structure of the leading Gram(+) pathogens, a significant decrease in the incidence of *S. aureus* was detected, while the share of *S. epidermidis* increased significantly. Among the leading Gram(-) microorganisms, a significant increase in the proportion of representatives of the fam. Enterobacteriaceae was found, against the background of a decrease in the share of *Acinetobacter sp.* and *P. aeruginosa*. The level of resistance of MSSA to the studied antibiotics ranged from 0.1 to 8.8%, for MSSE the spread was from 1.9 to 16.7%. Negative dynamics of growth of resistance of non-fermenting bacteria is established. The strains of *Acinetobacter sp.* demonstrated greater resistance to tested antibiotics in comparison with *P. aeruginosa*. **Conclusion.** An increase in the role of *S. epidermidis* and *K. pneumoniae* in the etiology of orthopedic infection was established. The revealed increase in the resistance of microbial pathogens to most tested and used antibiotics should be taken into account in the appointment of empirical antibiotic therapy. The extremely high frequency of resistance of gram-negative bacteria to cephalosporins and fluoroquinolones excludes the possibility of their empirical use, which requires the management of carbapenems in the starting treatment regimens. High resistance to fluoroquinolones limits the ability of oral antibiotic therapy in patients with periprosthetic infection.

Keywords: periprosthetic infection, osteomyelitis, leading pathogens, antibiotic resistance.

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

Funding: the study was done in accordance with the government order.

Введение

Несмотря на то, что первое описание инфекции костей было дано еще в эпоху Гиппократ, остеомиелит до настоящего времени остается одним из наиболее трудноизлечимых заболеваний. Возрастающая медико-социальная значимость этой патологии во многом определяется увеличением числа ортопедических операций с использованием имплантатов. Нельзя не упомянуть в этой связи и увеличение количества операций по эндопротезированию крупных суставов [1–3]. Первичное тотальное эндопротезирование (ЭП) тазобедренного и коленного суставов является одной из наиболее распространенных операций

в ортопедической хирургии. Прогнозируется, что спрос на эти вмешательства значительно возрастет в ближайшие два десятилетия [4, 5]. Одним из самых разрушительных осложнений эндопротезирования является глубокая инфекция области хирургического вмешательства — перипротезная инфекция (ППИ), являющаяся частным случаем имплантат-ассоциированной инфекции (ИАИ). Развитие этого осложнения значительно увеличивает срок госпитализации, приводит к дополнительным финансовым расходам на лечение, в ряде случаев заканчивается хронизацией инфекционного процесса и развитием остеомиелита. В настоящее время исследователи отмечают, что на долю

инфекции приходится 15% в спектре причин ревизионного эндопротезирования крупных суставов [6], а в структуре ранних ревизий тазобедренного сустава этот показатель достигает 64% [7], в то время как частота развития перипротезной инфекции после первичных операций составляет менее 2%.

Золотистый стафилококк и коагулазонегативные стафилококки (КНС) более чем в половине случаев являются причинами ИАИ, грамотрицательные бактерии (Грам(-)) ответственны за 5–23% случаев ортопедической инфекции, особенно среди пожилых людей [8–10]. Патогенез инфекции, обусловленный грамотрицательными и грамположительными (Грам(+)) патогенами, связан с формированием биопленок на компонентах эндопротеза, которые защищают бактерии от противомикробных агентов и иммунной системы хозяина [11]. Известно, что клинические исходы инфекций протезированного сустава, вызванные Грам(-) бактериями, менее благоприятны [12–14]. Выделение устойчивых к антибиотикам штаммов Грам(-) бактерий от пациентов с перипротезной инфекцией также вызывает серьезную озабоченность. Например, наличие у возбудителей резистентности к фторхинолонам при острой ППИ связано с неуспешной санацией и необходимостью удаления эндопротеза [15].

Мониторинг возбудителей инфекции и их антибиотикочувствительности является одним из основных инструментов, позволяющих своевременно корректировать схемы эмпирической антибактериальной терапии, разрабатывать меры по сдерживанию резистентности и контролировать их эффективность.

Цель исследования — выявить динамику спектра и резистентности к антибиотикам ведущих возбудителей ортопедической имплантат-ассоциированной инфекции за период 2012–2017 гг.

Материал и методы

Выполнен ретроспективный анализ этиологической структуры с определением спектра ведущих возбудителей ИАИ у 2774 пациентов, находившихся на лечении в отделении гнойной хирургии РНИИТО им. Р.Р. Вредена по поводу перипротезной инфекции (73,5%) и хронического послеоперационного и посттравматического остеомиелита (26,5%) с 1 января 2012 по 31 декабря 2017 г. Положительный рост микроорганизмов был получен в 68,7% случаев.

К ведущим возбудителям относили микроорганизмы, доля которых в видовой структуре составила более 4%. Проанализированы антибиотикограммы штаммов ведущих возбудителей ИАИ, выделенных из тканевых биоптатов, аспиратов и удаленных металлоконструкций (эндопротезов, винтов, пластин, цементных спейсеров и др.).

Штаммы бактерий с идентичной фенотипической чувствительностью к антибиотикам, выделенные из разных биологических материалов от одного пациента, учитывались однократно.

Идентификацию возбудителей осуществляли в соответствии со стандартными ручными методиками, принятыми в лаборатории, а также проводили автоматическую идентификацию на панелях Microplate (Erba Lachema) с помощью iEMS Reader MF (Labsystems, Финляндия). Определение чувствительности к антибиотикам проводили диск-диффузионным методом с использованием агара Мюллера-Хинтона (Oxoid, Великобритания), дисков с антибиотиками (Oxoid, Великобритания), а также методом минимальных ингибирующих концентраций с помощью E-тестов (Oxoid, Великобритания) и автоматического анализатора VITEK 2 Compact (BioMerieux, Франция). Оценка чувствительности к антибиотикам проводили в соответствии с критериями EUCAST (2012–2017 гг.). Сравнительный анализ изменения спектра возбудителей и антибиотикорезистентности проводили по периодам 2012–2013, 2014–2015 и 2016–2017 гг.

Эпидемиологический анализ результатов исследования выполняли с применением программы «Система микробиологического мониторинга „Микроб-2“» (МедПроект-3, 2002–2016); статистическую обработку — с помощью MS Office Excel 2007 (Microsoft, США).

Для статистического анализа полученных данных был использован Z-критерий стандартного нормального распределения для оценки разности между долями.

Результаты

За изученный период от 2774 пациентов с ортопедической инфекцией было выделено 4359 штаммов, в структуре которых 73,5% ($n = 3205$) занимали *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* sp. и представители сем. Enterobacteriaceae: *K. pneumoniae*, *E. coli* и *E. cloacae*, которые и были отнесены к ведущим возбудителям. В 27% случаях были идентифицированы микроорганизмы других видов. Микробные ассоциации (комбинация от 2 до 4 возбудителей) принимали участие в этиологии инфекции в 19,4% случаев.

В структуре ведущих Грам(+) возбудителей ИАИ выявлено значительное ($p < 0,01$) снижение частоты выделения *S. aureus* с 34,5% в 2012–2013 гг. до 28,6% в 2016–2017 гг., в том числе ($p < 0,05$) и метициллинорезистентных штаммов (MRSA) (рис. 1).

При этом существенно ($p < 0,01$) возросла доля *S. epidermidis* — с 18,4% до 22,5%, однако рост частоты выделения метициллинорезистентных изолятов (MRSE) был незначительным. В период 2016–2017 гг. штаммы, устойчивые к мети-

циллину (MR), составили 16,4 и 62,7% от *S. aureus* и *S. epidermidis* соответственно. Существенных изменений в динамике доли энтерококков не было установлено, данный показатель составил для *E. faecalis* 4,9–4,4% в течение всего периода наблюдения.

При анализе структуры ведущих Грам(-) патогенов обращает на себя внимание значимое ($p < 0,05$) увеличение доли представителей сем. Enterobacteriaceae: с 6,6% в 2012–2013 гг. до 8,7% в 2016–2017 гг. на фоне существенного уменьшения доли *Acinetobacter* sp. и тенденции к снижению доли *P. aeruginosa* (рис. 2).

Видовой анализ позволил выявить статистически значимый рост ($p < 0,01$) доли *K. pneumoniae* с 46,9 до 63,8% и снижение доли *E. cloacae* с 36,7 до 12,6% в спектре ведущих представителей сем. Enterobacteriaceae (табл. 1).

Сравнительный анализ антибиотикограмм изолятов стафилококков, чувствительных и устойчивых к метициллину, показал, что последние, вне

зависимости от видовой принадлежности, характеризуются высокой перекрестной резистентностью к большинству тестируемых антибиотиков (табл. 2). Уровень резистентности штаммов MSSA к исследуемым антибиотикам был в целом невысок и колебался от 0,1 до 8,8%, для изолятов MSSE разброс данного показателя составил от 1,9 до 16,7%. Вне зависимости от чувствительности к метициллину среди *S. epidermidis* в сравнении с *S. aureus* существенно чаще ($p < 0,05$) встречались изоляты резистентные к гентамицину, фторхинолонам, ко-тримоксазолу, эритромицину, клиндамицину и фузидиевой кислоте. Кроме того, изоляты MSSE значимо ($p < 0,05$) чаще MSSA демонстрировали устойчивость к рифампицину и тетрациклину.

Штаммов стафилококков, устойчивых к ванкомицину и линезолиду, за период наблюдения выявлено не было. Помимо указанных антибиотиков наиболее активными в отношении MR-штаммов были фузидиевая кислота и фосфомицин.

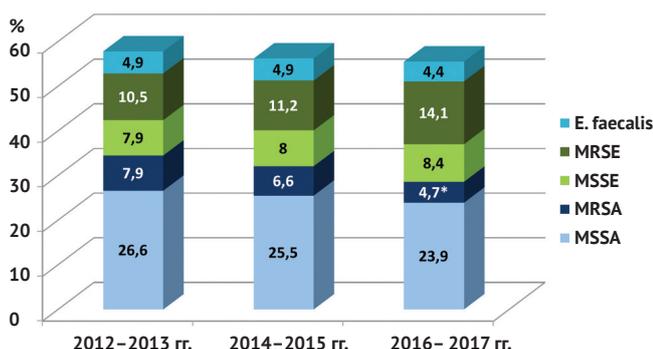


Рис. 1. Спектр ведущих Грам(+) возбудителей ИАИ в анализируемые периоды времени
* — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.

Fig. 1. Spectrum of the leading Gram(+) causative agents of IAI in the analyzed periods of time
* — $p < 0,05$ compared with the period of 2012–2013

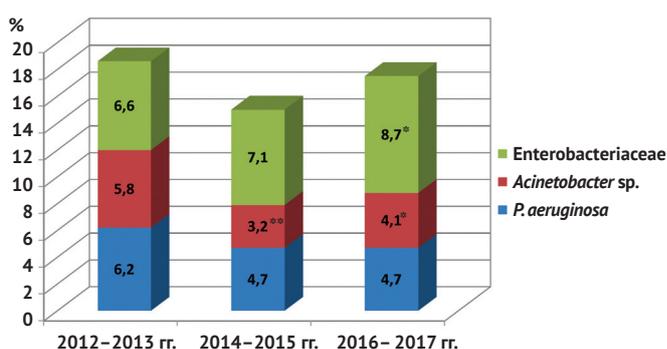


Рис. 2. Спектр ведущих Грам(-) возбудителей ИАИ бактерий в анализируемые периоды времени
* — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.
** — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.

Fig. 2. Spectrum of the leading Gram(-) causative agents of bacteria IAI in the analyzed periods of time
* — $p < 0,05$ compared with the period of 2012–2013
** — $p < 0,01$ in comparison with the period of 2012–2013

Динамика доли ведущих возбудителей из сем. Enterobacteriaceae

Таблица 1

Вид микроорганизма	2012–2013	2014–2015	2016–2017
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	46 (46,9%)	46 (44,7%)	81 (63,8%) ^{1*, 2*}
<i>Escherichia coli</i>	16 (16,4%)	24 (23,3%)	30 (23,6%)
<i>Enterobacter cloacae</i>	36 (36,7%)	33 (32,0%)	16 (12,6%) ^{1*, 2}
Итого	98 (100%)	103 (100%)	127 (100%)

1* — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.; 2 — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2014–2015 гг.; 2* — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2014–2015 гг.

Таблица 2

Уровень резистентности *S. aureus* и *S. epidermidis* в зависимости от их чувствительности к метициллину

Наименование АМП	MSSA, n = 1102	MRSA, n = 283	MSSE, n = 341	MRSE, n = 507
Цефокситин	0	100	0	100
Оксациллин	0	100	0	100
Гентамицин	2,5	74,1 ^{s*}	15,7 ^a	77 ^{s*}
Моксифлоксацин	1,1	81,1 ^{s*}	5,8 ^a	44 ^{s*,a*}
Левифлоксацин	1,6	80,0 ^{s*}	16,7 ^a	59,3 ^{s*,a}
Ципрофлоксацин	2,6	86,9 ^{s*}	10,3 ^a	61,2 ^{s*,a*}
Ко-тримоксазол	0,0	5,0 ^{s*}	14 ^{a*}	39,1 ^{s*,a*}
Рифампицин	2,5	31,9 ^{s*}	4,2	19,2 ^{s*,a*}
Тетрациклин	8,8	45,0 ^{s*}	12,5	35,7 ^{s*,a}
Эритромицин	6,4	50,0 ^{s*}	35 ^{a*}	62,5 ^{s*,a*}
Клиндамицин	2,0	48,9 ^{s*}	5,2 ^{a*}	29,3 ^{s*,a*}
Фузидиевая кислота	0,0	0,0	1,9 ^a	15 ^{s,a*}
Фосфомицин	0,1	10,5 ^{s*}	11,5	11,6
Линезолид	0,0	0,0	0	0
Ванкомицин	0,0	0,0	0	0

s — $p < 0,05$ в сравнении с метициллиночувствительными (MS) штаммами данного вида; s* — $p < 0,01$ в сравнении с метициллиночувствительными (MS) штаммами данного вида; a — $p < 0,05$ в сравнении с *S. aureus*; a* — $p < 0,01$ в сравнении с *S. aureus*.

Анализ динамики уровня резистентности штаммов стафилококков показал, что за период наблюдения частота выделения MRSA значительно снизилась с 22,9 до 16,5% ($p < 0,05$), в то время как для MRSE выявлена тенденция к росту данного показателя с 56,6 до 63,3% ($p > 0,05$). Уровень резистентности MRSA в целом изменялся статистически незначимо. Однако обращает на себя внимание рост устойчивости к рифампицину с 29,8 до 39%. В отношении всех тестируемых антибиотиков устойчивость штаммов MSSA не превышала 4% (табл. 3), за исключением тетрациклина и эритромицина, в отношении которых данный показатель колебался в пределах 7,2–10,4% и 6,7–7,8% соответственно.

С 2012–2013 гг. к концу периода наблюдения значимо ($p < 0,05$) снизилась устойчивость MSSE к гентамицину: с 18,3 до 10% (табл. 4). Аналогичная, но не столь значительная тенденция была определена и для MRSE — с 83,8 до 72,1% ($p > 0,05$). Существенно ($p < 0,05$) возросла резистентность MSSE к моксифлоксацину (с 2,5 до 10%) и фосфомицину (с 3,8 до 15,2%). Кроме того, последний значимо ($p < 0,05$) снизил свою активность и в отношении MRSE изолятов.

Все выделенные за период наблюдения штаммы *E. faecalis* ($n = 102$) были чувствительны к ампициллину, имипенему, линезолиду и тигециклину. В период 2016–2017 гг. был выделен единственный резистентный к ванкомицину штамм *E. faecalis*. Дополнительное тестирование показало, что МИК ванкомицина для данного штамма составила более 256 мкг/мл. Отмечено статистически незначимое нарастание устойчивости к ко-тримоксазолу с 32,4 до 51,7% и снижение — к ципрофлоксацину с 64,5 до 49,2%.

Наиболее активным антибиотиком в отношении представителей неферментирующих бактерий был колистин, к которому были чувствительны все включенные в исследование изоляты *P. aeruginosa* и *Acinetobacter* sp. Установлена негативная динамика роста резистентности штаммов *P. aeruginosa* ко всем тестируемым антибиотикам за исключением колистина (рис. 3). При этом статистически значимым ($p < 0,05$) было увеличение доли устойчивых изолятов к цефалоспорином 3–4 поколения, имипенему, меропенему, левифлоксацину. К концу исследования около 63–65% штаммов *P. aeruginosa* сохраняли чувствительность к цефоперазону/сульбактаму, имипенему, амикацину

и тобрамицину, 56–57% — к цефтазидиму, меропенему, и только около 40–45% — к фторхинолонам и цефипиму.

Весь период наблюдения наиболее активным после колистина в отношении штаммов *Acinetobacter* sp. был цефоперазон/сульбактам, однако устойчивость к нему в 2016–2017 гг. значимо выросла ($p < 0,05$) в сравнении с 2012–2013 и 2014–2015 гг. и составила 55,9%. Аналогичная динамика определена для устойчивости в отно-

шении амикацина, которая к концу исследования достигла уровня 86,2%. В целом представители *Acinetobacter* sp. демонстрировали большую устойчивость к тестируемым антибиотикам в сравнении с *P. aeruginosa*. Цефоперазон/сульбактам и тобрамицин были активны в отношении 45–50% изолятов *Acinetobacter* sp. Менее 30% штаммов были чувствительны к ко-тримоксазолу, меропенему, менее 20% — к фторхинолонам и амикацину (рис. 4).

Таблица 3

Динамика уровня резистентности *S. aureus* в зависимости от чувствительности к метициллину, %

Наименование АМП	MSSA			MRSA		
	2012–2013 <i>n</i> = 390	2014–2015 <i>n</i> = 374	2016–2017 <i>n</i> = 338	2012–2013 <i>n</i> = 116	2014–2015 <i>n</i> = 100	2016–2017 <i>n</i> = 67
Гентамицин	1,5	3,2	3	77,6	75,8	65,7
Ко-тримоксазол	0	0	0	5,4	6,1	3
Тетрациклин	7,2	9,1	10,4	45,1	41	50,7
Эритромицин	6,7	4,8	7,8	48,2	49,5	53,7
Клиндамицин	0,8	1,8	3,6	51,4	47,4	47
Ципрофлоксацин	3,3	1,9	2,7	87,5	87,6	84,8
Моксифлоксацин	1	0,8	1,5	77,7	85,6	80,3
Левифлоксацин	н/д	н/д	1,6	н/д	н/д	79,1
Фосфомицин	0,3	0	0	8,3	13,4	9,4
Рифампицин	2,6	1,6	3,6	29,8	29,9	39
Фузидиевая кислота	н/д	н/д	0	н/д	н/д	0

н/д — нет данных.

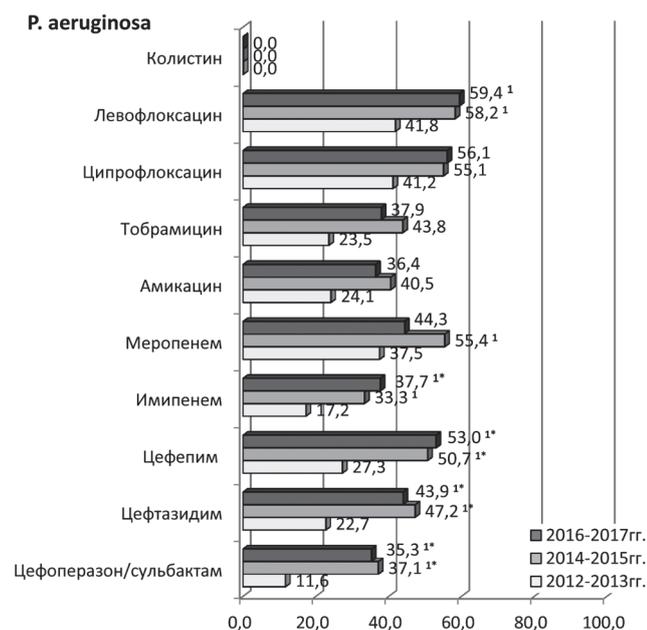


Рис. 3. Динамика уровня резистентности *P. aeruginosa*

¹ — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.
^{1*} — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.

Fig. 3. The dynamics of the level of resistance *P. aeruginosa*

¹ — $p < 0,05$ in comparison with the period 2012–2013
^{1*} — $p < 0,01$ in comparison with the period 2012–2013

Анализ динамики внутривидовой резистентности представителей сем. Enterobacteriaceae показал, что основную проблему представляют изоляты *K. pneumoniae*, устойчивость которых

существенно ($p < 0,01$) выросла даже к антибиотикам резерва: к цефоперазон/сульбактаму с 30,4 до 54,1%, имипенему с 6,5 до 29,6%, меропенему с 4,3 до 27,2% (табл. 5).

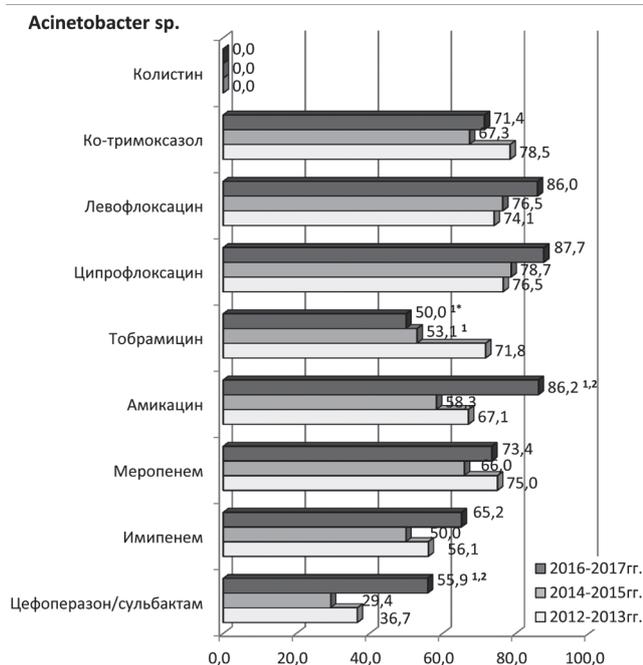


Рис. 4. Динамика уровня резистентности *Acinetobacter* sp.

¹ — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.

² — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2014–2015 гг.

^{1*} — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.

^{2*} — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2014–2015 гг.

Fig. 4. The dynamics of the resistance level of *Acinetobacter* sp.

¹ — $p < 0,05$ in comparison with the period 2012–2013

² — $p < 0,05$ in comparison with the period 2014–2015

^{1*} — $p < 0,01$ in comparison with the period 2012–2013

^{2*} — $p < 0,01$ in comparison with the period 2014–2015

Таблица 4

Динамика уровня резистентности *S. epidermidis* в зависимости от чувствительности к метициллину, %

Наименование АМП	MSSE			MRSE		
	2012–2013 <i>n</i> = 114	2014–2015 <i>n</i> = 114	2016–2017 <i>n</i> = 113	2012–2013 <i>n</i> = 148	2014–2015 <i>n</i> = 164	2016–2017 <i>n</i> = 195
Гентамицин	18,3	18,3	10*	83,8	76,4	72,1
Ко-тримоксазол	17,6	11	13	41,4	37	39,1
Тетрациклин	18,2	8,9	9,9	38,8	34,6	34,2
Эритромицин	33,3	34	38	61,1	61,1	64,9
Клиндамицин	4,6	3,9	7	29,7	24,4	33,2
Ципрофлоксацин	10,9	6,9	13	60,7	57,7	64,6
Моксифлоксацин	2,8	5	10*	38,5	47	45,6
Левофлоксацин	н/д	н/д	16,7	н/д	н/д	60
Фосфомицин	3,8	17,8*	15,2*	5,7	15,5*	12,9*
Рифампицин	4,6	3,9	4	23,5	18,6	16,3
Фузидиевая кислота	н/д	н/д	1,9	н/д	н/д	14,5

* — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.; н/д — нет данных.

Динамика уровня резистентности представителей сем. *Enterobacteriaceae*, %

Наименование АМП	<i>Escherichia coli</i>			<i>Klebsiella pneumoniae</i>			<i>Enterobacter cloacae</i>		
	2012–2013 n = 16	2014–2015 n = 24	2016–2017 n = 30	2012–2013 n = 46	2014–2015 n = 46	2016–2017 n = 81	2012–2013 n = 36	2014–2015 n = 33	2016–2017 n = 16
Ампициллин/сульбактам	66,7	43,5 ^{1*}	80,8 ^{2*}	95,5	81,8	95,7	72,7	83,9	87,5
Цефоперазон/сульбактам	0,0	4,2	3,6	30,4	50,0	54,1 ^{1*}	28,1	15,2	12,5
Цефтазидим	43,8	37,5	61,5	88,9	79,5	86,1	60,0	71,0	62,5
Цефтриаксон	46,7	34,8	61,5	90,9	81,8	85,5	61,8	71,0	62,5
Цефепим	37,5	33,3	61,5 ²	91,1	79,5	84,7	50,0	71,0	56,3
Имипенем	0,0	0,0	0,0	6,5	21,7 ¹	29,6 ^{1*}	2,9	0,0	6,3
Меропенем	0,0	4,2	0,0	4,3	21,7 ¹	27,2 ^{1*}	2,9	0,0	0,0
Эртапенем	н/д	н/д	0,0	н/д	н/д	46,9	н/д	н/д	0,0
Амикацин	6,3	16,7	3,3	51,1	37,0	35,5	33,3	29,0	0,0 ^{1*,2}
Тобрамицин	33,3	37,5	53,6	89,1	77,3	91,3 ²	47,1	74,2	56,3
Ципрофлоксацин	43,8	41,7	69,2	87,0	73,9	93,1 ²	37,1	61,31	37,5
Моксифлоксацин	46,7	39,1	75,0 ²	91,1	75,6	92,8 ^{1,2*}	43,8	62,5	37,5
Ко-тримоксазол	37,5	33,3	53,8	75,6	63,6 [*]	91,8 ^{1*,2*}	52,8	60,0	40,0

1 — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.; 2 — $p < 0,05$ в сравнении с периодом 2014–2015 гг.; 1* — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2012–2013 гг.; 2* — $p < 0,01$ в сравнении с периодом 2014–2015 гг.; н/д — нет данных.

Более 90% выделенных в конце срока наблюдения изолятов характеризовались резистентностью к ампициллин/сульбактаму, фторхинолонам, ко-тримоксазолу и тобрамицину. Фосфомицин и колистин, к которым дополнительно определяли чувствительность, в 2017 г. проявили активность в отношении 63,3% (19 из 30) и 80% (16 из 20) штаммов *K. pneumoniae* соответственно. В то же время незначимо, с 51,1 до 35,5%, снизилась доля штаммов, устойчивых к амикацину. Аналогичная тенденция выявлена и для *E. coli*, а все 16 изолятов *E. cloacae*, выделенные в 2016–2017 гг., были чувствительны к указанному антибиотику.

Установлено снижение активности незащищенных цефалоспоринов, включенных в исследование, в отношении *E. coli*, особенно для цефепима (с 72,5 до 38,5%, $p < 0,05$). К концу периода исследования наиболее активными в отношении *E. coli* и *E. cloacae* были карбапенемы и цефоперазон/сульбактам и амикацин. С 2017 г. всем полирезистентным штаммам энтеробактерий определяли минимальную ингибирующую концентрацию фосфомицина (E-тест, Oхoid, Великобритания).

По результатам данного исследования, 11 из 30 (36,7%) изолятов *K. pneumoniae* продемонстрировали устойчивость к фосфомицину. Все 5 протестированных штаммов *E. cloacae* были чувствительны к данному антибиотику.

Обсуждение

Проведенное исследование выявило несколько тенденций в динамике спектра ведущих возбудителей и их антибиотикорезистентности. В этиологической структуре ортопедических инфекций снизилась доля *S. aureus* в сравнении с более ранними сроками наблюдения. В 2010–2012 гг. доля этого вида составляла 33,1%, среди них было 23,9% штаммов MRSA [8], тогда как в данном исследовании в 2016–2017 гг. эти показатели составили соответственно — 28,6% и 16,5%. При этом установлены незначительные колебания или сохранение уровня резистентности MRSA к исследуемым антибиотикам. Полученные результаты согласуются с изменениями эпидемиологии MRSA не только в России [16], но и странах Европы и Северной Америки [17]. На фоне снижения этиологической роли

S. aureus выявлено увеличение частоты выделения *S. epidermidis* от пациентов с ортопедической инфекцией. В 2010–2012 гг. эпидермальный стафилококк выделялся в 16,8% случаев имплантат-ассоциированной инфекции [8], а к 2016–2017 гг. этот показатель достиг 22,5%. При этом доля MRSE составила 56,6% и 63,3% соответственно. Аналогичные данные получены в исследовании С. Triffault-Fillit с соавторами, которые при исследовании этиологии 567 случаев ППИ выявили, что среди стафилококков частота MRSA составила 16,1%, MRSE — 59,1% [10]. Вне зависимости от чувствительности штаммов стафилококков к метициллину изоляты *S. epidermidis* значимо чаще были устойчивы к большинству изученных антибиотиков. Сохраняют свою высокую активность в отношении стафилококков ванкомицин и линезолид, к которым не было резистентных штаммов, а также фузидиевая кислота и фосфомицин. В отношении *E. faecalis* высокоактивными остаются ванкомицин, линезолид, имипенем и тигециклин. Тем не менее, настораживает выделение первого в нашем стационаре устойчивого к ванкомицину штамма.

Несмотря на то, что наиболее частыми в России возбудителями нозокомиальных инфекций являются представители сем. Enterobacteriaceae, *P. aeruginosa* и *Acinetobacter* sp., на долю которых приходится 43,1, 19,6 и 14,4% всех выделенных бактериальных возбудителей госпитальных инфекций [18–20], их участие в этиологии ортопедических имплантат-ассоциированных инфекций не столь велико и, по данным различных авторов, не превышает в совокупности 10–35% [9, 10, 21, 22]. В нашей работе в общем спектре возбудителей ИАИ выявлено снижение частоты выделения *Acinetobacter* sp. на 29,3% ($p < 0,05$) и *P. aeruginosa* на 24,2% ($p > 0,05$) к 2016–2017 гг. в сравнении с начальным периодом исследования (2012–2013 гг.). При этом доля сем. Enterobacteriaceae в целом увеличилась на 31,8% ($p > 0,05$) за счет увеличения частоты выделения *K. pneumoniae* ($p < 0,01$). В странах Западной Европы также отмечают значительный рост случаев перипротезной инфекции ($p = 0,024$), вызванных аэробными Грам(-) палочками: с 25% в 2003–2004 гг. до 33,3% в 2011–2012 гг. и снижения ($p < 0,02$) доли Грам(+) кокков с 80,3 до 74,3% [9].

На наш взгляд, это крайне опасная тенденция, так как, несмотря на сохранение в этиологической структуре ИАИ доли Грам(-) бактерий на уровне 17%, результаты анализа динамики антибиотикорезистентности свидетельствуют о растущей резистентности *K. pneumoniae* и неферментирующих возбудителей к большинству исследуемых препаратов. Наиболее клинически значимой является проблема резистентности Грам(-) возбудителей ИАИ к современным цефалоспорином, кар-

бапенемам и фторхинолонам. В настоящее время устойчивые к карбапенемам штаммы *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* sp. и *K. pneumoniae* становятся острой проблемой в лечении инфекционных заболеваний вследствие высокой смертности [18, 20, 23, 24]. Немногие существующие публикации свидетельствуют о значимом снижении эффективности лечения ортопедической ИАИ, не только вызванной карбапенем-резистентными штаммами, но и при участии в этиологии Грам(-) бактерий в целом [17, 25, 26].

Перечень антибиотиков с активностью в отношении бактерий в составе биопленок ограничен рифампицином (при стафилококковых ИАИ), фторхинолонами (при Грам(-) возбудителях) и фосфомицином, высокоактивным в отношении энтерококков [27]. В связи с этим патогены, резистентные к указанным антибиотикам, относят к так называемым трудно поддающимся лечению (ДТТ — Difficult-To-Treat) возбудителям. Среди всех включенных в наше исследование штаммов к рифампицину были устойчивы 8,5% (112/1310) штаммов *S. aureus* и 13,5% (109/810) *S. epidermidis*; к ципрофлоксацину — 50% (110/220) *P. aeruginosa*, 78,9% (112/142) *Acinetobacter* sp. и 81,5% (141/173) *K. pneumoniae*. Причем в 2016–2017 гг. уже около 85–90% изолятов *Acinetobacter* sp., *K. pneumoniae* и *E. coli* проявляли устойчивость к фторхинолонам. Наибольшую активность в отношении Грам(-) бактерий среди всех тестируемых антибиотиков продемонстрировал колистин, к которому были чувствительны все изоляты *P. aeruginosa* и *Acinetobacter* sp. и 80% штаммов *K. pneumoniae*. Однако в связи с высокой стоимостью и отсутствием у данного препарата, как и у карбапенемов, пероральной формы продление курса антибактериальной терапии (минимум 4–6 нед. после выписки из стационара) на амбулаторном этапе практически невозможно. Все это делает выделение Грам(-) возбудителей крайне неблагоприятным прогностическим признаком при лечении ортопедической ИАИ.

Согласно существующим рекомендациям основными факторами риска выделения полирезистентных возбудителей вне зависимости от источника инфекции являются пожилой возраст (старше 65 лет), сопутствующая (в т.ч. множественная) патология, курсы антибактериальной терапии (в предшествующие 90 дней) и предыдущие госпитализации в анамнезе [28]. По нашему мнению, для пациентов с ИАИ факторами риска являются также длительный период существования инфекции с многократными попытками консервативной антибактериальной терапии и ранее выполненные нерадикальные хирургические вмешательства с сохранением инфицированного имплантата [29]. Однако данное предположение требует дальнейшего исследования.

Заключение

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об увеличении роли *S. epidermidis* и *K. pneumoniae* в этиологии ортопедической инфекции. Выявленный рост устойчивости микробных возбудителей к большинству применяемых антибиотиков следует учитывать при необходимости назначения антибактериальной терапии до получения результатов бактериального исследования. В отношении грамположительных возбудителей высокой остается активность ванкомицина, линезолида, фосфомицина, которые можно использовать для эмпирической терапии пациентов с ИАИ. Крайне высокая частота резистентности грамотрицательных бактерий к современным цефалоспорином и фторхинолонам исключает возможность их эмпирического применения, что требует введения карбапенемов в стартовые схемы терапии. Кроме того, высокая устойчивость к фторхинолонам существенно ограничивает возможности продленной пероральной антибактериальной терапии у пациентов с перипротезной инфекцией и хроническим остеомиелитом, что необходимо учитывать при выборе тактики хирургического лечения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование выполнено в рамках госзадания.

Литература [References]

1. Del Pozo J.L., Patel R. Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints. *N Engl J Med.* 2009;361(8):787-794. DOI: 10.1056/NEJMcp0905029.
2. Johnson E.N., Burns T.C., Hayda R.A., Hospenthal D.R., Murray C.K. Infectious complications of open type III tibial fractures among combat casualties. *Clin Infect Dis.* 2007;45(4):409-415. DOI: 10.1086/520029.
3. Lima A.L., Oliveira P.R., Paula A.P. Acinetobacter infection. *N Engl J Med.* 2008;358(26):2846.
4. Day J.S., Lau E., Ong K.L., Williams G.R., Ramsey M.L., Kurtz S.M. Prevalence and projections of total shoulder and elbow arthroplasty in the United States to 2015. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(8):1115-1120. DOI: 10.1016/j.jse.2010.02.009.
5. Peel T.N., Dowsey M.M., Daffy J.R., Stanley P.A., Choong P.F., Buising K.L. Risk factors for prosthetic hip and knee infections according to arthroplasty site. *J Hosp Infect.* 2011;79:129-133. DOI: 10.1016/j.jhin.2011.06.001.
6. Bozic K.J., Lau E., Kurtz S., Ong K., Rubash H., Vail T.P., Berry D.J. Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection and postoperative mortality following total hip arthroplasty in Medicare patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(9):794-800. DOI: 10.2106/JBJS.K.00072.
7. 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. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
8. Божкова С.А., Тихилов Р.М., Краснова М.В., Рукина А.Н. Ортопедическая имплантат-ассоциированная инфекция: ведущие возбудители, локальная резистентность и рекомендации по антибактериальной терапии. *Травматология и ортопедия России.* 2013;(4):5-15. DOI: 10.21823/2311-2905-2013-4-5-15.
9. Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Krasnova M.V., Rukina A.N. [Orthopedic implant-associated infection: the main etiological agents, local resistance and antimicrobial therapy recommendations]. *Травматология и ортопедия России [Traumatology and Orthopedics of Russia]* 2013;(4): 5-15. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2013-4-5-15.
10. Benito N., Franco M., Ribera A., Soriano A., Rodriguez-Pardo D., Sorli L. et al. Time trends in the aetiology of prosthetic joint infections: a multicentre cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2016;22(8):732.e1-8. DOI: 10.1016/j.cmi.2016.05.004.
11. Triffault-Fillit C., Ferry T., Laurent F., Pradat P., Dupieux C., Conrad A. et al. Microbiologic epidemiology depending on time to occurrence of prosthetic joint infection: a prospective cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2018 May 25; pii:S1198-743X(18)30411-7. DOI: 10.1016/j.cmi.2018.04.035.
12. del Pozo J.L., Patel R. The challenge of treating biofilm-associated bacterial infection. *Clin Pharmacol Ther.* 2007;82(2):204-209. DOI: 10.1038/sj.clpt.6100247.
13. Aboltins C.A., Dowsey M.M., Buising K.L., Peel T.N., Daffy J.R., Choong P.F., Stanley P.A. Gram-negative prosthetic joint infection treated with debridement, prosthesis retention and antibiotic regimens including a fluoroquinolone. *Clin Microbiol Infect.* 2011;17(6):862-867. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2010.03361.x.
14. Hsieh P.H., Lee M.S., Hsu K.Y., Chang Y.H., Shih H.N., Ueng S.W. Gram-negative prosthetic joint infections: risk factors and outcome of treatment. *Clin Infect Dis.* 2009;49(7):1036-1043. DOI: 10.1086/605593.
15. Zmistowski B., Fedorka C.J., Sheehan E., Deirmengian G., Mastun M.S., Parvizi J. Prosthetic joint infection caused by Gram-negative organisms. *J Arthroplasty.* 2011;(6 Suppl):104-108. DOI: 10.1016/j.arth.2011.03.044.
16. Martinez-Pastor J.C., Munoz-Mahamud E., Vilchez F., Garcia-Ramiro S., Bori G., Sierra J. et al. Outcome of acute prosthetic joint infections due to Gram-negative bacilli treated with open debridement and retention of the prosthesis. *Antimicrob Agents Chemother.* 2009;53(11):4772-4777. DOI: 10.1128/AAC.00188-09.
17. Романов А.В., Дехнич А.В., Сухорукова М.В., Скленова Е.Ю., Иванчик Н.В., Эйдельштейн М.В., Козлов Р.С., исследовательская группа «МАРАФОН». Антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов *Staphylococcus aureus* в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «МАРАФОН» 2013-2014. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия.* 2017;19(1):57-62.
18. Romanov A.V., Dekhnich A.V., Sukhorukova M.V., Skleenova E.Yu., Ivanchik N.V., Edelstein M.V., Kozlov R.S. and the „MARATHON“ Study Group. [Antimicrobial resistance of nosocomial *Staphylococcus aureus* isolates in Russia: results of multicenter epidemiological study „MARATHON“ 2013-2014].

- Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya* [Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy]. 2017;19(1):57-62. (In Russ.).
17. Olearoa F., Albrich W.C., Vernaza N., Harbartha S., Kronenberg A. and the Swiss Centre for Antibiotic resistance (ANRESIS). Staphylococcus aureus and methicillin resistance in Switzerland: regional differences and trends from 2004 to 2014. *Swiss Med Wkly*. 2016;146:w14339. DOI: 10.4414/smw.2016.14339.
 18. Сухорукова М.В., Эйдельштейн М.В., Скленова Е.Ю., Иванчик Н.В., Микотина А.В., Дехнич А.В., Козлов Р.С., исследовательская группа «МАРАФОН». Антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов *Enterobacteriaceae* в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «МАРАФОН» 2013-2014. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2017;19(1):49-56. Sukhorukova M.V., Edelstein M.V., Skleenova E.Yu., Ivanchik N.V., Mikotina A.V., Dekhnich A.V., Kozlov R.S., and the „MARATHON“ study group. [Antimicrobial resistance of nosocomial *Enterobacteriaceae* isolates in Russia: results of multicenter epidemiological study „MARATHON“ 2013-2014]. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya* [Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy]. 2017;19(1):49-56. (In Russ.).
 19. Эйдельштейн М.В., Сухорукова М.В., Скленова Е.Ю., Иванчик Н.В., Микотина А.В., Шек Е.А., Дехнич А.В., Азизов И.С., Козлов Р.С., исследовательская группа «МАРАФОН». Антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов *Pseudomonas aeruginosa* в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «МАРАФОН» 2013-2014. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия* 2017;19(1):37-41. Edelstein M.V., Sukhorukova M.V., Skleenova E.Yu., Ivanchik N.V., Mikotina A.V., Shek E.A., Dekhnich A.V., Azizov I.S., Kozlov R.S. and the „MARATHON“ study group. [Antimicrobial resistance of nosocomial *Pseudomonas aeruginosa* isolates in Russia: results of multicenter epidemiological study „MARATHON“ 2013-2014]. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya* [Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy]. 2017;19(1):37-41. (In Russ.).
 20. Сухорукова М.В., Эйдельштейн М.В., Скленова Е.Ю., Иванчик Н.В., Шек Е.А., Дехнич А.В., Козлов Р.С., исследовательская группа «МАРАФОН». Антибиотикорезистентность нозокомиальных штаммов *Acinetobacter* spp. в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «МАРАФОН» 2013-2014. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2017;19(1):42-48. Sukhorukova M.V., Edelstein M.V., Skleenova E.Yu., Ivanchik N.V., Shek E.A., Dekhnich A.V., Kozlov R.S. and the „MARATHON“ study group. [Antimicrobial resistance of nosocomial *Acinetobacter* spp. isolates in Russia: results of multicenter epidemiological study „MARATHON“ 2013-2014]. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya* [Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy]. 2017;19(1):42-48. (In Russ.).
 21. Терехова Р.П., Митиш В.А., Пасхалова Ю.С., Складан Г.Е., Прудникова С.А., Блатун Л.А. Возбудители остеомиелита длинных костей и их резистентность. *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченко*. 2016;3(2):24-30. DOI: 10.17650/2408-9613-2016-3-2-24-30. Terekhova R.P., Mitish V.A., Paskhalova Yu.S., Skladan G.E., Prudnikova Blatun S.A., L.A. [Osteomyelitis agents of the long bones and their resistance]. *Rany i ranevye infektsii. Zhurnal im. prof. B.M. Kostyuchenka*. [Wounds and Wound Infections. The Prof. B.M. Kostyuchenok Journal]. 2016;3(2):24-30. (In Russ.). DOI: 10.17650/2408-9613-2016-3-2-24-30.
 22. Drago L., De Vecchi E., Bortolin M., Zagra L., Romano C.L., Cappelletti L. Epidemiology and antibiotic resistance of late prosthetic knee and hip infections. *J Arthroplasty*. 2017;32(8):2496-2500. DOI: 10.1016/j.arth.2017.03.005.
 23. Labarca J.A., Salles M.J., Seas C., Guzmán-Blanco M. Carbapenem resistance in *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* in the nosocomial setting in Latin America. *Crit Rev Microbiol*. 2016;42(2):276-292. DOI: 10.3109/1040841X.2014.940494.
 24. Rizek C., Fu L., Dos Santos L.C., Leite G., Ramos J., Rossi F. et al. Characterization of carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* clinical isolates, carrying multiple genes coding for this antibiotic resistance. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. 2014;13:43. DOI: 10.1186/s12941-014-0043-3.
 25. Bozhkova S., Tikhilov R., Labutin D., Denisov A., Shubnyakov I., Razorenov V., Artyukh V., Rukina A. Failure of the first step of two-stage revision due to polymicrobial prosthetic joint infection of the hip. *J Orthop Traumatol*. 2016;17(4):369-376. DOI: 10.1007/s10195-016-0417-8.
 26. De Sanctis J., Teixeira L., van Duin D., Odio C., Hall G., Tomford J.W. et al. Complex prosthetic joint infections due to carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae*: a unique challenge in the era of untreatable infections. *Int J Infect Dis*. 2014;25:73-78. DOI: 10.1016/j.ijid.2014.01.028.
 27. Винклер Т., Трампуш А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016; (1):33-45. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45. Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm of diagnosis and treatment of periprosthetic infection of the hip joint]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):33-45. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
 28. Шубняков И.И., Божкова С.А., Артюх В.А., Ливенцов В.Н., Кочиш А.А., Афанасьев А.В. Ближайший результат лечения пациента с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова*. 2017;(4):52-55. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-52-55. Shubnyakov I.I., Bozhkova S.A., Artyukh V.A., Liventsov V.N., Kochish A.A., Afanas'ev A.V. [Early treatment result in a patient with periprosthetic hip infection]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(4):52-55. (In Russ.). DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-52-55.
 29. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей: российские национальные рекомендации. 2-е изд. перераб. и доп. М; 2015. 109 с. Режим доступа: <http://nasci.ru/?id=3392&download=1>. [Surgical skin and soft tissue infections Russian national guidelines. 2nd revised and expanded edition]. Moscow; 2015. 109 p. (In Russ.). Available from: <http://nasci.ru/?id=3392&download=1>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, заведующая отделением клинической фармакологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Касимова Алина Рашидовна — врач-клинический фармаколог отделения клинической фармакологии. ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; ассистент кафедры клинической фармакологии и доказательной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» 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

Полякова Екатерина Михайловна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник научного отделения лечения и профилактики раневой инфекции, ФГБУ «Российский научноисследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Рукина Анна Николаевна — врач-бактериолог центральной клинико-диагностической лаборатории; младший научный сотрудник научного отделения лечения и профилактики раневой инфекции, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Шабанова Валентина Владимировна — врач-бактериолог центральной клинико-диагностической лаборатории; лаборант-исследователь научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, ФГБУ «Российский научноисследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Ливенцов Виталий Николаевич — врач-травматолог-ортопед отделения № 4, ФГБУ «Российский научноисследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Svetlana A. Bozhkova — Dr. Sci. (Med.), head of the Research Department of Prevention and Treatment of Wound Infection and Department of Clinical Pharmacology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alina R. Kasimova — clinical pharmacologist, Department of Clinical Pharmacology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Assistant, Department of Clinical Pharmacology and Evidence-Based Medicine, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

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

Ekaterina M. Polyakova — Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Research Department of Prevention and Treatment of Wound Infection, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Anna N. Rukina — bacteriologist, Central Clinical Diagnostic Laboratory; researcher assistant, Scientific Department of Treatment and Prevention of Wound Infection, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Valentina V. Shabanova — bacteriologist, Central Clinical Diagnostic Laboratory; researcher assistant, Scientific Department of Treatment and Prevention of Wound Infection, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Vitaly N. Liventsov — orthopedic surgeon, Department of Purulent Surgery, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Трехсуставной артродез для коррекции деформаций стоп и его влияние на кровоснабжение мягкотканых структур в области оперативного вмешательства у больных церебральным параличом

С.С. Леончук, Е.Н. Щурова, Д.А. Попков, Г.М. Чибиров, Р.Р. Бидямшин, О.И. Гатамов

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

Реферат

Цель исследования — оценить клинико-рентгенологические результаты применения трехсуставного артродеза стопы и определить его влияние на кровоснабжение мягких тканей в области оперативного вмешательства при одномоментной коррекции деформации сегмента у пациентов с церебральным параличом. **Материал и методы.** В исследовании представлен опыт использования трехсуставного артродеза для коррекции и стабилизации многокомпонентных деформаций стоп различной степени тяжести у 75 больных (136 стоп) церебральным параличом (II–IV уровень двигательных нарушений по Gross Motor Function Classification System (GMFCS), пролеченных в период с апреля 2012 по декабрь 2016 г. Средний возраст больных составил $16,4 \pm 4,3$ лет (от 11 лет 8 мес. до 43 лет 3 мес.). Все пациенты в исследовании имели выраженные артрозные изменения среднего и заднего отделов стоп. Основным вариантом фиксации заинтересованных костей стопы у больных являлся погружной остеосинтез (эластичные резьбовые спицы, компрессирующие винты) совместно с гипсовой иммобилизацией на 6–8 нед. У пациентов было выполнено в среднем 4,6 хирургических элементов за операцию в рамках многоуровневых ортопедических вмешательств. Для оценки возможного негативного влияния оперативного вмешательства на мягкие ткани стопы при одномоментной коррекции ее деформации было проведено исследование кровоснабжения мягких тканей в области оперативного вмешательства с помощью лазерной и высокочастотной доплеровской флоуметрии до и после выполнения всех этапов операции. **Результаты.** Отдаленные результаты лечения отслежены в среднем через 19 месяцев после оперативного вмешательства у 56 (74,7%) пациентов. Хорошие результаты лечения отмечены у 37 пациентов (66,1%), удовлетворительные — у 19 пациентов (33,9%). Неудовлетворительных результатов не было. Оценка клинического результата производили с использованием критериев Angus-Cowell. Достигнутое значительное рентгенометрическое улучшение сохранялось на контрольных этапах наблюдения. Несмотря на достаточно большую величину одномоментной коррекции деформации стопы, отсутствовало снижение показателей микроциркуляторного кровотока кожи, мышц и подкожно-жировой клетчатки стопы. Регистрировалась либо стабилизация, либо увеличение перфузии этих структур после выполнения всех этапов операции. **Заключение.** Метод трехсуставного артродеза для коррекции деформаций стоп у пациентов с церебральным параличом на фоне выраженных артрозных изменений суставов заднего и среднего отделов сегмента является эффективным методом, который позволяет исправить и стабилизировать достигнутое ее положение. Результаты исследования кровоснабжения мягкотканых структур стопы свидетельствуют о щадящем характере предложенного ортопедического пособия и наличия условий для более ранней, чем при других методах лечения, нагрузки на конечность.

Ключевые слова: деформация стопы, трехсуставной артродез, внутренняя фиксация, церебральный паралич, кровоснабжение мягких тканей.

Леончук С.С., Щурова Е.Н., Попков Д.А., Чибиров Г.М., Бидямшин Р.Р., Гатамов О.И. Трехсуставной артродез для коррекции деформаций стоп и его влияние на кровоснабжение мягкотканых структур в области оперативного вмешательства у больных церебральным параличом. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):32-43. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-32-43.

Cite as: Leonchuk S.S., Shchurova E.N., Popkov D.A., Chibirov G.M., Bidiamshin R.R., Gatamov O.I. [Correction of Foot Deformities using Triple Arthrodesis and Its Effect on Soft Tissue Blood Supply at Surgical Site in Patients with Cerebral Palsy]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):32-43. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-32-43.

✉ Леончук Сергей Сергеевич / Sergei S. Leonchuk; e-mail: leon4yk@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 06.12.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 23.06.2018.

Correction of Foot Deformities using Triple Arthrodesis and Its Effect on Soft Tissue Blood Supply at Surgical Site in Patients with Cerebral Palsy

S.S. Leonchuk, E.N. Shchurova, D.A. Popkov, G.M. Chibirov, R.R. Bidiamshin, O.I. Gatamov

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Abstract

The aim of the study is to evaluate the efficiency of triple arthrodesis of foot and its effect on soft tissues blood supply at the surgical site during simultaneous correction of segment deformity in patients with cerebral palsy. **Material and Methods.** The present study reflects the authors' experience of triple arthrodesis for correction and stabilization of foot multicomponent deformities of varying severity in 75 patients (136 feet) with cerebral palsy (II-IV level by Gross Motor Function Classification System (GMFCS)) treated in the Ilizarov center in the period from April 2012 to December 2016. The average age of the patients was 16.4 ± 4.3 years (from 11 years 8 months to 43 years 3 months). All patients included into the study had severe arthrosis of hind and midfoot. The main option of foot fixation in this group of patients was internal fixation (elastic threaded wires, compression screws) together with plaster cast immobilization for 6–8 weeks. All patients underwent average of 4.59 surgical elements during a procedure as part of simultaneous multilevel interventions. The blood supply at the surgical site was evaluated by laser and high-frequency Doppler flowmetry before and after all stages of the surgery. **Results.** Long-term outcomes were evaluated at the average of 19 months after the surgery in 56 (74.7%) patients. 37 patients (66.1%) demonstrated good treatment outcomes and 19 patients (33.9%) — satisfactory outcomes. No unsatisfactory outcomes were observed. The clinical outcome of foot surgery was evaluated using the Angus-Cowell criteria. The obtained significant x-ray enhancement was maintained at the control stages of the follow up. Despite large simultaneous correction of foot deformity, there was no decrease in the parameters of microcirculatory blood supply of the skin, muscles and subcutaneous fat of the foot. The authors observed a stabilized or an increased perfusion of soft tissues. **Conclusion.** Triple arthrodesis for correction of foot deformities in patients with cerebral palsy and severe arthrosis in hind and midfoot is an efficient method which allows to correct and stabilize gained position of segments. The data of physiological research testify the sparing approach of such procedure and a possibility of an earlier weight-bearing on operated limb.

Keywords: foot deformity, triple arthrodesis, internal fixation, cerebral palsy, soft tissue blood supply.

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

Funding: public financing.

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

Введение

Деформации стоп являются наиболее частой ортопедической патологией у пациентов с неврологическими заболеваниями. У детей дошкольного возраста, больных церебральным параличом (ЦП) преобладает эквинусный компонент деформации [1]. Однако у детей старшего возраста, подростков и взрослых с этим заболеванием чаще встречается плосковальгусная деформация стоп, которая является одной из главных причин неустойчивости при вертикализации [2–7].

Деформации стоп у подростков и взрослых манифестируют болевым синдромом, изменением мягких тканей (гиперкератоз) в области давления костных элементов (например, головка таранной кости) и являются одной из причин потери активного самостоятельного передвижения. Больные часто испытывают сложности при подборе обуви, ортеза. Плосковальгусная деформация стоп явля-

ется важным элементом в формировании и сохранении патологической походки crouch gate [8].

Детям старшего возраста и взрослым с деформациями стоп рекомендуют выполнять корригирующие остеотомии костей стопы, артрорез, стабилизирующие операции [2–4, 9–13]. Однако реконструктивное вмешательство на стопе за счет остеотомии при ригидных выраженных деформациях костей и изменениях суставного хряща (остеоартроз 2–3 ст.) представляется сомнительным. Нерациональные вмешательства и остеосинтез на стопе без учета возрастных особенностей скелета сегмента, неврологического заболевания пациента зачастую не дают желаемого результата, нередко случаи рецидива деформации, несращения заинтересованных костей, болевого синдрома [10, 13–17]. Положительные сообщения о применении трехсуставного артродеза для коррекции деформации стопы и стаби-

лизации результата описаны во многих работах [3, 6, 9, 10, 18].

Несомненно, при одномоментной коррекции сложных деформаций стопы важно контролировать трофику мягких тканей в области послеоперационной раны и сегмента в целом. Методы лазерной и высокочастотной доплеровской флоуметрии позволяют определять ранние признаки нарушения кровообращения при различных видах анестезии [19], изучать и контролировать изменения тканевой микроциркуляции во время комбинированных реконструктивно-пластических операций [20].

Цель исследования — оценить клинико-рентгенологические результаты применения трехсуставного артродеза стопы и определить его влияние на кровоснабжение мягких тканей в области оперативного вмешательства при одномоментной коррекции деформации сегмента у пациентов с церебральным параличом.

Материал и методы

В нашей клинике в период с января 2012 по декабрь 2016 г. пролечено 75 пациентов (136 стоп) с деформациями стоп методом трехсуставного артродеза в рамках одномоментных многоуровневых ортопедических вмешательств. Больные относились к II–IV функциональному уровню по классификации Gross Motor Function Classification System (GMFCS) [21]. Средний возраст больных составил 16,4±4,3 лет (от 11 лет 8 мес. до 43 лет 3 мес.). Детей в исследовании было 61, взрослых — 14, пациентов мужского пола — 46, женского — 29. Все пациенты имели выраженные дегенеративные изменения среднего и заднего отделов стоп. Доминировали пациенты со спастической диплегией 61 (81,3%), у 14 (18,7%) больных отмечалась спастическая гемиплегия. Преобладали деформации стоп с вальгусной девиацией 119 (87,5%). Структура деформаций стоп у пациентов до лечения представлена в таблице 1.

Таблица 1

Структура деформаций стоп до лечения

Вид деформации	Кол-во
Эквинополорусная	14 (10,3%)
Полорусная	3 (2,2%)
Плосковальгусная	62 (45,6%)
Эквиноплосковальгусная	43 (31,6%)
Пяточновальгусная	14 (10,3%)

Пациентам выполнялась рентгенография стоп в боковой и прямой проекциях при нагрузке.

Помимо клинических и рентгенологических методов исследования производилась количественная оценка некоторых параметров ходьбы по эдинбургской шкале (Edinburgh Gait Score) [22]. Классификация типов походки у пациентов, способных к самостоятельному вертикальному передвижению, производилась по шкале J. Rodda с соавторами [8]. Уровень двигательной активности оценивали по GMFCS и FMS (Functional Mobility Scale).

Всем пациентам выполнены одномоментные многоуровневые вмешательства на оперированной конечности в сочетании с корригирующей и стабилизирующей операцией на стопе в объеме трехсуставного артродеза. Многоуровневые ортопедические вмешательства выполнялись в соответствии с принятым в нашей клинике алгоритмом [23, 24]. В этой серии было выполнено в среднем 4,6 хирургических элемента за операцию. Варианты вмешательств на сухожильно-мышечном аппарате голени и стопы при трехсуставном артродезе представлены в таблице 2.

Таблица 2

Операции на сухожильно-мышечном аппарате голени и стопы с выполнением трехсуставного артродеза

Процедура	Кол-во стоп
Апоневротомия икроножных мышц, ахиллопластика, плантотомия	48
Релиз, удлинение сухожилий перонеальной группы	22
Релиз задней большеберцовой мышцы, капсулотомия таранно-ладьевидного сустава	10
Удлинение сухожилий сгибателей или разгибателей пальцев стопы	42
Трансфер короткой малоберцовой мышцы на пяточную кость	14

Трехсуставной артродез выполнялся через классический латеральный доступ в области заднего отдела стопы [25]. Однако в нашей работе диссекция мягких тканей была выполнена особым образом, чтобы уменьшить их натяжение при последующем ушивании раны после одномоментной коррекции выраженной деформации стопы (рис. 1):

- 1) разрез кожи был не прямой, а дугообразный;
- 2) *retinaculum mm. extensorum inferius* мобилизуется с короткого разгибателя пальцев и рассекается не Н-образно, а П-образно с основанием,

обращенным кзади (образуется несвободный смещаемый лоскут с широким основанием);

3) *m. extensor digitorum brevis* также П-образно мобилизуется и отделяется с поверхности пяточной кости, при этом основание этого мышечного лоскута является дистальным. Оба эти лоскута при ушивании раны легко сближаются и соединяются край-в-край без натяжения, заполняя пространство послеоперационной раны.

После срезания суставного хряща субхондральные костные элементы подрабатывались с учетом деформации стопы (рис. 2).

Основным вариантом фиксации заинтересованных костей стопы являлся погружной остеосинтез: эластичные резьбовые спицы диаметром 3,0 и 4,0 мм, компрессирующие винты 4,0 и 6,5 мм в диаметре, материал остеосинтеза — титан. Резьбовые спицы, фиксирующие средний отдел стопы, проводили через открытые доступы в первом и четвертом межпальцевых промежутках.

Чтобы оценить возможное негативное влияние данных манипуляций на мягкие ткани стопы, было проведено исследование кровоснабжения мягко-

тканых структур в области оперативного вмешательства с помощью лазерной и высокочастотной доплеровской флоуметрии до и после выполнения всех этапов операции.

В операционной было проведено исследование микроциркуляции тканей стопы: кожи, подкожно-жировой клетчатки, мышечной ткани у 21 больного ЦП с деформацией стоп в возрасте от 13 до 23 лет ($15,4 \pm 1,0$ лет). Оценивали капиллярный кровоток (мл/мин \times 100 г ткани) методом лазерной доплеровской флоуметрии (BLF-21, Transonic Systems, USA) с использованием накожного датчика. Регистрацию кровотока (три измерения в каждой точке) производили до начала операции, после маркировки областей измерения (1-6 точки) (см. рис. 1а) и после выполнения всех этапов операции, снятия жгута и наложения швов (через $15,3 \pm 1,7$ мин, от 8 до 25 минут после снятия жгута).

Кроме того, в область исследования попадали подкожно-жировая клетчатка, *retinaculum mm. extensorum inferior*, *m. extensor digitorum brevis*. Регистрацию микроциркуляторного кровотока

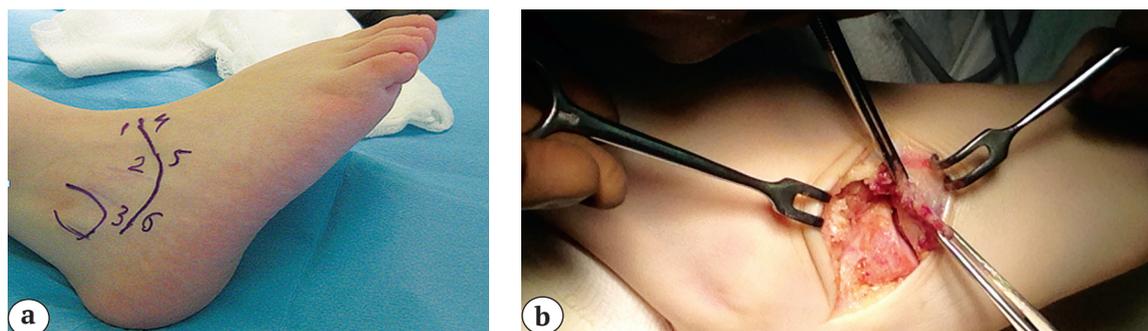


Рис. 1. Доступ и диссекция мягких тканей при трехсуставном артродезе у больных с ЦП: а — линия разреза, маркировка области измерения; б — вид раны на этапе диссекции

Fig. 1. Approach and dissection of soft tissues during triple arthrodesis in patients with CP: а — incision, marking of the measurement area; б — wound during dissection

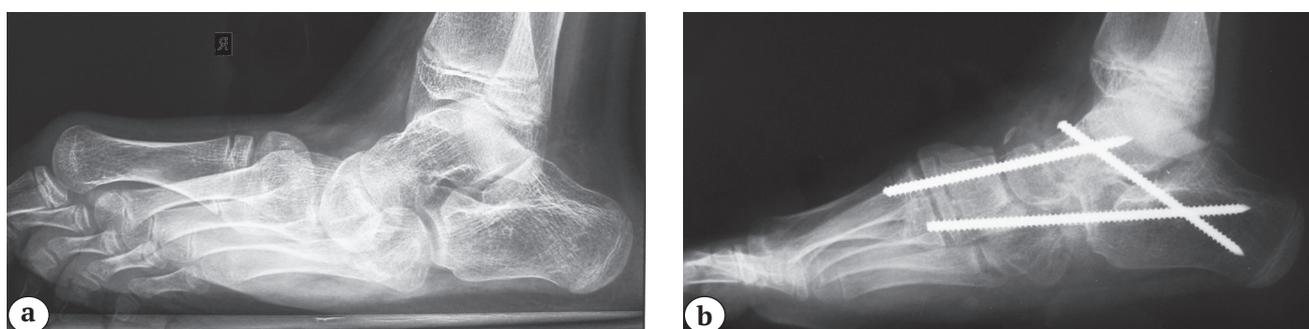


Рис. 2. Рентгенография стопы пациента 13 лет: а — до лечения (многоплоскостная деформация стопы с выраженной вертикализацией таранной кости); б — экономная подработка и создание контакта между костными фрагментами

Fig. 2. X-ray images of patient 13 y.o.: а — before treatment (complex foot deformity with talus verticalization); б — thrifty resection of bones and creation of contact between bone fragments

этих структур производили с помощью высоко-частотной ультразвуковой доплерографии (доплерограф «Минимакс-Доплер-К» (Минимакс, Санкт-Петербург) с применением интраоперационного датчика 20 мГц в режиме исследования микроциркуляции и перфузии мелких кровеносных сосудов.

После операции в течение 2–3 дней производилась фиксация оперированной конечности гипсовой лонгетой, выполнялись перевязки и осмотры ран. Затем выполняли циркулярную гипсовую иммобилизацию конечности от средней трети бедра до пальцев стопы в течение 6–8 нед. в зависимости от объема всего многоуровневого вмешательства. Постепенно возрастающая нагрузка на оперированную конечность разрешалась через 2 нед. после операции. Операции на каждой конечности выполнялись с перерывом в 3–4 нед. (в среднем — 25,4±3,1 дня).

Эффективность лечения определяли по результатам ортопедического и неврологического осмотров больного. Способность к передвижению проводили при помощи опросника Gillette [26]. Оценку клинического результата вмешательства на стопе производили с использованием критериев, предложенных P.D. Angus и Cowell H.R. [27].

Статистический анализ

Статистическая обработка проводилась в программе Microsoft Office Excel (2010) с надстройкой AtteStat и SPSS 18.0. Для оценки значимости раз-

личия средних использовали парные критерии Стьюдента и Манна – Уитни.

Результаты

Отдаленные результаты лечения оценены в среднем через 19 мес. (от 15 до 42 мес.) у 57 пациентов (76,0%). Согласно критериям P.D. Angus и H.R. Cowell (1986), в отдаленном периоде наблюдения хорошие результаты лечения отмечены у 38 пациентов (66,7%), удовлетворительные — у 19 больных (33,3%), которые периодически жаловались на умеренный болевой синдром в стопах после длительной ходьбы. Неудовлетворительных результатов не было. В результате анализа походки в отдаленном периоде наблюдения было выявлено улучшение большинства параметров опорной и неопорной фаз шага у пациентов с использованием или без использования дополнительных средств опоры. Динамика рентгенологических параметров многокомпонентной деформации стопы с супинационным компонентом отражена в таблице 3.

Изменения рентгенологических параметров при вальгусной деформации стопы представлены в таблице 4.

Согласно опроснику Gillette, функциональные возможности улучшились на один уровень у 29 пациентов (50,9%), на 2 уровня — у 2 (3,5%) пациентов, отсутствовало увеличение функциональных способностей — у 26 (45,6%).

Таблица 3

Динамика рентгенологических изменений стоп с варусным компонентом (n = 17)

Исследуемый угол между костями стопы	До лечения, град.	После лечения, град.	Изменения		Норма, град.
			абс., град.	отн., %	
Прямая проекция					
Таранно-пяточный	34,5	15,9	18,6	53,9	15–25
Суммарного приведения	66,74	15,3	51,44	77,1	28–30
Угол между I и V плюсневыми костями	31,76	20,4	11,36	35,8	28–30
Плюсне-фаланговый	10,9	3,9	7,0	64,2	10–15
Боковая проекция					
Большеберцово-таранный	116,55	103,5	13,05	11,2	100–105
Большеберцово-пяточный	67,41	76,7	9,29	12,1	75–80
Таранно-пяточный	35,49	30,5	4,99	14,1	20–30
Угол свода стопы	119,2	125,78	6,58	5,2	125–130
Угол Meary (между таранной и I плюсневой костями)	33,58	4,33	29,25	87,11	0–5

Таблица 4

Динамика рентгенологических параметров стопы с вальгусным компонентом деформации стопы (n = 119)

Исследуемый угол между осями теней костей стопы	До лечения, град.	После лечения, град.	Изменения		Норма, град.
			абс., град.	отн., %	
Прямая проекция					
Таранно-пяточный	27,6	17,3	10,3	37,32	15–25
Суммарного отведения	15,3	5,1	10,2	66,7	0–7
Угол между I и V плюсневыми костями	24,6	25,19	0,59	2,34	28–30
Плюсне-фаланговый	33,4	11,02	22,38	66,5	10–15
Боковая проекция					
Большеберцово-таранный	122,9	106,71	16,19	13,17	100–105
Большеберцово-пяточный	67,17	73,1	5,93	8,11	75–80
Таранно-пяточный	56,52	28,96	27,56	48,76	20–30
Угол свода	168,4	136,47	31,93	18,96	125–130
Угол Meary (между таранной и I плюсневой костями)	38,59	2,43	36,16	93,7	0–5

Клинический пример

Пациентка 15 лет, GMFCS III, MACS I, FMS 5,2,2, IV тип походки по Rodda. Выполнено многоуровневое оперативное пособие, включающее удлинение hamstring группы, низведение надколенников и трехсуставной артрорез стоп с использованием эластичных резьбовых спиц (рис. 3). Через 20 мес. на контрольном амбулаторном приеме пациентка жалоб не предъявляла,

объем движений в коленных и голеностопных суставах определен как полный, наличие инородных тел в стопах не доставляло дискомфорта. При длительной ходьбе пациентка отмечала незначительные боли в стопах, напряжение в икроножных мышцах. Согласно опроснику Gillette функциональные возможности у пациентки увеличились на один уровень.

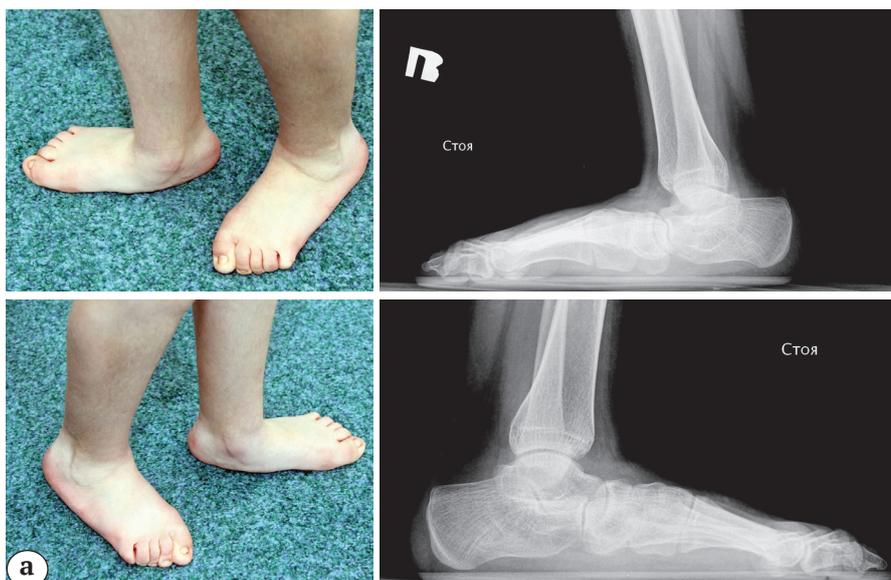


Рис. 3 (а). Фото и рентгенограммы стоп пациентки 15 лет: а — до лечения отмечалась плосковальгусная деформация стоп

Fig. 3 (a). Image and X-ray of patient of 15 y.o.: а — planovalgus feet deformity before treatment



Рис. 3 (b). Фото и рентгенограммы стоп пациентки:

b — через 20 мес. после лечения: нормальное положение стоп, контакт по зоне подтаранного и шопарова суставов, состояние остеосинтеза костей стоп резьбовыми спицами

Fig. 3 (b). Image and X-ray of patient:

b — follow-up in 20 months after surgery (normal feet position, contact between bones of subtalar and Chopart joint, internal fixation with threaded wires)

Послеоперационные осложнения наблюдались у 15 больных (20%). У 5 пациентов наблюдалась вялогранулирующая рана, что составило 6,7% от всего числа пролеченных больных данной группы. Это осложнение было устранено в процессе лечения (своевременное выполнение перевязок) и не повлияло на его окончательный результат. У 10 больных (13,3%) была отмечена поломка резьбовых спиц.

У всех больных на амбулаторном осмотре через 6 месяцев была констатирована консолидация и перестройка заинтересованных костей. Случаев несращения не было. Удаление резьбовых спиц и винтов произвели в плановом порядке у 48 (64%) пациентов. Это было обусловлено как желанием пациента (или родителей ребенка) удалить металлоконструкции, так и болезненными ощущениями в области резьбовой спицы в результате поломки и подвижности ее дистального фрагмента вне зоны артродезирования у 10 (13,3%) больных, что мы также отнесли к осложнениям первичного вмешательства. При поломке спицы производили удаление только дистального ее фрагмента. Явления остеоартроза (особенно у взрослых пациентов) смежных суставов стопы в данной серии больных оставались на исходном уровне, и мы не отметили их прогрессирования в периоде наблюдения.

Исследование микроциркуляции мягких тканей в области оперативного вмешательства показало, что до операции показатели кожного капиллярного кровотока статистически значимо не различались в различных точках измерения. После выполнения всех этапов операции, снятия жгута и наложения швов капиллярный кожный кровоток имел тенденцию к увеличению во всех зонах измерения (табл. 5). Индивидуальный подход к анализу реакций кровотока показал, что в различных точках измерения наблюдалось выраженное увеличение кровотока в 45,5–72,7% случаев. В точках 1, 4 и 5 кровоток увеличился в 4–6 раз ($p < 0,05$).

Исследование микроциркуляторного кровотока подкожно-жировой клетчатки и мышечной ткани определило отсутствие направленной динамики или тенденции (табл. 6). Показатели кровотока после выполнения всех этапов операции и снятия жгута значимо не отличались от дооперационного уровня.

Индивидуальный подход к анализу результатов исследования микроциркуляторного кровотока этих структур показал, что в различных точках измерения наблюдалось увеличение кровотока в 18–55% случаев. Значимый рост на 40–80% ($p < 0,05$) наблюдался в точках 1, 5 и 6 (табл. 7).

Таблица 5

Показатели кожного капиллярного кровотока стопы до и после выполнения всех этапов операции (M±m, n = 21)

Область исследования	Капиллярный кожный кровоток (мл/мин × 100 г)					
	до операции			после выполнения всех этапов операции, снятия жгута и наложения швов		
	измерение 1	измерение 2	измерение 3	измерение 1	измерение 2	измерение 3
Точка 1	7,7±2,9	7,7±2,9	7,7±3,1	11,9±2,7	11,8±2,7	11,6±2,6
Точка 2	6,3±1,5	6,1±1,4	6,3±1,5	8,1±2,7	7,7±2,4	8,2±2,7
Точка 3	7,4±2,5	7,3±2,5	7,4±2,5	10,1±4,9	10,3±5,0	10,3±5,1
Точка 4	7,4±3,2	7,4±3,2	6,8±2,5	12,2±3,7	12,1±3,9	11,6±3,4
Точка 5	7,0±1,9	6,9±1,9	6,9±1,9	11,2±3,4	11,6±3,5	11,2±3,4
Точка 6	9,0±1,9	9,1±2,0	9,1±2,0	14,0±4,0	14,4±4,0	13,7±3,7

Таблица 6

Показатели микроциркуляторного кровотока тканей стопы до и после выполнения этапов операции (M±m, n = 21)

Область исследования	Показатели кровотока							
	до выполнения всех этапов операции				после выполнения всех этапов операции и снятия жгута			
	Vs (см/сек)	Vm (см/сек)	Vd (см/сек)	Qs (мл/мин)	Vs (см/сек)	Vm (см/сек)	Vd (см/сек)	Qs (мл/мин)
Точка 1 (подкожно-жировая клетчатка)	8,8±0,7	4,5±0,4	1,8±0,3	4,2±0,3	9,5±0,9	4,6±0,6	1,9±0,3	4,2±0,3
Точка 2 (подкожно-жировая клетчатка)	9,5±0,9	5,0±0,6	1,7±0,2	4,1±0,5	8,1±0,8	3,7±0,4	1,4±0,3	3,8±0,4
Точка 3 (подкожно-жировая клетчатка)	8,2±0,9	3,9±0,5	1,4±0,2	3,9±0,4	7,7±0,8	3,6±0,6	1,6±0,5	3,6±0,4
Точка 4 (мышечная ткань)	8,0±0,6	4,4±0,4	1,9±0,3	4,0±0,3	8,4±0,7	4,7±0,4	2,1±0,4	4,1±0,3
Точка 5 (мышечная ткань)	8,7±1,0	4,8±0,7	2,1±0,5	4,2±0,5	9,0±0,8	4,4±0,6	1,9±0,3	4,3±0,4
Точка 6 (мышечная ткань)	7,6±0,9	4,0±0,7	1,8±0,5	3,6±0,5	8,0±0,8	3,3±0,6	1,4±0,4	3,8±0,3

Vs — максимальная систолическая скорость; Qs — объемная скорость; Vm — средняя скорость; PI — индекс пульсации (Гослинга); RI — индекс сопротивления (Пурсело).

Показатели микроциркуляторного кровотока тканей стопы при положительной динамике ($M \pm m$)

Область исследования	Показатели кровотока							
	до выполнения всех этапов операции				после выполнения всех этапов операции и снятия жгута			
	Vs (см/сек)	Vm (см/сек)	Vd (см/сек)	Qs (мл/мин)	Vs (см/сек)	Vm (см/сек)	Vd (см/сек)	Qs (мл/мин)
Точка 1 (подкожно-жировая клетчатка)	7,6±0,7	4,1±0,5	1,3±0,2	3,6±0,3	10,6±1,2*	6,9±0,7*	2,8±0,5*	4,5±0,5
Точка 2 (подкожно-жировая клетчатка)	6,4±1,0	3,1±0,5	1,2±0,3	2,5±0,6	8,0±0,5	4,1±0,6	2,4±0,3	4,1±0,3
Точка 3 (подкожно-жировая клетчатка)	6,7±0,5	3,2±1,0	–	2,7±0,3	6,8±0,8	4,9±1,1	–	3,3±0,8
Точка 4 (мышечная ткань)	6,7±0,8	3,3±0,6	1,2±0,2	3,3±0,5	9,1±1,1	5,1±0,8	2,8±0,8	4,5±0,6
Точка 5 (мышечная ткань)	6,7±1,2	3,2±0,4	1,2±0,3	3,4±0,6	9,6±0,7*	4,6 ±1,1	1,96±0,4	4,7±0,4
Точка 6 (мышечная ткань)	5,0±0,4	2,7±0,6	0,9±0,2	2,4±0,2	7,1±0,9*	3,7±0,8	1,5±0,7	3,6±0,5*

* — статистическая значимость отличия от исходного уровня, $p < 0,05$.

Обсуждение

Подход к оперативному лечению ортопедических осложнений ЦП заключается в выполнении многоуровневых одномоментных оперативных вмешательств [1, 8, 14, 23, 24, 29, 30]. В нашей серии 119 (87,5%) стоп имели вальгусную девиацию.

В литературе имеются известные публикации, в которых описаны отдаленные результаты (более 25 лет) различных методик коррекции вальгусной и плосковальгусной деформаций стопы [4, 5, 13, 31–34]. Некоторые авторы описывают рецидивы деформации до 25% после оперативного вмешательства [13,14]. Мы считаем, что у пациентов старше 12 лет с ЦП при ригидных болезненных многокомпонентных деформациях стоп и явлениях остеоартроза 2–3 степени рациональнее выполнять трехсуставной артродез. Так же полагают и ряд наших коллег, пациенты которых удовлетворены результатом лечения в 79–95% случаев [6, 9–11, 18, 28 35].

Деформации стоп у подростков и взрослых манифестируют болевым синдромом, изменением мягких тканей в области давления костных элементов и являются одной из причин потери активного самостоятельного передвижения. Несомненно, при одномоментной коррекции сложных деформаций стопы возникает риск нарушения трофики

мягких тканей в области послеоперационной раны и сегмента в целом. В нашей работе было проведено исследование микроциркуляции мягких тканей в области оперативного вмешательства (кожи, подкожно-жировой клетчатки, мышечной ткани) до и после выполнения всех этапов операции и снятия жгута и наложения швов (кожа). Анализ результатов показал, что, несмотря на достаточно большую величину одномоментной коррекции деформации стопы, отсутствует снижение показателей микроциркуляторного кровотока кожи, мышц и подкожно-жировой клетчатки стопы. Наблюдается либо стабилизация, либо увеличение перфузии этих структур. Этот факт свидетельствует о щадящем характере оперативного воздействия и наличии условий для более ранней, чем у других исследователей нагрузки на конечность (через 2 нед. после операции с дополнительными средствами опоры) [2, 9, 15].

По мнению некоторых авторов, трехсуставной артродез стопы особенно показан при нейромышечном дисбалансе [36]. Артродезирующие операции можно выполнять после окончания активного роста костей стопы [10, 11, 28]. Мы выполнили двусторонний корригирующий трехсуставной артродез у пациента с незакрытыми зонами роста (11 лет 8 мес.), но не получили отрицательных

последствий. Вмешательство у этого пациента было обусловлено необходимостью коррекции и стабилизации многокомпонентной деформации стопы.

В сравнении с работами наших коллег, которые исключают нагрузку на оперированную стопу при трехсуставном артродезе в течение 1,5–2 мес. [2, 9, 15], что доставляет ряд неудобств и ограничений, в том числе психологических, мы рекомендуем вертикализацию с постепенно возрастающей нагрузкой на оперированный сегмент через 2 нед. после операции с дополнительными средствами опоры. Потери результата, случаев несращения в исследуемой группе больных при данном подходе зафиксировано не было.

При выполнении трехсуставного артродеза стопы наиболее частым осложнением является отсутствие сращения в зоне одного или нескольких суставов после данной операции. Так, у детей частота несращения составляет до 23% [6, 10, 12, 15, 25, 29], у взрослых — до 46% [16, 29, 34, 37]. При этом почти у 40% больных манифестирует это болью в стопе [15]. Например, по данным исследования I.V. de Groot с соавторами было отмечено 19% несращений, что потребовало последующей ревизии [36]. В нашей работе на амбулаторном осмотре через 6 мес. были констатированы консолидация и перестройка заинтересованных костей во всех случаях, как у детей, так и взрослых. Мы не оставляли диастаза между костями. Если было необходимо, то использовали локальный забор фрагмента кости из области вмешательства на стопе для создания плотного контакта.

В исследовании M. Vlachou и D. Dimitriadis была выявлена глубокая инфекция стопы после трехсуставного артродеза у 2 (3,85%) пациентов. Инфекционных осложнений не отмечено. Однако при одномоментной коррекции тяжелых деформаций у 5 пациентов мы наблюдали вялогранулирующую основную рану стопы, что не повлияла на окончательный результат лечения. Этот факт связан с определенным натяжением мягких тканей при одномоментной коррекции выраженной деформации стопы [15].

По данным литературы, болевые ощущения в послеоперационном периоде отмечались в 20–57% случаев [6, 15, 17, 28]. В нашем исследовании в отдаленном периоде наблюдения были отмечены умеренные боли в стопах после ходьбы у 19 (33,3%) больных.

C.L. Salzman с соавторами выявили в отдаленном периоде наблюдения (более 25 лет) артроз голеностопного сустава у 45% пациентов после выполнения трехсуставного артродеза [34], S.K. Trehan — в 11,5% случаев [6], P.D. Angus — более чем в 50% [27].

На момент амбулаторного контроля в самый отдаленный период (42 мес.) у пациентов в нашем

исследовании не было замечено прогрессирующая дегенеративных процессов в голеностопном суставе.

Заключение

Мы считаем, что использование трехсуставного артродеза стопы в рамках многоуровневого ортопедического лечения больных ЦП с учетом возраста, выраженности основного заболевания пациента, деформации и дегенеративных изменений сегмента является рациональным подходом, при котором не страдает трофика мягкотканых структур сегмента. Метод трехсуставного артродеза стопы позволяет восстановить и стабилизировать правильные взаимоотношения между костными элементами, восстановить опороспособность конечности, что в комплексе позволяет улучшить функциональные возможности и минимизировать риск рецидива деформации. Мы рекомендуем выполнять данную операцию пациентам старше 12 лет с остеоартрозом стопы 2–3 ст., используя предложенный нами способ диссекции мягких тканей. Несмотря на достаточно большую величину одномоментной коррекции деформации стопы, отсутствует снижение показателей микроциркуляторного кровотока мягких тканей в области оперативного вмешательства (кожи, мышц и подкожно-жировой клетчатки стопы) после выполнения всех этапов операции.

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

Конфликта интересов: не заявлен.

Источник финансирования: выполнено по государственному заданию на 2018–2020 гг. (тема № 6).

Литература [References]

1. Miller F. Foot and ankle procedures. In: Miller F. (ed). *Cerebral palsy*. New York: Springer-Verlag; 2004. p. 979–1023.
2. de Coulon G., Turcot K., Canavese F., Dayer R., Kaelin A., Ceroni D. Talonavicular arthrodesis for the treatment of neurological flat foot deformity in pediatric patients: clinical and radiographic evaluation of 29 feet. *J Pediatr Orthop*. 2011;31:557–563. DOI: 10.1097/BPO.0b013e31821fffa0.
3. Lankosz W., Jurkowski J., Zarzycki D., Koniarski A. Triple tarsal arthrodesis in the treatment of spastic foot in cerebral palsy. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2002;4(1):30–32.
4. Yoo W.J., Chung C.Y., Choi I.H., Cho T.J., Kim D.H. Calcaneal lengthening for the planovalgus foot deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2005;25(6):781–785.
5. Sung K.H., Chung C.Y., Lee K.M., Lee S.Y., Park M.S. Calcaneal lengthening for planovalgus foot deformity in patients with cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(5):1682–1690. DOI: 10.1007/s11999-012-2709-5.

6. Trehan S.K., Ihekweazu U.N., Root L. Long-term outcomes of triple arthrodesis in cerebral palsy patients. *J Pediatr Orthop.* 2015;35(7):751-755. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000361.
7. Gage J.R., Schwartz M.L. Pathological gait and lever-arm dysfunction. In: Gage J.R. (ed). *The treatment of gait problems in cerebral palsy.* London: Mac Keith Press, 2004. p. 197.
8. Rodda J.M., Graham H.K., Nattrass G.R., Galea M.P., Baker R., Wolfe R. Correction of severe crouch gait in patients with spastic diplegia with use of multilevel orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(12):2653-2664.
9. Вавилов М.А., Бландинский В.Ф., Громов И.В., Баушев М.А., Платонов С.М. Артодезирующие операции у детей старше 10 лет с деформациями стоп различной этиологии. *Гений ортопедии.* 2016;3:35-38. DOI: 10.18019/1028-4427-2016-3-35-38
Vavilov M.A., Blandinskii V.F., Gromov I.V., Baushev M.A., Platonov S.M. [Arthrodesing surgeries in children above 10 years of age with feet deformities of various etiologies]. *Genij Ortopedii [Orthopaedic Genius].* 2016;3:35-38. (In Russ.). DOI: 10.18019/1028-4427-2016-3-35-38
10. Herring J.A. Disorders of the foot. In: Herring J.A. (ed.) *Tachdjian's pediatric orthopaedics: from the Texas Scottish Rite Hospital for Children.* 5th ed. Philadelphia: WB Saunders, 2014. Vol 2. p. 761-883.
11. Horstmann H.M., Bleck E.E. *Orthopaedic management in cerebral palsy.* 2nd ed. London: Wiley Blackwell, 2007. 425 p.
12. Turriago C.A., Arbeláez M.F., Becerra L.C. Talonavicular joint arthrodesis for the treatment of pes planus valgus in older children and adolescents with cerebral palsy. *J Child Orthop.* 2009;3(3):179-183. DOI: 10.1007/s11832-009-0168-7.
13. Ettl V., Wollmerstedt N., Kirschner S. et al. Calcaneal lengthening for planovalgus deformity in children with cerebral palsy. *Foot Ankle Int.* 2009;30(5):398-404. DOI: 10.3113/FAI.2009.0398.
14. Andreacchio A., Orellana C.A., Miller F., Bowen T.R. Lateral column lengthening as treatment for planovalgus foot deformity in ambulatory children with spastic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(4):501-505.
15. Vlachou M., Dimitriadis D. Results of triple arthrodesis in children and adolescents. *Acta Orthop Belg.* 2009; 75(3):380-388.
16. Smith R.W., Shen W., Dewitt S., Reischl S.F. Triple arthrodesis in adults with non-paralytic disease. A minimum tenyear follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(12):2707-2713.
17. Adams S.B. Jr, Simpson A.W., Pugh L.I., Stasikelis P.J. Calcaneocuboid joint subluxation after calcaneal lengthening for planovalgus foot deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(2):170-174. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3181982c33.
18. Odgaard F.J., Jensen, C.M., Torholm, C. Triple arthrodesis: internal fixation with staples. *Foot Ankle Surg.* 2001;7:31-37.
19. Насретдинова С.М., Шарипов Р. А., Латыпов А.М., Павлов В.Н., Садритдинов М.А., Лешкова В.Е. Оценка анестезиологического обеспечения комбинированных операций в урологии. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2011;6(2):362-364.
Nasretdinova S.M., Sharipov R.A., Latypov A.M., Pavlov V.N., Sadritdinov M.A., Leshkova V.Y. [Assessment of anesthetic management in combined urological operations]. *Meditinskiy vestnik Bashkortostana [Bashkortostan Medical Journal].* 2011;6(2):362-364. (In Russ.).
20. Бокерия Л.А., Сигаев И.Ю., Морозов К.М., Вольгушев В.Е., Пузенко Д.В., Гирина М.Б. Интраоперационная оценка миокардиального кровотока. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2007;1(21):31-34.
Bokeriya L.A., Sigaev I.Yu., Morozov K.M., Volgushev V.E., Puzenko D.V., Girina M.B. [Intraoperative evaluation of myocardial blood flow]. *Regionalnoe krovoobrashtchenie i mikrocirkulyaciya [Regional blood circulation and microcirculation].* 2007;1(21):31-34. (In Russ.).
21. Rosenbaum P.L., Palisano R.J., Bartlett D.J., Galuppi B.E., Russell D.J. Development of the gross motor function classification system for cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(4):249-253. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2008.02045.x.
22. Read H., Hazlewood M., Hillman S., Prescott R., Robb J. Edinburgh visual gait score for use in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2003;23(3):296-301.
23. Tomov A., Bidjamshin R., Evreinov V., Leonchuk S., Popkov D. Results of single-event multilevel orthopedic surgery in children with cerebral palsy. *Adv Pediatr Res.* 2015;2:25. DOI:10.12715/apr.2015.2.25.
24. Попков Д.А., Змановская В.А., Губина Е.Б., Леончук С.С., Буторина М.Н., Павлова О.Л. Результаты многоуровневых одномоментных ортопедических операций и ранней реабилитации в комплексе с ботулинотерапией у пациентов со спастическими формами церебрального паралича. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2015;115(4): 41-48.
Popkov D.A., Zmanovskaya V.A., Gubina E.B., Leonchuk S.S., Butorina M.N., Pavlova O.L. [The results of single-event multilevel orthopedic surgeries and the early rehabilitation used in complex with botulinum toxin treatment in patients with spastic forms of cerebral palsy]. *Zhurnal neurologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry].* 2015;115(4):41-48. (In Russ.).
25. Ryerson E.W. Arthrodesing operations on the feet. *J Bone Joint Surg.* 1923;5:453-471.
26. Novacheck T.F., Stout J.L., Tervo R. Reliability and validity of the Gillette functional assessment questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(1):75-81.
27. Angus P.D., Cowell H.R. Triple arthrodesis. A critical longterm review. *J Bone Joint Surg.* 1986;68(2):260-265.
28. Umeda K., Fucs P.M.M.B., Yamada H.H., Assumpção R.M.C., Svartman C. Triple arthrodesis in cerebral palsy. *Acta Ortop Bras.* 2010;18(5):261-270.
29. Aiona M.D., Sussman M.D. Treatment of spastic diplegia in patients with cerebral palsy: part II. *J Pediatr Orthop B.* 2004;13(3):13-38.
30. Thompson N., Stebbins J., Seniorou M., Wainwright A.M., Newham D.J., Theologis T.N. The use of minimally invasive techniques in multi-level surgery for children with cerebral palsy: preliminary results. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(10):1442-1448. DOI: 10.1302/0301-620X.92B10.24307.
31. Mosca V.S. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hind foot: results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(4):500-512.
32. Grice D.S. An extra-articular arthrodesis of the subastragalar joint for correction of paralytic flat feet in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1952;34 A(4):927-940.
33. Rathjen K.E., Mubarak S.J. Calcaneal-cuboid-cuneiform osteotomy for the correction of valgus foot deformities in children. *J Pediatr Orthop.* 1998;18(6):775-782.

34. Salzman C.L., Fehrle M.J., Cooper R.R., Spencer E.C., Ponseti I.V. Triple arthrodesis: twenty-five and forty-four-year average follow-up of the same patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(10):1391-1402.
35. Шевцов В.И., Долганова Т.И., Сазонова Н.В., Меньшикова И.А. Диагностическая значимость подографии у больных с гонартрозом. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2009;6:32-36. Shevtsov V.I., Dolganova T.I., Sazonova N.V., Menschikova I.A. [Diagnostic significance of podography in patients with gonarthrosis]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2009;6:32-36. (In Russ.).
36. de Groot I.B., Reijman M., Luning H.A., Verhaar J.A. Long-term results after a triple arthrodesis of the hindfoot: function and satisfaction in 36 patients. *Int Orthop.* 2008;32(2):237-241. DOI: 10.1007/s00264-006-0295-4.
37. Wicks E.D., Morscher M.A., Newton M., Steiner R.T., Weine D.S. Partial or non-union after triple arthrodesis in children: does it really matter? *J Child Orthop.* 2016;10(2):119-125. DOI: 10.1007/s11832-016-0730-z.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Леончук Сергей Сергеевич — канд. мед. наук, заведующий 6 травматолого-ортопедическим отделением, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Щурова Елена Николаевна — д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории коррекции деформации и удлинения конечностей, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Попков Дмитрий Арнольдович — д-р мед. наук, профессор РАН, руководитель клиники нейроортопедии, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Чибиров Георгий Мерабович — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, врач травматолого-ортопедического отделения, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Бидямшин Рамиль Равкатович — аспирант, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

Гатамов Орхан Ильхамович — клинический ординатор, ФГБУ «Российский научный центр „Восстановительная травматология и ортопедия“ им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergei S. Leonchuk — Cand. Sci. (Med.), head of the 6th Orthopedic Department, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Elena N. Shchurova — Dr. Sci. (Biol.), leading researcher, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Dmitrii A. Popkov — Dr. Sci. (Med.), professor of Russian Academy of Science, chief of Neuroorthopedic Division, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Georgii M. Chibirov — Cand. Sci. (Med.), researcher, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Ramil' R. Bidiamshin — postgraduate student, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Orkhan I. Gatamov — resident, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Хирургическое лечение последствий вертебральных поражений при сепсисе новорожденных (анализ серии клинических наблюдений)

В.И. Зорин^{1,2}, Д.Г. Наумов¹, А.Ю. Мушкин^{1,2}, В.А. Евсеев¹

¹ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

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

Реферат

Актуальность. Неонатальный сепсис является одной из актуальных проблем современной педиатрии. Ортопедические исходы таких состояний и возможности лечения, в частности, хирургической реконструкции позвоночника, анализируются крайне редко. **Цель исследования** — выявление особенностей патологии и оценка результатов лечения детей с вертебральными осложнениями перенесенного сепсиса новорожденных. **Материал и методы.** Представлен ретроспективный анализ наблюдения и лечения 15 детей, перенесших сепсис новорожденных с поражением позвоночника и последующим формированием грубой кифотической деформации. **Результаты.** Средний возраст детей на момент диагностики патологии позвоночника составил 2,5 мес. В 7 из 15 наблюдений локальный угловой кифоз выявлен после купирования острого состояния. Наиболее часто поражались грудные позвонки, преимущественно на уровне Th7-8. Средняя величина кифоза составила 53°. Все дети оперированы в период с 2006 по 2017 г. в объеме расширенной реконструкции позвоночника с проведением переднего спондилодеза титановой блок-решеткой с аутокостью либо только аутокостью. Вторым этапом проводились задняя инструментальная коррекция и фиксация позвоночника многоопорной ламинарной конструкцией. Средний возраст детей на момент операции составил 14 мес. Средняя величина коррекции кифоза — 27°. Результаты коррекции и переднего спондилодеза были лучше при имплантации титановой блок-решетки с аутокостью. Проведенные гистологическое и бактериологическое исследования операционного материала ни в одном случае не выявили признаков активности инфекционно-воспалительного процесса. Коррекция деформации и восстановление опорности передней колонны позвоночника при операции достигнуты во всех случаях. Различные осложнения в раннем и позднем периодах наблюдения суммарно отмечены в 7 случаях. Повторные вмешательства потребовались у двоих пациентов: в одном случае в раннем периоде (вывих опорного крюка конструкции) и в одном случае — в отдаленном периоде (резорбция трансплантата и рецидив кифотической деформации). **Заключение.** Одно из осложнений сепсиса новорожденных — тяжелый многоуровневый спондилит грудного отдела позвоночника, исходом которого является формирование грубого кифоза на фоне субтотальной деструкции позвонков. Показана принципиальная возможность радикальной реконструкции позвоночника у детей раннего возраста с достижением хорошего анатомо-функционального результата.

Ключевые слова: сепсис новорожденных, спондилит у детей, кифоз, реконструкция позвоночника.

Зорин В.И., Наумов Д., Мушкин А.Ю., Евсеев В.А. Хирургическое лечение последствий вертебральных поражений при сепсисе новорожденных (анализ серии клинических наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):44-52. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-44-52.

Cite as: Zorin V.I., Naumov D.G., Mushkin A.Yu., Evseev V.A. [Surgical Treatment of Spine Deformations after Neonatal Sepsis (The Analysis of Clinical Series)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):44-52. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-44-52.

✉ Зорин Вячеслав Иванович / Vyacheslav I. Zorin; e-mail: zoringlu@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 28.05.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 06.08.2018.

Surgical Treatment of Spine Deformations after Neonatal Sepsis (The Analysis of Clinical Series)

V.I. Zorin^{1,2}, D.G. Naumov¹, A.Yu. Mushkin^{1,2}, V.A. Evseev¹

¹ Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russian Federation

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

Abstract

Background. Neonatal sepsis presents one of the current issues in modern pediatrics. The orthopedic outcomes of such a state and the possibility of treatment, in particular by surgical spinal reconstruction, are rarely analyzed. **Objective.** To analyze pathology features and treatment outcomes in infants with vertebral complications resulted from neonatal sepsis. **Material and Methods.** The analysis of observation and treatment of 15 infants, who have undergone neonatal sepsis which led to vertebral lesion with subsequent gross kyphotic deformity formation, is presented. **Results.** Average age of infants was 2.5 months when spinal pathology was diagnosed. In 7 of the 15 observations, a local angular kyphosis was revealed when the acute phase of disease was already passed („cured“). The thoracic vertebrae were most often affected, mainly Th 7-8 vertebral bodies. Average kyphosis was 53°. All infants were operated on during the period from 2006 to 2017. Each had two-stage spinal reconstruction including the anterior spinal fusion using a titanium mesh cage filled with bone autografts, or an autogenous bone graft only. At the second stage, the instrumental correction and fixation of the spine with a multi-support laminar structure were performed. Average age of patients at the time of surgery was 14 months. Average value of kyphosis correction was 27°. Further correction and anterior spinal fusion were achieved when performing the incorporation of a titanium mesh cage with bone autografts. The histological and bacteriological examination of the surgical material did not reveal any signs of infection or inflammation. Correction of deformity and restoration of the supporting strength of anterior vertebral column as a result of surgery were achieved in all cases. Various complications in the early and late follow-up period were reported in a total of 7 cases. Repeated interventions were required in two patients: in one case in the early period (dislocation of the structure supporting hook) and in one case in the long-term period (graft resorption and kyphotic deformity relapse). **Conclusion.** One of the complications of neonatal sepsis is severe multilevel thoracic spondylitis, the outcome of which is the formation of severe kyphosis against the background of subtotal bone vertebral destruction. The principal possibility of radical spine reconstruction in infants with achievement of good anatomical and functional results is shown.

Keywords: neonatal sepsis, spondylitis in infants, kyphosis, spinal reconstruction.

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

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

Publishing ethics: legal representatives of children given the informed consent to clinical cases publication.

Введение

Неонатальный сепсис остается одной из актуальных проблем современной педиатрии: в структуре причин смертности новорожденных он занимает 2–3-е место с уровнем летальности, достигающим 50% [1, 2]. В настоящее время выделены факторы риска развития сепсиса новорожденных (недоношенность, беременность с продолжительным гестозом, осложненный акушерско-гинекологический анамнез, внутриутробные инфекции), а также его диагностические клиничко-лабораторные критерии. При этом акцентируется внимание на том, что бактериологическая верификация возбудителя не превышает 45% [3–6]. Значительное место уделяется дифференцированию раннего и позднего сепсиса новорожденных, в основе которого лежит возраст ребенка на момент дебюта заболевания: несмотря на то, что общепринятым считается 72-часовой интервал, в литературе име-

ются указания на 48-часовой и 7-суточный рубеж, также есть мнение об отсутствии принципиального влияния такого деления на выбор терапии [7–10].

Наиболее частыми локальными проявлениями сепсиса новорожденных являются пневмония, энтероколит, менингит, воспаления мягких тканей и остеомиелит [1, 3, 4, 10]. Лишь отдельные описания клинических примеров посвящены поражениям позвоночника [11–13]. Исходы таких состояний и возможности лечения, в частности, хирургической реконструкции позвоночника, анализируются крайне редко [14]. Вместе с тем, по мере совершенствования схем терапии и повышения выживаемости детей, перенесших сепсис в неонатальном периоде, актуальность проблемы, вероятно, будет возрастать.

Цель исследования — выявление особенностей патологии и оценка результатов лечения детей с вертебральными осложнениями перенесенного сепсиса новорожденных.

Материал и методы

Дизайн исследования: ретроспективная моноцентровая клиническая серия. Проведен анализ данных 15 детей, перенесших сепсис новорожденных, у которых в результате деструктивного поражения тел позвонков развилась грубая деформация позвоночника.

Набор материала осуществлен на основании следующих критериев включения:

- глубина ретроспекции 2017–2006 гг.;
- возраст первичной манифестации инфекционного соматического заболевания, соответствующего сепсису новорожденных — до 90 дней после рождения;
- наличие деструкции позвонков и кифотической деформации, послуживших показанием к направлению в клинику для оперативного лечения;
- исключение специфической (туберкулезной, в том числе поствакцинальной) этиологии спондилита путем морфологического и бактериологического, в том числе молекулярно-генетического, исследования материала из зоны поражения.

В ходе исследования изучены:

- данные пре-, пери- и постнатального анамнеза, акушерско-гинекологические факторы риска;
- клинические симптомы дебюта септического состояния, локальные проявления инфекционно-воспалительного процесса;
- клиническая симптоматика вертебральных поражений, в том числе особенности неврологического статуса;
- лучевая семиотика поражений позвоночника при сепсисе новорожденных на различных этапах от первичной диагностики до момента формирования спондилита после проведенного хирургического лечения;
- результаты бактериологического и гистологического исследования операционного материала.

Средний срок наблюдения пациентов составил $2 \pm 0,2$ года от момента основного вмешательства.

Малочисленность выборки и длительность набора ретроспективного материала (12 лет) не позволили выполнить полноценный статистический анализ.

Результаты

Основные клинические характеристики анализируемой группы пациентов представлены в таблице.

Учитывая отсутствие полноценных архивов лучевых исследований пациентов № 6, 11, 13, их данные при расчете соответствующих показателей в группе не учитывались.

Изучение анамнеза показало наличие акушерско-гинекологических и перинатальных факторов риска у 14 из 15 детей: недоношенность, тяжелые

формы гестоза, инфекции у матери, ЭКО. У одного ребенка септическое состояние развилось как осложнение кардиохирургического вмешательства в месячном возрасте (№ 5, табл.).

Двое детей заболели в первые 72 часа (ранняя форма сепсиса новорожденных), в 13 случаях дебют сепсиса составил от 3 суток до 3 мес. после рождения (в среднем — 28 дней), что соответствует поздней форме сепсиса новорожденных (late onset neonatal sepsis — LONS). Во всех случаях дебют заболевания был представлен лихорадкой (подъем температуры выше 38°), симптомами интоксикации, в 10 случаях (67%) диагностирована пневмония. У 6 детей отмечались коксит, гонит, отит, абсцесс грудной клетки, менингит, энтероколит.

Поражения позвоночника никогда не манифестировали в дебюте заболевания, нередко случайно выявляясь в ходе лучевого обследования (КТ, МРТ), проведенного по поводу пневмонии или контроля ее динамики. В 7 из 15 наблюдений патология позвоночника в виде локальной деформации выявлена родителями уже после купирования острого состояния. Минимальный срок от начала клинических проявлений сепсиса до диагностики вертебральных поражений составил 21 день, при этом в среднем этот показатель составил 2,5 мес. Следует отметить, что у троих пациентов выявленные изменения первично интерпретировались как опухолевый процесс, по поводу чего детей продолжительное время обследовали, консультировали, в одном случае проводилась биопсия.

В период активного воспалительного процесса все дети получали интенсивную медикаментозную, антибактериальную терапию по месту жительства, на фоне которой достигнуто купирование септического состояния. Согласно архивным лучевым данным (КТ и МРТ), изначально во всех случаях патологическая картина включала деструкцию тел позвонков, отек паравертебральных тканей, нередко с экссудативным компонентом, расценивавшимся как абсцессы. На фоне регресса мягкотканного компонента нарастали явления деструкции позвонков, вплоть до полного разрушения тел с формированием грубой прогрессирующей кифотической деформации (рис. 1).

Поражения грудных позвонков имели место в 14 наблюдениях, шейных — у 3 пациентов, при этом наиболее типичной оказалась деструкция Th7-8 позвонков, отмеченная в 73% (рис. 2).

Двухуровневые поражения отмечены у 2 детей, множественные (полисегментарные) деструкции трех и более позвонков — в 13 наблюдениях. Изолированное поражение шейного отдела позвоночника имелось у одного ребенка.

Таблица

Основные клинические характеристики анализируемой группы пациентов

№ наблюдения	Пол	Локальные проявления сепсиса	Возраст детей на момент			Уровень вертебрального поражения	Неврологический статус до операции (тип по Frankel)	Величина кифоза			Вариант переднего спондилодеза	Срок наблюдения
			дебюта сепсиса	дебюта выявления вертебральных поражений	операции на позвоночнике			до операции	после операции	в конце периода наблюдения		
1	М	Пневмония, отит	1 мес.	4 мес.	14 мес.	Th7-10	D	72°	32°	32°	TMC+AK	1 год
2	М	Пневмония	10 дн.	1 мес.	7 мес.	Th7-10	E	62°	25°	25°	AK	2,5 года
3	Ж	Пневмония	20 дн.	2 мес.	8 мес.	Th7-10	E	50°	39°	63°	AK	2 года
4	М	Абсцесс грудной клетки	14 дн.	1 мес.	7 мес.	Th5-8	E	47°	34°	34°	AK	1,5 года
5	М	Нагноение операционной раны, пневмония	1 мес.	7 мес.	21 мес.	C5-7, Th4-7, Th12-L1	E	80°	32°	32°	TMC+AK	3 года
6	М	Колит	2 нед.	2,5 мес.	11 мес.	C3-4	D	40°	–	–	АлК	2 года
7	М	Пневмония, коксит	1 мес.	1,5 мес.	14 мес.	Th5-8	E	40°	14°	14°	TMC+AK	2 года
8	М	Пневмония, абсцесс грудной клетки, флегмона кисти	3 мес.	4 мес.	13 мес.	Th5-8	E	45°	25°	25°	TMC+AK	3 года
9	Ж	Пневмония	1,5 мес.	5 мес.	7 мес.	Th8-10	D	54°	40°	40°	TMC+AK	4 года
10	М	Менингит, энтероколит	9 дн.	12 мес.	35 мес.	Th3-8	E	37°	18°	34°	TMC+AK	2 года
11	М	Нет	1 мес.	1,5 мес.	9 мес.	Th9	E	–	–	–	AK	1,5 года
12	М	Пневмония	3 дн.	3 мес.	13 мес.	Th5-8	E	65°	31°	31°	AK	3 года
13	М	Пневмония	1 сут.	4 мес.	8 мес.	C4-7, Th9-11	E	57°	–	–	AK	1 год
14	М	Пневмония	2 нед.	2 мес.	8 мес.	Th2-5	E	64°	33°	33°	AK	1,5 года
15	М	Нет	1 мес.	2 мес.	12 мес.	Th5-7	E	52°	22°	22°	TMC+AK	1 год

TMC (titanium mesh cages) — титановые сетчатые импланты; AK — аутокость; АлК — аллокость.

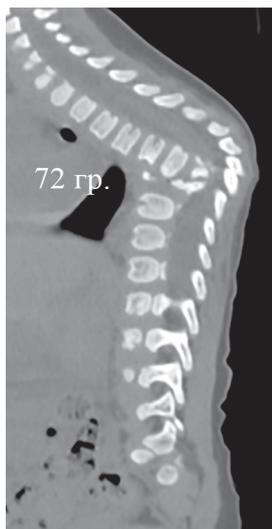


Рис. 1. Последствия сепсиса: грубая кифотическая деформация; КТ, сагиттальный срез: субтотальная деструкция Th7-Th10, кифоз 72°, стеноз позвоночного канала

Fig. 1. Outcome of neonatal sepsis: severe kyphotic deformity — CT scan, sagittal view: subtotal destruction of Th7-Th10 vertebrae, kyphos 72°, spinal stenosis

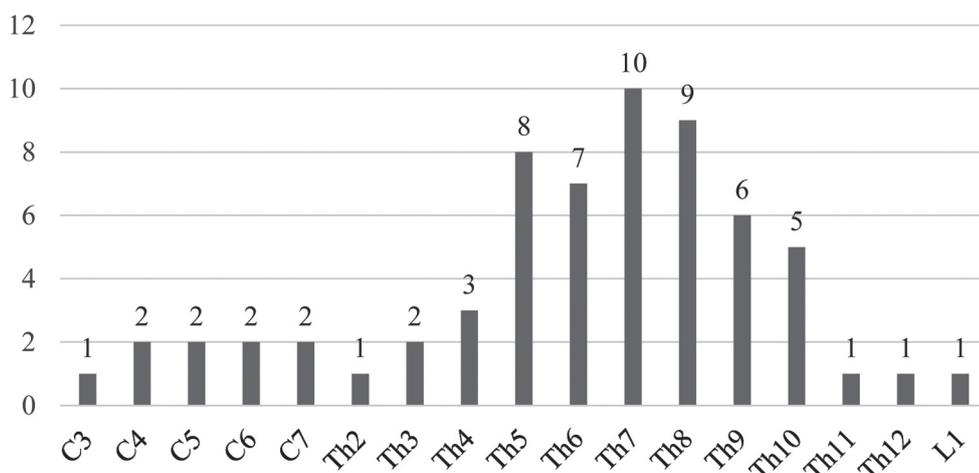


Рис. 2. Частота поражения позвонков при сепсисе новорожденных

Fig. 2. Incidence of vertebral lesions in neonatal sepsis

У всех детей при поступлении в клинику симптоматика была представлена локальной ригидной безболезненной кифотической деформацией. По данным лучевых исследований (рентгенограммы, КТ, МРТ), средняя величина кифоза составила 53° (min 37°; max 80°). На фоне деструкции тел позвонков деформация сопровождалась дорсальной миграцией их фрагментов со стенозом позвоночного канала на вершине, однако неврологические нарушения имелись лишь у 3 пациентов (во всех случаях — Frenkel тип D). Мягкотканые паравертебральные изменения характеризовались невыраженным отеком и уплотнением.

Клинико-рентгенологические данные: прогрессирующая деформация позвоночника на фоне дефекта передней колонны, включающего в большинстве случаев два и более сегмента, с позиций современной вертебрологии трактуется как прогрессирующий кифоз на фоне деструктивной нестабильности и неопорности позвоночника, что является абсолютным показанием к хирургическому лечению ввиду неблагоприятного прогноза его естественного течения. Всем паци-

ентам выполнены реконструктивные вмешательства с целью восстановления профиля позвоночника и его физиологической опорной функции. Условным ограничением проведения реконструктивного вмешательства являлось достижение пороговой величины массы тела ребенка 8 кг, что обусловлено техническими особенностями современного спинального инструментария для детей раннего возраста. Средний возраст пациентов на момент операции составил 14 мес. (min 7 мес.; max 3 года).

У 13 детей операция выполнена в два этапа (передняя реконструкция и задняя инструментальная коррекция и фиксация) в одну хирургическую сессию. У одного ребенка лечение было разделено на две операции (первым этапом выполнен передний спондилодез, через 7 дней — задняя инструментальная фиксация) ввиду грубого кифоза (80°), сложности выполнения первого этапа и нестабильной гемодинамики. У ребенка с деструкцией шейного отдела позвоночника на уровне C2-5 операция ограничена только передней реконструкцией (№ 6 в табл.).

При планировании операций мы сразу отказались от выполнения принятой при кифозах у взрослых укорачивающей вертебротомии (операции типа VCR), связанной с существенным укорочением длины позвоночника, что не приемлемо для растущего ребенка.

Доступ к телам грудных позвонков у 12 больных осуществляли посредством правосторонней торакотомии с резекцией ребра, у двоих — полный объем операции выполнен из заднего доступа. При радикальном удалении патологических тканей, представленных конгломератом фрагментов костной, хрящевой и рубцовой тканей, осуществляли также и переднюю декомпрессию позвоночного канала. Ни в одном случае при этом не было выявлено макроскопических признаков активного воспалительного процесса. Пострезекционный дефект передней колонны позвоночника протяженностью от двух до пяти сегментов реконструировали в условиях ручной либо временной передней инструментальной реклинации посредством имплантации фрагментов ребра (7 пациентов) или титановой блок-решетки с аутокостью (8 пациентов); применение ТМС у детей начато в клинике с 2013 г.).

Вторым этапом у 14 детей установлена задняя конструкция с ламинарными опорами с двух сторон и формированием верхних и нижних захватов по типу «клешни» (рис. 3). Дополнительная коррекция деформации проводилась при напряжении конструкции. При этом наличие остаточной кифотической деформации, что обычно прогнозиро-

валось при исходной величине кифоза более 60°, являлось показанием к моносегментарной вершинной ламинэктоми. На завершающем этапе выполняли задний костнопластический спондилодез фрагментами ауторебер, укладывая их на дуги, по протяженности соответствующие передней реконструкции позвоночника.

У одного ребенка с деформацией шейного отдела позвоночника реконструкция только из переднего доступа обеспечила решение всех задач вмешательства.

Средняя продолжительность операции составила $3\text{ ч }30 \pm 52$ мин, средний объем кровопотери — $15,6 \pm 5,8\%$ ОЦК. В 3 случаях при наличии признаков миелопатии перед операцией неврологическая симптоматика полностью регрессировала в послеоперационном периоде. Средняя величина коррекции кифоза составила 27°, при использовании титанового имплантата с аутокостью она на 7° превышала эффективность вмешательств, выполненных с использованием только аутокости для переднего спондилодеза.

Осложнения, зарегистрированные у 7 (47%) пациентов, не имели однородности:

- интраоперационное кровотечение из эпидуральных сосудов (1 наблюдение) купировано местными гемостатическими средствами, проведена гемотрансфузия;
- послеоперационный корешковый синдром (один случай) купирован консервативно нейротропной терапией;

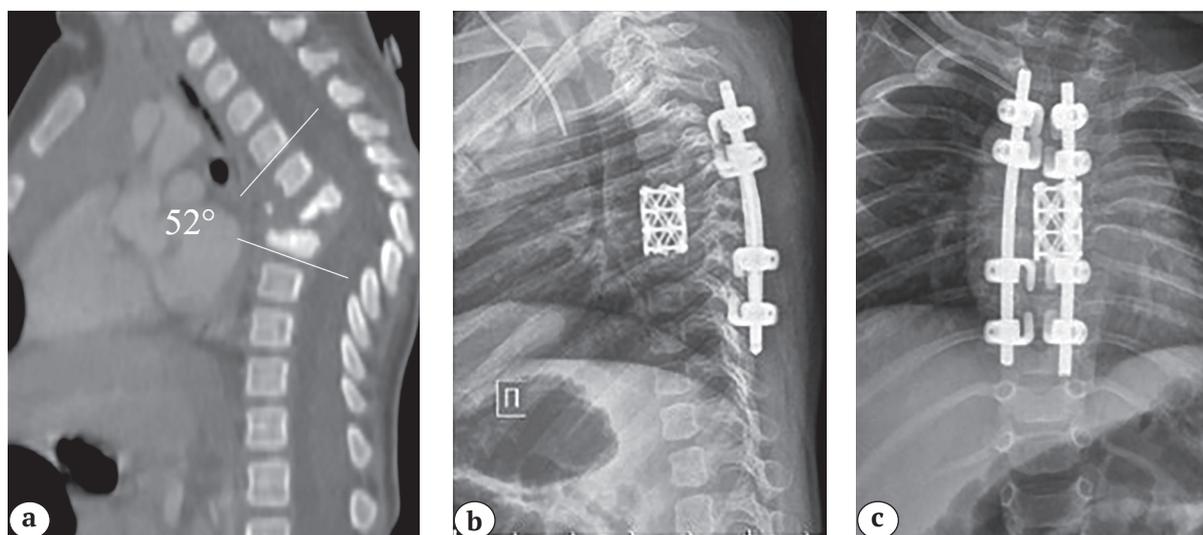


Рис. 3. Пациент 8 мес., последствия сепсиса новорожденных с поражением Th5-Th7: а — КТ, сагиттальный срез, кифоз 52° на фоне субтотальной деструкции Th5-Th7; б, с — контрольные рентгенограммы после реконструкции позвоночника

Fig. 3. Infant, 8 months old, the effects of neonatal sepsis with lesion of Th5-Th7 vertebrae: а — CT scan, sagittal view, kyphosis is 52° combined with subtotal destruction of Th5-Th7 vertebrae; б, с — postoperation X-rays

– осложнения раннего послеоперационного периода: нестабильность конструкции из-за вывиха опорного крючка на четвертый день после операции (1) и некроз краев раны в области заднего доступа (1) купированы, соответственно, перестановкой металлоконструкции и некрэктомией с ушиванием раны.

В двух из трех случаев поздних осложнений (в сроки более 1 года после операции) отмечен перелом (псевдоартроз) переднего монокомпонентного реберного трансплантата, причем в одном наблюдении достигнута при операции коррекция сохранялась за счет задней стабилизации и спондилодеза. Во втором случае произошла потеря коррекции на 25° (кифоз 63°) через год после удаления задней конструкции (2 года после реконструкции позвоночника), что потребовало повторного реконструктивного вмешательства. В третьем случае на фоне переднего спондилодеза титановой блок-решеткой с аутокостью после удаления задней конструкции потеря коррекции составила 14° при общем кифозе 34° , что не выходит за пределы физиологической величины. Ребенок продолжает наблюдаться.

В остальных случаях достигнутая коррекция сохраняется. У 6 больных задняя металлоконструкция не удалена (показанием к ее удалению является подтвержденный по КТ передний спондилодез), дети оперированы в последние 2 года.

Гистологическое и бактериологическое исследования операционного материала ни в одном случае не выявили признаков активности инфекционно-воспалительного процесса, ни в одном наблюдении не было зарегистрировано инфекционных осложнений после операции.

Обсуждение

Тяжелый многоуровневый спондилит грудного отдела позвоночника, исходом которого является формирование грубого кифоза на фоне субтотальной деструкции позвонков, на наш взгляд, является относительно редким, но не казуистическим осложнением сепсиса новорожденных. Проведенный анализ анамнеза и архивных лучевых данных указывает на довольно типичные характеристики процесса, а возникающие сложности в интерпретации имеющейся семиотики, поздняя и случайная диагностика, неправильная лечебная тактика, вероятно, обусловлены редкостью патологии, а также скудностью информации по этой проблеме не только в отечественной, но и в зарубежной литературе.

Особенностью представленной в публикации серии наблюдений является достаточно ранний возраст детей на момент оперативных вмешательств. Вероятно, этим частично можно объяснить редкость публикаций на эту тему. Такая патология

встречается в детской вертебралогии, но обычно у детей более старшего возраста, в частности при специфических спондилитах и опухолевых процессах, и крайне редко — при аномалиях позвонков.

Использованная нами хирургическая тактика основана на принципах современной детской ортопедии и травматологии — ранняя реконструкция дефекта с восстановлением анатомии и функции пораженного сегмента с учетом перспективы роста и развития ребенка.

Рост и развитие позвоночника у детей в условиях полисегментарной передней реконструкции, необходимой для лечения последствий вертебральных поражений, при сепсисе новорожденных в частности, представляет собой нерешенный вопрос современной вертебралогии. Полноценный ответ на него может быть получен только через 10–15 лет, при достижении пациентами пубертатного периода. Однако этот аспект проблемы пока остается за рамками представленной публикации.

Заключение

Спондилит как одно из осложнений сепсиса новорожденных, как правило, диагностируется при уже купированном остром воспалительном процессе. Типичные лучевые проявления спондилита — выраженная деструкция, чаще полисегментарная, паравертебральный мягкотканый компонент, угловая кифотическая деформация — при хорошем соматическом состоянии ребенка позволяют воздержаться от экстренной инвазивной диагностики или лечебной тактики. Исключения представляют случаи выраженных неврологических проявлений компрессии спинного мозга: несколько таких пациентов консультированы нами заочно, по срочным показаниям им выполнены декомпрессивные нейрохирургические вмешательства по месту жительства.

Постдеструктивный дефект передней колонны, обуславливающий многоуровневую нестабильность позвоночника, является показанием к операции, цель которой — коррекция деформации и восстановление его опорности. Объем реконструкции, представленный в публикации, представляется нам оптимальным, т.к. позволяет избежать недостатков укорачивающей вертебротомии типа VCR.

Ранний возраст детей не исключает эффективную реконструкцию позвоночника (передний и задний спондилодез в сочетании с задней инструментальной коррекцией и фиксацией), проведение которой на фоне затихания активного процесса относительно безопасно и обеспечивает ребенку возможность полноценного развития.

Весовые ограничения (масса тела 8 кг) сегодня не являются принципиальными и обусловлены

техническим соответствием спинального инструментария анатомо-функциональному состоянию ребенка. Безусловно, подобные операции относятся к высокому уровню риска и должны выполняться только в специализированных клинических центрах.

Данная работа частично включает данные клинической серии, опубликованные нами ранее [14]. В настоящем исследовании материал дополнен новыми наблюдениями, расширенным анализом патологии и современной литературой.

Этика публикации: законные представители пациента дали добровольное согласие на публикацию клинических наблюдений.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Любимова М.А., Черненко Ю.В., Панина О.С., Лаврова Д.Б. Неонатальный сепсис: клинический случай. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2013;9(1):106-109.
Ljubimova M.A., Chernenkov Ju.V., Panina O.S., Lavrova D.B. [Neonatal sepsis: the clinical case]. *Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal* [Saratov Journal of Medical Scientific Research]. 2013;9(1):106-109. (In Russ.).
- Данилова В.В. Современные взгляды на диагностику сепсиса у новорожденных. *Медицина неотложных состояний*. 2016;7(78):120-123.
Danilova V.V. [Modern views of the diagnosis of sepsis in newborns]. *Medicina neotlozhnyh sostojanij* [Emergency Medicine]. 2016;7(78):120-123. (In Ukraine).
- Шабалов Н.П., Иванов Д.О. Неонатальный сепсис: клиника, диагностика и лечение. *Академический медицинский журнал*. 2001;1(3):81-88.
Shabalov N.P., Ivanov D.O. [Neonatal sepsis: clinic, diagnostics and treatment]. *Meditsinskiy akademicheskiy zhurnal* [Medical Academic Journal]. 2001;1(3):81-88. (In Russ.).
- Яцык Г.В., Бомбардинова Е.П. Сепсис новорожденных. Современные проблемы диагностики и лечения. *Практика педиатра*. 2009;(февраль):6-9.
Jacyk G.V., Bombardirova E.P. [Sepsis of newborn. Modern problems of diagnosis and treatment]. *Praktika pediatria* [Pediatric practice]. 2009;(February):6-9. (In Russ.).
- Иванов Д.О., Шабалов Н.П., Петренко Ю.В. Неонатальный сепсис. Опыт построения гипотезы. *Детская медицина Северо-Запада*. 2012;3(3):37-45.
Ivanov D. O., Shabalov N. P., Petrenko Ju.V. [Neonatal sepsis. Experience of the hypothesis]. *Detskaya meditsina Severo-Zapada*. [Children's Medicine of the North-West]. 2012; 3(3): 37-45. (In Russ.).
- Хаертынов Х.С., Анохин А.В., Бойчук С.В. Патофизиология неонатального сепсиса. *Вестник современной клинической медицины*. 2014;7(6): 97-103.
Haertynov H.S., Anohin A.V., Bojchuk S.V. [Pathophysiology of neonatal sepsis]. *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*. [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]. 2014;7(6):97-103. (In Russ.).
- Alcock G., Liley H.G., Cooke L., Gray P.H. Prevention of neonatal late-onset sepsis: a randomised controlled trial. *BMC Pediatr*. 2017;17(1):98.
DOI: 10.1186/s12887-017-0855-3.
- Cortese F., Scicchitano P., Gesualdo M., Filaninno A., De Giorgi E., Schettini F. et al. Early and late infections in newborns: where do we stand? A Review. *Pediatrics and Neonatology*. 2016;57(4): 265-273.
DOI: 10.1016/j.pedneo.2015.09.007.
- Dong Y., Speer C.P. Late-onset neonatal sepsis: recent developments. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2015;100(3):257-263. DOI:10.1136/archdischild-2014-306213.
- Сурков Д.Н., Суркова А.Д., Иванов Д.О. Эпидемиология неонатального сепсиса: анализ работы отделения интенсивной терапии для новорожденных. *Вестник современной клинической медицины*. 2014;7(6):56-61.
Surkov D.N., Surkova A.D., Ivanov D.O. Epidemiology of neonatal sepsis: neonatal intensive care unit experience. *Vestnik sovremennoi klinicheskoi meditsiny*. [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]. 2014;7(6):56-61. (In Russ.).
- Krzysztofciak A., Bozzola E., Lancellata L., Bocuzzi E., Vittucci A.C., Marchesi A., Villani A. Linezolid therapy in a perinatal late-onset Staphylococcus aureus sepsis complicated by spondylodiscitis and endophthalmitis. *Infez Med*. 2015;23(4):353-357.
- Theilen U., Stark, Kalima P., Watt A. Spinal abscess with spinal cord compression following late onset neonatal sepsis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2006;91(5):362.
DOI: 10.1136/adc.2006.098517.
- Mushkin A.Y., Malyarova E.Y., Evseev V.A., Yablonskii P.K. Surgical treatment of spondylitis and diaphragm relaxation in patient less than 1 year old. *Neurol Neurochir Pol*. 2016;(50):374-378.
DOI: 10.1016/j.pjnns.2016.05.003.
- Мушкин А.Ю., Першин А.А., Наумов Д.Г., Мальярова Е.Ю., Маламашин Д.Б. Вертебральные осложнения позднего сепсиса новорожденных. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(4):79-84.
Mushkin A.Ju, Pershin A.A, Naumov D.G, Maljarova E.Ju, Malamashin D.B. [Vertebral complications of late-onset neonatal sepsis]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery] 2016;13(4):79-84.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Зорин Вячеслав Иванович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, клиника детской хирургии и ортопедии, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; ассистент кафедры детской хирургии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Vyacheslav I. Zorin — Cand. Sci. (Med.), orthopedic surgeon, Pediatric Surgery Clinic, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; assistant of Pediatric Surgery Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Наумов Денис Георгиевич — клинический ординатор, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Мушкин Александр Юрьевич — д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела внелегочного туберкулеза, руководитель клиники детской хирургии и ортопедии ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Евсеев Валерий Александрович — заведующий отделением детской хирургии и ортопедии, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург

Denis G. Naumov — resident physician, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint-Petersburg, Russian Federation

Alexander Yu. Mushkin — Dr. Sci. (Med.), professor, head of Extrapulmonary Tuberculosis Department, head of Pediatric Surgery Clinic, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; professor of Department of Pediatric Orthopedics, Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

Valerii A. Evseev — head of the Department of Pediatric Surgery and Orthopedics, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russian Federation

Сравнительный анализ положения транспедикулярных винтов у детей с врожденным сколиозом: метод «свободной руки» (*in vivo*) и шаблоны-направители (*in vitro*)

Д.Н. Кокушин, С.В. Виссарионов, А.Г. Баиндурашвили, А.В. Овечкина, М.С. Познович

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

Реферат

Цель исследования — сравнительная оценка корректности положения транспедикулярных винтов, установленных в тела позвонков у детей младшего и дошкольного возраста с врожденным кифосколиозом грудного и поясничного отделов позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков методом «свободной руки» *in vivo* и в пластиковые модели позвонков при помощи шаблонов-направителей (ШН) *in vitro*. **Материал и методы.** Работа основана на ретроспективном анализе результатов лечения 10 пациентов с врожденным кифосколиозом на фоне нарушения формирования позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника. Возраст пациентов: 2 года 2 мес. — 6 лет 8 мес. (средний возраст — 3 года 8 мес.). Распределение по полу — 6 мальчиков, 4 девочки. На основании МСКТ-исследования позвоночника, выполненного в послеоперационном периоде, осуществляли оценку корректности положения установленных транспедикулярных винтов корригирующей многоопорной металлоконструкции. Эти пациенты составили группу 1 (*in vivo*). Группа 2 (*in vitro*) сформирована из 27 пластиковых моделей позвонков с установленными в них транспедикулярными винтами при помощи шаблонов-направителей. Корректность положения установленных транспедикулярных опорных элементов оценивали на основании шкалы S.D. Gertzbein с соавторами (1990). **Результаты.** В группе 1 количество транспедикулярных винтов составило 52. Корректность положения установленных винтов по степени смещения: Grade 0 — 53,8%, Grade I — 25%, Grade II — 11,6%, Grade III — 9,6%. Количество винтов со степенью смещения Grade 0 + Grade I составило 41 (78,8%). В группе 2 количество винтов составило 54. Корректность положения установленных винтов по степени смещения: Grade 0 — 94,4%, Grade I — 1,9%, Grade II — 3,7%. Количество винтов со степенью смещения Grade 0 + Grade I составило 52 (96,3%). **Заключение.** Количество корректно установленных транспедикулярных винтов в пластиковые модели позвонков детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника при помощи шаблонов-направителей значимо выше количества корректно установленных винтов методом «свободной руки» (96,3% против 80,8%, $p = 0,011$). Полученные результаты применения шаблонов-направителей *in vitro* показали высокую точность и корректность установки транспедикулярных винтов, что дает перспективы использования этого вида навигации в клинической практике у детей раннего возраста с врожденным сколиозом.

Ключевые слова: врожденный сколиоз, полупозвонок, транспедикулярная фиксация, шаблон-направитель, 3D-прототипирование, дети.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-53-63

Comparative Analysis of Pedicle Screw Placement in Children with Congenital Scoliosis: Freehand Technique (*in vivo*) and Guide Templates (*in vitro*)

D.N. Kokushin, S.V. Vissarionov, A.G. Baidurashvili, A.V. Ovechkina, M.S. Poznovich

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

☞ Кокушин Д.Н., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Овечкина А.В., Познович М.С. Сравнительный анализ положения транспедикулярных винтов у детей с врожденным сколиозом: метод «свободной руки» (*in vivo*) и шаблоны-направители (*in vitro*). *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):53-63. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-53-63.

Cite as: Kokushin D.N., Vissarionov S.V., Baidurashvili A.G., Ovechkina A.V., Poznovich M.S. [Comparative Analysis of Pedicle Screw Placement in Children with Congenital Scoliosis: Freehand Technique (*in vivo*) and Guide Templates (*in vitro*)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):53-63. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-53-63.

☒ Кокушин Дмитрий Николаевич / Dmitriy N. Kokushin; e-mail: partgerm@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 09.08.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 25.09.2018.

Abstract

Objective. To evaluate accuracy between pedicle screw placement in vertebral bodies achieved in vivo with freehand techniques versus their placement in vertebrae plastic models achieved in vitro with the use of guide templates, in toddlers and preschool children with congenital kyphoscoliosis of the thoracolumbar transition and lumbar spine amid the vertebral malformation. **Material and Methods.** The research is based on a retrospective analysis of the results of treatment of 10 patients with congenital kyphoscoliosis of the thoracolumbar transition and lumbar spine amid the vertebral malformation. Age – from 2 years 2 months to 6 years 8 months old (mean 3 years 8 months old), gender – 6 boys, 4 girls. Based on the postoperative multi-slice spiral computed tomography (MSCT) of the spine, the pedicle screws placement accuracy of the correcting multi-support metalwork was evaluated. These patients constituted the 1st research group (in vivo group). The 2nd research group (in vitro group) was formed from 27 vertebrae plastic models with pedicle screws inserted in them with the use of guide templates. The placement accuracy of the installed pedicle support elements was assessed based on the S.D. Gertzbein et al. scale (1990). **Results.** In the 1st group, there were 52 pedicle screws placed. The screw placement accuracy according to the rate of misplacement, as follows: 53.8% in Grade 0, 25% in Grade I, 11.6% in Grade II, 9.6% in Grade III. The number of screws with the rate of misplacement in Grade 0 + Grade I was 41 (78.8%). In the 2nd group, there were 54 screws placed and slightly larger than the 1st group. The screw placement accuracy according to the rate of misplacement was 94.4% in Grade 0, 1.9% in Grade I, 3.7% in Grade II, respectively. The number of screws with the rate of misplacement in Grade 0 + Grade I was 52 (96.3%). **Conclusions.** Comparative analysis showed that the number of pedicle screws successfully placed in vertebrae plastic models in children with congenital deformities of the thoracolumbar transition and lumbar spine achieved with the use of guide templates was significantly higher than the number of screws successfully placed with freehand techniques (96.3% versus 80.8%, $p = 0.011$). The results obtained with method of navigation templates in vitro showed high precision and accuracy of pedicle screw placement which gives the prospect for using this type of navigation in clinical practice in toddlers with congenital scoliosis.

Keywords: congenital scoliosis, hemivertebra, transpedicular fixation, guide templates, 3D-printing of prototypes, children.

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

Funding: this study was carried out within the framework of the Union State program «Development of new spinal systems using prototyping technologies in the surgical treatment of children with severe congenital deformities and spine injuries».

Publishing ethics: legal representatives of children given the informed consent to clinical cases publication.

Введение

При хирургической коррекции врожденных деформаций позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков у детей наибольшее распространение получила экстирпация полупозвонка с последующим радикальным исправлением искривления и фиксацией позвоночника локальной металлоконструкцией в раннем возрасте [1–5]. Хирургические вмешательства при врожденных сколиозах у детей старшего возраста не позволяют получить радикальную коррекцию деформации [6]. Метод транспедикулярной фиксации, по сравнению с ламинарной, с позиций биомеханики обладает преимуществами, однако несет риск мальпозиции винтов, обусловленный структуральными изменениями позвонков на фоне сколиотического процесса и пороков развития позвоночного столба [7]. В связи с этим при хирургическом лечении пациентов с врожденным сколиозом важно обеспечить корректную установку транспедикулярных опорных элементов.

Самым распространенным методом установки транспедикулярных винтов (ТВ) в хирургии позвоночника в целом и у пациентов детского возраста с врожденными деформациями в частности является метод «свободной руки» с последующим флюо-

роскопическим контролем корректности положения опорных элементов в телах позвонков [8]. В зарубежной литературе имеются единичные сообщения, в которых проводится анализ корректности положения ТВ, установленных детям с врожденными деформациями позвоночника при помощи интраоперационного компьютерного томографа (O-arm) и системы активной оптической навигации [9].

В последнее время все большее распространение получает использование шаблонов-направителей (ШН) для установки ТВ при различных заболеваниях и деформациях позвоночного столба (травма позвоночника, дегенеративно-дистрофические и воспалительные заболевания, патология краниовертебральной области, идиопатический сколиоз и др.). Данные этих публикаций показывают достаточно высокую точность и корректность положения ТВ, установленных в костные структуры позвонков в различных анатомических отделах [10–13].

Однако при анализе отечественной и зарубежной литературы мы не нашли публикаций, посвященных вопросам использования ШН для установки ТВ при врожденных сколиозах у детей младшего и дошкольного возраста.

Цель исследования — сравнительная оценка корректности положения транспедикулярных

винтов, установленных в тела позвонков у детей младшего и дошкольного возраста с врожденным кифосколиозом грудного и поясничного отделов позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков методом «свободной руки» *in vivo* и в пластиковые модели позвонков при помощи шаблонов-направителей (ШН) *in vitro*.

Материал и методы

Работа основана на ретроспективном анализе результатов обследования и хирургического лечения рандомизированной когорты, состоящей из 10 пациентов (6 пациентов мужского пола и 4 — женского пола) в возрасте от 2 лет 2 мес. до 6 лет 8 мес. (средний возраст — 3 года 8 мес.) с врожденным кифосколиозом на фоне нарушения формирования позвонков (заднебоковые полупозвонки грудного и поясничного отделов позвоночника). Все дети прошли обследование и хирургическое лечение в период с 2016 по 2017 г.

Стандартное обследование в предоперационном и послеоперационном периодах включало мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) грудного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. Всем детям выполняли экстирпацию порочного полупозвонка со смежными межпозвонковыми дисками, коррекцию врожденной деформации позвоночника многоопорной транспедикулярной системой, передний корпоредез и задний спондилодез аутокостью для создания костного блока между смежными с зоной удаленного полупозвонка интактными позвонками.

Для 3D-моделирования использовали предоперационное МСКТ-исследование позвоночника и ПО компьютерного планирования хирургического вмешательства PME Planner (Polygon Medical Engineering), предназначенное для исследования анатомических изображений области имплантации в формате 3D, позволяющее определить размеры и оптимальное положение имплантируемых ТВ в позвонки, входящие в зону инструментализации. Создание 3D-моделей ШН выполнялось с учетом запланированных виртуальных винтов в заданном положении и особенностей дорсальных костных структур исследуемых позвонков (рис. 1).

Затем на 3D-принтере Formlabs Form 2 (технология SLA) осуществляли печать ШН для установки ТВ в позвонки (рис. 2).

Для прототипирования позвонков, входящих в зону инструментализации, использовали 3D-принтер PICASO DESINGER PRO250 (печать FDM). Затем ШН устанавливали на дорсальную поверхность напечатанной пластиковой модели позвонка, сверлом диаметром 2,5 мм формировали в заданном направлении каналы, проходящие

через корень дуги в тело позвонка. В сформированные каналы проводили стандартные транспедикулярные опорные элементы диаметром 3,5 мм, после этого проводили визуальную оценку корректности положения ТВ (рис. 3).

Десяти пациентам, составившим группу 1 (*in vivo*), на основании МСКТ-исследования позвоночника, выполненного в послеоперационном периоде, осуществляли оценку корректности положения установленных транспедикулярных винтов корригирующей многоопорной металлоконструкции.

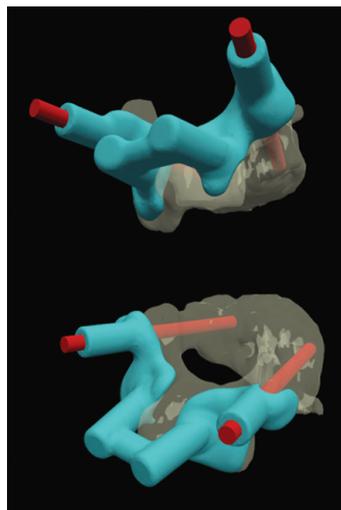


Рис. 1. Планирование виртуальных винтов и шаблонов-направителей в программе PME Planner

Fig. 1. Virtual screws and navigation templates planning within the PME Planner software environment



Рис. 2. Шаблоны-направители для установки транспедикулярных винтов в пластиковые модели позвонков

Fig. 2. Navigation templates for pedicle screws placement in vertebrae plastic models



Рис. 3. Пластиковая модель позвонка с установленными при помощи шаблона-направителя транспедикулярными винтами

Fig. 3. Vertebra plastic model with pedicle screws placed with the use of navigation templates

Группа 2 (*in vitro*) была сформирована из 27 пластиковых моделей позвонков с установленными в них ТВ при помощи ШН. В этой группе для оценки корректности положения опорных элементов также проводили МСКТ-сканирование.

Корректность положения установленных транспедикулярных опорных элементов оценивали на основании шкалы, предложенной S.D. Gertzbein с соавторами, где:

– Grade 0 (full correct) — транспедикулярный винт полностью находится в корне дуги, не контактируя с прилежащим мягкими тканями;

– Grade I — смещение транспедикулярного опорного элемента относительно кортикального слоя корня дуги до 2 мм;

– Grade II — смещение винта в пределах от 2 до 4 мм;

– Grade III — более 4 мм [14].

Для проведения сравнительного анализа корректности положения ТВ, установленных в позвонки *in vivo* при помощи метода «свободной руки» и в пластиковые модели позвонков *in vitro* при помощи ШН, использовали схему SLIM+V. Первая часть аббревиатуры обозначает положение винта относительно внешних стенок корня дуги: S (superior) — верхняя (краниальная) стенка корня дуги, L (lateral) — латеральная (наружная) стенка корня дуги, I (inferior) — нижняя (каудальная) стенка корня дуги, M (medial) — медиальная (внутренняя) стенка корня дуги. Вторая часть аббревиатуры V (vertebral body) оценивает положение транспедикулярного винта по отношению к переднебоковой поверхности тела позвонка [15].

Статистический анализ

Статистический анализ проводился в программе STATISTICA 10. Проверка нормальности распределения полученных значений выполнена с помощью метода описательной статистики (гистограммный анализ), данные описывали как Me (min-max) (медиана, минимум-максимум). Для оценки уровня значимости различий применяли непараметрический критерий Манна – Уитни – Вилкоксона (результат считали статистически значимым при $p < 0,05$).

Результаты

Результаты МСКТ-исследования анатомо-антропометрических параметров позвонков грудно-поясничного и поясничного отделов позвоночника у детей с врожденными кифосколиозами на фоне нарушения формирования позвонков представлены в таблице 1.

Полученные анатомо-антропометрические данные позвонков груднопоясничного перехода и по-

ясничного отдела позвоночника детей с врожденным кифосколиозом на фоне нарушения формирования позвонков учитывались при планировании ШН для установки ТВ в пластиковые модели позвонков. Необходимо также отметить, что параметры позвонков поясничного отдела у детей с изолированными полупозвонками поясничной локализации в основном были сходными с параметрами поясничных позвонков детей младшей возрастной группой, не имевших какой-либо патологии позвоночника [16].

Данные оценки корректности положения ТВ, установленных при помощи метода «свободной руки» в группе 1, представлены в таблице 2.

Общее количество транспедикулярных опорных элементов, установленных в группе 1, составило 52 винта. Корректное положение винтов относительно костных структур инструментированных позвонков отмечено в 53,8% наблюдений (28 винтов), некорректное положение винтов выявлено в 46,2% наблюдений (24 транспедикулярных опорных элемента). Количество винтов со степенью смещения Grade I составило 25% (13 винтов), в 11,6% наблюдений (6 винтов) положение опорных элементов было определено как Grade II, Grade III — 9,6% случаев (5 винтов). По виду смещения преобладали смещения типа V — 69,2% (18 наблюдений), смещение тип L составило 23,1% (6 наблюдений), в 3,85% (по одному наблюдению) отмечены смещения тип I и M. Количество винтов со степенью смещения Grade 0 + Grade I составило 78,8% (41 винт) (рис. 4).

Результаты оценки корректности положения ТВ, установленных при помощи ШН в группе 2, представлены в таблице 3.

Общее количество ТВ, установленных в группе 2, составило 54 винта. Корректное положение винтов относительно структур пластиковых моделей позвонков в целом отмечено в 94,4% наблюдений (51 винт), некорректное положение винтов при проведении анализа данных МСКТ-сканирования пластиковых моделей позвонков выявлено в 5,6% наблюдений (3 винта). По степени смещения из 3 установленных винтов 2 (3,7%) были оценены как Grade II, 1 (1,9%) винт — как Grade I. По виду смещения в одном наблюдении отмечен тип L, в двух — тип V. Количество винтов со степенью смещения Grade 0 + Grade I составило 52 (96,3%) (рис. 5).

Таким образом, при проведении сравнительного анализа установлено, что в группе 2 количество некорректно установленных ТВ при помощи ШН было значимо ниже (5,6%), чем количество мальпозиций ТВ, установленных методом «свободной руки» в группе 2 (46,2%, $p = 0,011$).

Таблица 1

Анатомо-антропометрические параметры позвонков грудопоясничного перехода и поясничного отдела позвоночника

Vert.	Справа				Слева			
	W	H	L	A	W	H	L	A
Th10	6,0 (5,7; 6,3)	10,3 (10,1; 10,5)	31,6 (29,9; 33,2)	11,5 (10,3; 12,7)	5,9 (5,7; 6,0)	9,8 (9,2; 10,4)	30,5 (30,0; 31,0)	12,9 (10,5; 15,3)
Th11	5,6 (4,5; 6,6)	10,0 (8,6; 10,9)	31,4 (29,7; 34,9)	11,6 (5,7; 17,6)	5,6 (4,0; 6,5)	9,8 (9,0; 11,4)	32,8 (31,2; 35,2)	13,2 (10,2; 16,5)
Th12	5,3 (4,9; 7,9)	9,8 (9,4; 11,0)	31,9 (30,5; 35,4)	12,1 (7,7; 18,1)	5,6 (3,7; 8,3)	10,0 (8,7; 11,4)	32,9 (30,2; 35,1)	12,3 (8,8; 15,7)
Th13	6,0 (5,7; 6,9)	10,4 (9,1; 11,4)	33,1 (30,5; 33,3)	10,7 (10,5; 11,6)	6,2 (5,8; 6,5)	9,7 (9,6; 10,1)	34,1 (32,1; 34,7)	12,7 (11,4; 15,0)
L1	5,7 (4,6; 8,9)	9,9 (7,2; 10,8)	32,7 (31,3; 36,8)	12,0 (8,2; 13,6)	5,3 (3,9; 6,1)	9,5 (7,8; 10,6)	32,6 (26,2; 36,2)	12,1 (4,6; 16,3)
L2	5,8 (4,1; 7,7)	8,7 (7,1; 11,0)	34,0 (30,0; 36,2)	11,5 (9,7; 23,0)	5,8 (4,5; 7,4)	9,2 (7,4; 10,6)	34,0 (31,8; 39,8)	16,2 (13,2; 20,2)
L3	6,5 (4,3; 7,9)	9,4 (6,8; 10,8)	33,0 (28,6; 39,5)	14,7 (11,8; 25,4)	5,7 (3,7; 7,6)	9,4 (0,1; 11,6)	33,6 (31,9; 40,4)	15,2 (11,5; 24,2)
L4	6,8 (5,4; 12,4)	9,0 (6,0; 9,7)	34,5 (28,4; 37,9)	17,0 (7,8; 26,0)	7,0 (4,1; 9,8)	9,3 (6,8; 10,3)	35,0 (32,2; 39,3)	15,8 (14,4; 23,1)
L5	9,1 (7,2; 11,9)	7,7 (6,0; 9,1)	32,8 (29,3; 35,3)	23,7 (13,5; 41,2)	7,8 (5,5; 10,4)	8,4 (7,0; 10,5)	33,7 (32,5; 37,8)	18,5 (12,2; 28,7)
L6	11,1 (9,5; 13,7)	6,9 (5,3; 10,0)	34,2 (30,3; 35,5)	31,2 (19,6; 41,5)	8,4 (7,0; 11,9)	7,4 (4,2; 7,8)	34,0 (27,2; 35,7)	29,8 (19,4; 40,7)
L7	10,3	6,9	31,1	36,0	13,3	7,1	33,4	32,1

Vert. — позвонок; W — ширина основания корня дуги; H — высота основания корня дуги; L — длина «винтового пути»; A — педикулярный угол в аксиальной плоскости. Данные в таблице представлены как Ме (min-max).

Таблица 2

Корректность положения ТВ в группе I (in vivo)

UO	Vert.	Th10	Th11	Th12	Th13	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	Dex	-	-	V2	N	V3	HV	V3	-	-	-	-
	Sin	-	-	0	N	0		0	-	-	-	-
2	Dex	-	-	-	-	-	L2, V3	HV	V1	-	-	-
	Sin	-	-	-	-	-			0	-	-	-
3	Dex	-	-	-	-	-	0	HV	0	-	-	-
	Sin	-	-	-	-	-			0	V1	-	-
4	Dex	-	-	0	V2	HV	0	-	-	-	-	-
	Sin	-	-	V1	V1			0	-	-	-	-
5	Dex	-	-	0	N	0	HV	0	-	-	-	-
	Sin	-	-	V2	N	NS		NS	-	-	-	-
6	Dex	-	-	-	-	-	-	-	-	V3	HV	V3
	Sin	-	-	-	-	-	-	-	-	I2		0
7	Dex	-	-	-	0	0	HV	M1	-	-	-	-
	Sin	-	-	-	V2	V1		0	-	-	-	-

Окончание таблицы 2

UO	Vert.	Th10	Th11	Th12	Th13	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
8	Dex	0	0	HV	0	-	-	-	-	-	-	-
	Sin	V1	L1, V1		V1	-	-	-	-	-	-	-
9	Dex	-	-	0	0	HV	0	-	-	-	-	-
	Sin	-	-	0	0		0	-	-	-	-	-
10	Dex	-	L1	L1	N	HV	0	-	-	-	-	-
	Sin	-	L1	L1, V2	N		0	-	-	-	-	-
TScrew		2	4	10	8	5	10	5	4	2	0	2
Mal		1	3	5	5	2	1	2	2	2	0	1

UO — наблюдение; Vert. — позвонок; Dex — винты, установленные справа; Sin — винты, установленные слева; TScrew — общее количество винтов, установленных в позвонок; Mal — некорректно установленные винты в позвонок; HV — полупозвонок; N — позвонок под указанным порядковым номером отсутствует; «-» — позвонки, не включенные в зону инструментального спондилодеза; NS — винты в зоне инструментального спондилодеза не устанавливали; SLIM+V: S — верхняя, L — латеральная, I — нижняя, M — медиальная стенки корня дуги; V — тело позвонка (0, 1, 2, 3 — мальпозиция винта по степени смещения).



Рис. 4. МСКТ позвоночника пациента с врожденным кифосколиозом после экстирпации заднебокового полупозвонка L2, мальпозиция транспедикулярных винтов: позвонок Th12 — V2 (тело позвонка, Grade II), позвонок L1 и L3 — V3 (тело позвонка, Grade III)

Fig. 4. MSCT of the spine of a patient with congenital kyphoscoliosis following the posterolateral L2 hemivertebra resection, pedicle screw malposition: Th12 vertebra — V2 (vertebral body, Grade II), L1 and L3 vertebrae — V3 (vertebral body, Grade III)

Таблица 3

Корректность положения ТВ в группе 2 (in vitro)

UO	Vert.	Th10	Th11	Th12	Th13	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
1	Dex	-	-	0	N	0	HV	0	-	-	-	-
	Sin	-	-	V2	N	0		0	-	-	-	-
2	Dex	-	-	-	-	-	0	HV	0	-	-	-
	Sin	-	-	-	-	-	0		0	-	-	-
3	Dex	-	-	-	-	-	0	HV	0	-	-	-
	Sin	-	-	-	-	-	0		0	-	-	-
4	Dex	-	-	0	0	HV	0	-	-	-	-	-
	Sin	-	-	0	0		0	-	-	-	-	-
5	Dex	-	-	0	N	0	HV	0	-	-	-	-
	Sin	-	-	0	N	0**		0**	-	-	-	-
6	Dex	-	-	-	-	-	-	-	-	0	HV	0
	Sin	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0
7	Dex	-	-	-	0	0	HV	0	-	-	-	-
	Sin	-	-	-	V2	0		0	-	-	-	-
8	Dex	0	0	HV	0	-	-	-	-	-	-	-
	Sin	0	L1		0	-	-	-	-	-	-	-

UO	Vert.	Th10	Th11	Th12	Th13	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
9	Dex	–	–	0	0	HV	0	–	–	–	–	–
	Sin	–	–	0	0		0	–	–	–	–	–
10	Dex	–	0	0	N	HV	0	–	–	–	–	–
	Sin	–	0	0	N		0	–	–	–	–	–
TScrew		2	4	10	8	6**	10	6**	4	2	0	2
Mal		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

UO — наблюдение; Vert. — позвонок; Dex — винты, установленные справа, Sin — винты, установленные слева; TScrew — общее количество винтов, установленных в позвонок; Mal — некорректно установленные винты в позвонок; HV — полупозвонок; N — позвонок под указанным порядковым номером отсутствует; «–» — позвонки, не включенные в зону инструментального спондилодеза; ** — винты, дополнительно установленные в группе 2. SLIM+V: S — верхняя, L — латеральная, I — нижняя, M — медиальная стенки корня дуги; V — тело позвонка (0, 1, 2, 3 — мальпозиция винта по степени смещения).

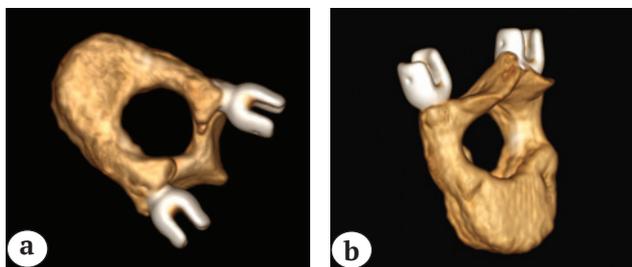


Рис. 5. 3D МСКТ пластиковой модели позвонка пациента с врожденным кифосколиозом с установленными при помощи шаблона-направителя транспедикулярными винтами, положение винтов полностью корректное: а — вид сверху; б — вид снизу

Fig. 5. 3D MSCT scan of the vertebra plastic model of a patient with congenital kyphoscoliosis with pedicle screws placed with the use of navigation templates, the position of the screws is completely successful: a — top view; b — bottom view

Обсуждение

При проведении анализа современной литературы, посвященной вопросам применения ШН для формирования каналов и установки ТВ *in vitro*, необходимо отметить, что имеются исследования, в которых авторы проводят оценку эффективности использования ШН для установки ТВ в шейном отделе [17–20], грудном [21, 22] и поясничном отделах позвоночника [23–26]. Также имеются работы, где анализируется корректность положения ТВ, установленных при помощи ШН как в грудном, так и в поясничном отделах позвоночника [18, 27, 28].

Ряд авторов проводили кадаверные исследования, заключающиеся в МСКТ-сканировании препаратов позвонков и компьютерной обработке полученных данных с последующей 3D-печатью ШН и их апробацией на кадаврах [17–19, 22–24, 27]. Имеются также исследования, где установка ТВ при помощи ШН осуществлялась в пластиковые модели позвонков, полученные при МСКТ-исследовании пациентов с интактным позвоночником [25]. В ряде работ авторами сначала создавалась пластиковая модель позвонков на основе данных, полученных при МСКТ-сканировании кадаверных препаратов позвоночника, отработывалась методика и дизайн ШН, а затем выполнялась установка ТВ в позвонки исследуемых объектов [20, 21].

В целом, по данным проведенных исследований, при помощи ШН *in vitro* было установлено от 4 до 240 винтов (всего — 646 винтов) [17–28].

Корректность положения ТВ по степени смещения, по данным литературы, составила: Grade 0 от 58,3% до 97,6%, Grade I — от 2,4% до 39,5%, Grade II — 8,7%, со степенью смещения Grade 0 + Grade I — от 91,3% до 100%. Мальпозиций винтов со степенью смещения Grade III не отмечено [17, 21, 27, 28]. В работах, где авторами анализ мальпозиций ТВ по степени смещения не проводился, корректное положение винтов составило от 71,7 до 100% (среднее — 96%) [18–20, 22–26].

В ряде исследований авторы проводили сравнительный анализ корректности положения ТВ, установленных методом «свободной руки» и при помощи ШН. Корректное положение ТВ, проведенных при навигации ШН, составило от 97,9 до 100%, методом «свободной руки» — от 81,3 до 89,2% ($p < 0,05$) [21, 26, 28].

Материалом большей части исследований послужили препараты позвонков кадавров старше 18 лет [17–25, 27, 28]. Мы обнаружили только одно кадаверное исследование, анализирующее использование ШН в поясничном отделе позвоночника у детей в возрасте от 6 до 13 лет. Авторы изготовили 10 ШН, при помощи которых установили

20 винтов в поясничный отдел позвоночника; мальпозиций ТВ не выявлено [26].

При анализе работ, посвященных вопросам применения ШН для проведения ТВ в позвонки *in vivo*, мы отметили, что большое количество публикаций затрагивает проблематику использования винтовой фиксации в шейном отделе позвоночника [10, 29–36]. Такое акцентирование внимания на этот отдел позвоночника обусловлено его анатомическими особенностями (малые размеры корней дуг, близость позвоночных артерий), требующими высокой точности и корректности установки винтовых опорных элементов. Ряд исследователей анализировали применение ШН в шейном отделе позвоночника в целом, включая как атлanto-аксиальный сегмент, так и субаксиальный отдел [10, 29, 30]. Другие авторы разрабатывали эту технологию для установки винтов с различными способами фиксации только в атлanto-аксиальном сегменте шейного отдела позвоночника [31–35]. Существуют публикации, отражающие аспекты использования ШН в субаксиальном сегменте шейного отдела позвоночника [36].

Имеются также исследования, посвященные вопросам использования ШН для установки ТВ в грудном [11, 37–40] и поясничном отделах позвоночника [12, 41, 42]. Рядом авторов опубликованы работы, где анализируется корректность положения ТВ, установленных при помощи ШН как в грудном, так и в поясничном отделах позвоночника [13, 43].

В большей части публикаций дизайн исследования заключался в предварительной отработке конструктивных особенностей формы ШН и установке ТВ в пластиковые модели позвонков, полученных путем прототипирования на основании данных МСКТ позвоночника пациентов, с оценкой корректности положения винтов в прототипированных сегментах позвоночного столба. Затем, вторым этапом, в ходе хирургического вмешательства винтовые опорные элементы устанавливали при помощи ШН *in vivo* и проводили анализ корректности их положения относительно костных структур позвонков [10, 11, 13, 29, 30, 32, 33, 35–38, 42]. В некоторых исследованиях вместо пластиковых моделей позвоночника использовали прототипы, напечатанные из гипса [39]. Рядом авторов отработка технологии установки и конструктивных особенностей ШН перед проведением хирургического вмешательства осуществлялась путем кадаверных исследований [12, 31]. Некоторые авторы осуществляли установку ТВ при помощи ШН непосредственно *in vivo*, в ходе хирургического вмешательства, не проводя предварительный этап прототипирования оперируемого сегмента позвоночника [34, 40, 41, 43].

В целом, по данным литературы, в проведенных исследованиях *in vivo* при помощи ШН было

установлено от 6 до 582 винтов (всего — 2323 винта) [10–13, 29–43].

При анализе распределения корректности положения ТВ по степени смещения были получены следующие результаты: положение ТВ, описываемое как Grade 0, составило от 80,7% до 98,4% (среднее — 92,2%), Grade I — от 1,4% до 15,9% (среднее — 6,8%), Grade II — от 0,2% до 4,0% (среднее — 2,7%), Grade 0 + Grade I — от 96,1% до 100% (среднее — 98,8%). Мальпозиций винтов со степенью смещения Grade III не отмечено [10, 13, 29, 34, 36, 37, 39–41, 43]. В тех работах, где авторы проводили анализ мальпозиций ТВ только по их наличию, без оценки степени смещения, корректное положение винтов составило от 96,1% до 100% (среднее — 99,4%) [11, 12, 30–33, 35, 38, 42].

В ряде исследований был проведен сравнительный анализ корректности положения ТВ, установленных методом «свободной руки» и при помощи ШН. Корректное положение ТВ (Grade 0), проведенных при помощи ШН, составило от 92,6% до 96%, методом «свободной руки» — от 75% до 88,8%. Суммарный процент ТВ, имевших степень смещения Grade 0 + Grade I, в группе с ШН составлял от 96,7% до 100% и был значимо выше ($p < 0,05$), чем суммарный процент ТВ, установленных методом «свободной руки» и имевших степень смещения Grade 0 + Grade I в пределах от 86,9% до 98,1% [34, 40, 41, 43].

Основная доля исследований, посвященных вопросам использования ШН в клинической практике, относится к категории пациентов старшего возраста (средний возраст — 51,5 год), страдающих такой патологией позвоночника, как дегенеративно-дистрофические заболевания, ревматоидный артрит, атлanto-аксиальная нестабильность на фоне аномалий развития краниовертебральной области, травма и метастазы в позвоночнике [10–12, 29, 31–36, 38, 41, 42].

Значительно меньшее количество работ посвящено применению ШН у пациентов детского возраста. В большинстве из них приводятся данные по использованию ШН в хирургическом лечении деформаций позвоночника при идиопатическом сколиозе, системных и врожденном сколиозах у детей старшего возраста [13, 30, 37, 39, 40, 43].

Отметим, что работ, посвященных использованию ШН для установки ТВ у детей младшего возраста с врожденными сколиозами, мы не обнаружили.

Таким образом, сопоставляя данные литературы с нашей работой, необходимо отметить достаточно высокую точность установки ТВ при помощи ШН как *in vitro* (Grade 0+I — 91,3–100%), так и *in vivo* (Grade 0+I — 96,1–100%), что вполне согласуется с полученной величиной корректности положения ТВ в группе 2 (*in vitro*) нашего исследования — Grade 0+I — 96,3%. Величина корректности

ТВ, установленных методом «свободной руки», в группе 1 (Grade 0+I — 78,8%) была сходной с данными публикаций, в которых авторы проводили сравнительный анализ корректности положения ТВ, установленных при помощи ШН и методом «свободной руки» (Grade 0+I: 96,7% — 100% против 86,9% — 98,1%).

Мы не обнаружили работ с дизайном, который представлен в нашем исследовании. Преимущество такого дизайна заключается в возможности проведения сравнительного анализа корректности положения уже установленных ТВ у пациентов методом «свободной руки» с потенциалом использования ШН и их влияния на величину корректности ТВ в пластиковые модели позвонков тех же пациентов. Так, помимо значимо более высокой точности положения установленных ТВ винтов в группе 2 (*in vitro*) нашего исследования в сравнении с группой 1 (*in vivo*), нам также удалось установить большее количество ТВ при помощи ШН.

Заключение

Количество корректно установленных ТВ в пластиковые модели позвонков детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника при помощи ШН значительно выше количества корректно установленных винтов методом «свободной руки» (96,3% против 78,8%, $p = 0,011$).

Полученные результаты выглядят обнадеживающе и позволяют рассмотреть вопрос о проведении дальнейших исследований, посвященных использованию ШН для установки ТВ при хирургическом лечении врожденных деформаций позвоночника у пациентов младшего возраста.

Этика публикации: законные представители пациентов дали добровольное согласие на публикацию клинических наблюдений.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: работа выполнена в рамках программы союзного государства «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

Литература [References]

1. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Картавенко К.А., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2012;(3):33-37. DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37. Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Kartavenko K.A., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital deformity of the lumbar and lumbosacral spine]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2012;(3):33-37. DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37. (In Russ.)
2. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А. Оперативное лечение врожденной деформации груднопоясничного отдела позвоночника у детей. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2013;1(1):10-15. DOI: 10.17816/PTORS1110-15. Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Belyanchikov S.M., Murashko V.V., Kartavenko K.A. [Surgical treatment of congenital deformation of thoracolumbar spine in children]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya hirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2013;1(1):10-15. DOI: 10.17816/PTORS1110-15. (In Russ.)
3. Михайловский М.В., Фомичев Н.Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2011. 592 с. Mihailovskii M.V., Fomichev N.G. *Khirurgiya deformatsii pozvonochnika* [Surgery of spinal deformities]. Novosibirsk, 2011. 592 p. (In Russ.)
4. Рябых С.О., Губин А.В., Савин Д.М., Филатов Е.Ю. Результаты резекции полупозвонков грудного и поясничного отделов дорсальным педикулярным доступом у детей. *Гений ортопедии*. 2015;(4):42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47. Riabikh S.O., Gubin A.V., Savin D.M., Filatov E.Yu. [The results of thoracic and lumbar hemivertebrae resection by a dorsal pedicular approach in children]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2015;(4):42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47. (In Russ.)
5. Рябых С.О., Филатов Е.Ю., Савин Д.М. Результаты экстирпации полупозвонков комбинированным, дорсальным и педикулярным доступами: систематический обзор. *Хирургия позвоночника*. 2017;(1):14-23. DOI: 10.14531/ss2017.1.14-23. Ryabikh S.O., Filatov E.Yu., Savin D.M. [Results of hemivertebra excision through combined, posterior and transpedicular approaches: systematic review]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2017;(1):14-23. DOI: 10.14531/ss2017.1.14-23. (In Russ.)
6. Михайловский М.В., Новиков В.В., Вастюра А.С., Удалова И.Г. Оперативное лечение врожденных сколиозов у пациентов старше 10 лет. *Хирургия позвоночника*. 2015;12(4):42-48. DOI: 10.14531/ss2015.4.42-48. Mikhailovsky M.V., Novikov V.V., Vasyura A.S., Udalova I.G. [Surgical treatment of congenital scoliosis in patients over 10 years old]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2015;12(4):42-48. DOI: 10.14531/ss2015.4.42-48. (In Russ.)
7. Кулешов А.А., Лисянский И.Н., Ветрилэ М.С., Гаврюшенко Н.С., Фомин Л.В. Сравнительное экспериментальное исследование крючковой и транспедикулярной систем фиксации, применяемых при хирургическом лечении деформаций позвоночника. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2012;(3):20-24. Kuleshov A.A., Lisyansky I.N., Vetrile M.S., Gavryushenko N.S., Fomin L.V. [Comparative experimental study of hook and pedicle fixation systems used at surgical treatment of spine deformities]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*. 2012;(3):20-24. (In Russ.)
8. 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., Riabikh S.O., Burcev A.V. [Retrospective analysis of screw malposition following instrumented correction of thoracic and lumbar spine deformities].

- Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2015;12(1):8-13. DOI: 10.14531/ss2015.1.8-13. (In Russ.).
9. Larson A.N., Polly D.W. Jr., Guidera K.J., Mielke C.H., Santos E.R., Ledonio C.G., Sembrano J.N. The accuracy of navigation and 3D image-guided placement for the placement of pedicle screws in congenital spine deformity. *J Pediatr Orthop.* 2012;32(6):23-29. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318263a39e.
 10. Lu S., Xu Y.Q., Lu W.W., Ni G.X., Li Y.B., Shi J.H., Li D.P., Chen G.P., Chen Y.B., Zhang Y.Z. A novel patient-specific navigational template for cervical pedicle screw placement. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(26):E959-966. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c09985.
 11. Hu Y., Yuan Z.S., Spiker W.R., Dong W.X., Sun X.Y., Yuan J.B., Zhang J., Zhu B. A comparative study on the accuracy of pedicle screw placement assisted by personalized rapid prototyping template between pre- and post-operation in patients with relatively normal mid-upper thoracic spine. *Eur Spine J.* 2016;25(6):1706-1715. DOI:10.1007/s00586-016-4540-2.
 12. Lu S., Xu Y.Q., Zhang Y.Z., Li Y.B., Xie L., Shi J.H., Guo H., Chen G.P., Chen Y.B. A novel computer-assisted drill guide template for lumbar pedicle screw placement: a cadaveric and clinical study. *Int J Med Robot.* 2009;5(2):184-191. DOI: 10.1002/rcs.249.
 13. Putzier M., Strube P., Cecchinato R., Lamartina C., Hoff E.K. A new navigational tool for pedicle screw placement in patients with severe scoliosis: a pilot study to prove feasibility, accuracy, and identify operative challenges. *Clin Spine Surg.* 2017;30(4):E430-E439. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000220.
 14. Gertzbein S.D., Robbins S.E. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine (Phila Pa 1976).* 1990;15(1):11-14.
 15. Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А., Хусаинов Н.О. Сравнительный анализ корректности установки транспедикулярных винтов при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом *Хирургия позвоночника.* 2017;14(4):8-17. DOI: 10.14531/ss2017.4.8-17. Kokushin D.N., Belyanchikov S.M., Murashko V.V., Kartavenko K.A., Khusainov N.O. [Comparative analysis of the accuracy of pedicle screws insertion in surgical treatment of children with idiopathic scoliosis]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2017;14(4):8-17. DOI: 10.14531/ss2017.4.8-17. (In Russ.)
 16. Виссарионов С.В. Анатомо-антропометрическое обоснование транспедикулярной фиксации у детей 1,5-5 лет. *Хирургия позвоночника.* 2006;(3):19-23. Vissarionov S.V. [Anatomic-anthropometric basis of transpedicular fixation in children of 1.5-5 years old]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2006;(3):19-23. (In Russ.)
 17. Lu S., Xu Y.Q., Chen G.P., Zhang Y.Z., Lu D., Chen Y.B., Shi J.H., Xu X.M. Efficacy and accuracy of a novel rapid prototyping drill template for cervical pedicle screw placement. *Comput Aided Surg.* 2011;16(5):240-248. DOI: 10.3109/10929088.2011.605173.
 18. Berry E., Cuppone M., Porada S., Millner P.A., Rao A., Chiverton N., Seedhom B.B. 2005. Personalised image-based templates for intra-operative guidance. *Proc Inst Mech Eng H.* 2005;219(2):111-118. DOI: 10.1243/095441105X9273.
 19. Ryken T.C., Owen B.D., Christensen G.E., Reinhardt J.M. Image-based drill templates for cervical pedicle screw placement. *J Neurosurg Spine.* 2009;10(1):21-26. DOI: 10.3171/2008.9.SPI08229.
 20. Bundoc R.C., Delgado G.G., Grozman S.A. A novel patient-specific drill guide template for pedicle screw insertion into the subaxial cervical spine utilizing stereolithographic modelling: an in vitro study. *Asian Spine J.* 2017;11(1):4-14. DOI: 10.4184/asj.2017.11.1.4.
 21. Ma T., Xu Y.Q., Cheng Y.B., Jiang M.Y., Xu X.M., Xie L., Lu S. A novel computer-assisted drill guide template for thoracic pedicle screw placement: a cadaveric study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132(1):65-72. DOI: 10.1007/s00402-011-1383-5.
 22. Chen H., Guo K., Yang H., Wu D., Yuan F. Thoracic pedicle screw placement guide plate produced by three-dimensional (3-D) laser printing. *Med Sci Monit.* 2016;22:1682-1686. DOI: 10.12659/MSM.896148.
 23. Radermacher K., Portheine F., Anton M., Zimolong A., Kaspers G., Rau G., Staudte H.W. Computer assisted orthopaedic surgery with image based individual templates. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(354):28-38.
 24. Birnbaum K., Schkommodau E., Decker N., Prescher A., Klapper U., Radermacher K. Computer-assisted orthopaedic surgery with individual templates and comparison to conventional operation method. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(4):365-370.
 25. Shao Z.X., Wang J.S., Lin Z.K., Ni W.F., Wang X.Y., Wu A.M.. Improving the trajectory of transpedicular transdiscal lumbar screw fixation with a computer-assisted 3D-printed custom drill guide. *PeerJ.* 2017;5:e3564. DOI: 10.7717/peerj.3564.
 26. Wang X., Shi J., Zhang S., Zhang Z., Li X., Li Z. Pediatric lumbar pedicle screw placement using navigation templates: a cadaveric study. *Indian J Orthop.* 2017;51(4):468-473. DOI: 10.4103/0019-5413.209955.
 27. Lamartina C., Cecchinato R., Fekete Z., Lipari A., Fiechter M., Berjano P. Pedicle screw placement accuracy in thoracic and lumbar spinal surgery with a patient-matched targeting guide: a cadaveric study. *Eur Spine J.* 2015; 24(Suppl 7):937-941. DOI: 10.1007/s00586-015-4261-y.
 28. Farshad M., Betz M., Farshad-Amacker N.A., Moser M. Accuracy of patient-specific template-guided vs. free-hand fluoroscopically controlled pedicle screw placement in the thoracic and lumbar spine: a randomized cadaveric study. *Eur Spine J.* 2017;26(3):738-749. DOI: 10.1007/s00586-016-4728-5.
 29. Kawaguchi Y., Nakano M., Yasuda T., Seki S., Hori T., Kimura T. Development of a new technique for pedicle screw and Magerl screw insertion using a 3-dimensional image guide. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(23):1983-1988. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31825ab547.
 30. Бурцев А.В., Павлова О.М., Рябык С.О., Губин А.В. Компьютерное 3D-моделирование с изготовлением индивидуальных лекал для навигирования введения винтов в шейном отделе позвоночника. *Хирургия позвоночника.* 2018;15(2):33-38. DOI: 10.14531/ss2018.2.33-38 Burtsev A.V., Pavlova O.M., Ryabykh S.O., Gubin A.V. [Computer 3d-modeling of patient-specific navigational template for cervical screw insertion]. *Hirurgia pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2018;15(2):33-38. DOI: 10.14531/ss2018.2.33-38. (In Russ.)
 31. Goffin J., Van Brussel K., Martens K., Vander Sloten J., Van Audekercke R., Smet M.H. Three-dimensional computed tomography-based, personalized drill guide for posterior cervical stabilization at C1-C2. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(12):1343-1347. DOI: 10.1097/00007632-200106150-00017.
 32. Lu S., Xu Y.Q., Zhang Y.Z., Xie L., Guo H., Li D.P. A novel computer-assisted drill guide template for placement of C2 laminar screws. *Eur Spine J.* 2009;18(9):1379-1385. DOI: 10.1007/s00586-009-1051-4.
 33. Kaneyama S., Sugawara T., Sumi M., Higashiyama N., Takabatake M., Mizoi K. A novel screw guiding method with a screw guide template system for posterior

- C-2 fixation: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2014;21(2):231-238. DOI: 10.3171/2014.3.SPINE13730.
34. Jiang L., Dong L., Tan M., Qi Y., Yang F., Yi P., Tang X. A modified personalized image-based drill guide template for atlantoaxial pedicle screw placement: a clinical study. *Med Sci Monit*. 2017;16(23):1325-1333.
 35. Sugawara T., Higashiyama N., Kaneyama S., Sumi M. Accurate and simple screw insertion procedure with patient-specific screw guide templates for posterior C1-C2 fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(6):E340-E346. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001807.
 36. Kaneyama S., Sugawara T., Sumi M. Safe and accurate midcervical pedicle screw insertion procedure with the patient-specific screw guide template system. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(6):341-348. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000772.
 37. Lu S., Zhang Y.Z., Wang Z., Shi J.H., Chen Y.B., Xu X.M., Xu Y.Q. Accuracy and efficacy of thoracic pedicle screws in scoliosis with patient-specific drill template. *Med Biol Eng Comput*. 2012;50(7):751-758. DOI: 10.1007/s11517-012-0900-1.
 38. Sugawara T., Higashiyama N., Kaneyama S., Takabatake M., Watanabe N., Uchida F., Sumi M., Mizoi K. Multistep pedicle screw insertion procedure with patient-specific lamina fit and-lock templates for the thoracic spine: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2013;19(2):185-190. DOI: 10.3171/2013.4.SPINE121059.
 39. Takemoto M., Fujibayashi S., Ota E., Otsuki B., Kimura H., Sakamoto T., Kawai T., Futami T., Sasaki K., Matsushita T., Nakamura T., Neo M., Matsuda S. Additive-manufactured patient specific titanium templates for thoracic pedicle screw placement: novel design with reduced contact area. *Eur Spine J*. 2016;25(6):1698-1705. DOI: 10.1007/s00586-015-3908-z.
 40. Pan Y., Lü G.H., Kuang L., Wang B. Accuracy of thoracic pedicle screw placement in adolescent patients with severe spinal deformities: a retrospective study comparing drill guide template with free hand technique. *Eur Spine J*. 2018;27(2):319-326. DOI: 10.1007/s00586-017-5410-2.
 41. Merc M., Drstvensek I., Vogrin M., Brajliah T., Recnik G. A multi-level rapid prototyping drill guide template reduces the perforation risk of pedicle screw placement in the lumbar and sacral spine. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(7):893-899. DOI: 10.1007/s00402-013-1755-0.
 42. Azimifar F., Hassani K., Saveh A.H., Tabatabai Ghomshe F. A low invasiveness patient's specific template for spine surgery. *Proc Inst Mech Eng H*. 2017;231(2):143-148. DOI: 10.1177/0954411916682770.
 43. Liu K., Zhang Q., Li X., Zhao C., Quan X., Zhao R., Chen Z., Li Y. Preliminary application of a multi-level 3D printing drill guide template for pedicle screw placement in severe and rigid scoliosis. *Eur Spine J*. 2017;26(6):1684-1689. DOI: 10.1007/s00586-016-4926-1.

ВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

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

Виссарионов Сергей Валентинович — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной и учебной работе, руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, 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, Санкт-Петербург

Овечкина Алла Владимировна — канд. мед. наук, доцент, ученый секретарь, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Познович Махмуд Станиславович — научный сотрудник Генетической лаборатории Центра редких и наследственных заболеваний у детей, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitriy N. Kokushin — Cand. Sci. (Med.), senior research associate, Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Sergei V. Vissarionov — Dr. Sci. (Med.), professor, deputy director, Research and Academic Affairs, head of the Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alexei G. Baindurashvili — Dr. Sci. (Med.), professor, member of RAS, director of Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alla V. Ovechkina — Cand. Sci. (Med.), associate professor, Scientific Secretary, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Makhmud S. Poznovich — research associate, Genetic Laboratory of the Center for Rare and Hereditary Diseases in Children, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Техника хирургического вывиха бедра при лечении больных с юношеским эпифизолизом головки бедренной кости

П.С. Введенский, Н.А. Тенилин, М.В. Власов, А.Б. Богосьян,
А.В. Новиков

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

Реферат

Цель исследования — оценить эффективность применения модифицированной операции Dunn при лечении тяжелых форм юношеского эпифизолиза головки бедренной кости. **Материал и методы.** Модифицированная техника Dunn использована при лечении 6 пациентов с юношеским эпифизолизом головки бедренной кости (ЮЭГБК) в возрасте от 10 до 13 лет и степенью смещения эпифиза более 55°. У одного пациента была хроническая форма заболевания, у 5 — острый эпифизолиз на фоне хронического. Все больные имели стабильную форму юношеского эпифизолиза головки бедренной кости по классификации Loder. Оперативное вмешательство выполняли в сроки от 6 до 12 мес. от начала заболевания. **Результаты.** У всех больных восстановлены нормальные анатомические взаимоотношения в тазобедренном суставе. В период наблюдения от 1,5 до 4 лет у пациентов не наблюдалось развития асептического некроза головки бедренной кости или хондролита. Жалоб на боли и ограничение движений в тазобедренном суставе пациенты не предъявляли. Оценка результатов лечения по шкале Harris соответствовала 97 баллам. **Заключение.** Методика позволяет полностью восстановить анатомические взаимоотношения шейки бедренной кости и эпифиза и, соответственно, биомеханику тазобедренного сустава. Выполнение вывиха бедра позволяет сформировать протяженный питающий эпифиз лоскут, что улучшает кровообращение в головке бедренной кости и значительно снижает риск развития асептического некроза и хондролита.

Ключевые слова: юношеский эпифизолиз головки бедренной кости, хирургический вывих, открытая репозиция эпифиза, асептический некроз головки бедренной кости.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-64-71

Surgical Hip Dislocation Technique in Treatment of Patients with Slipped Capital Femoral Epiphysis

P.S. Vvedenskiy, N.A. Tenilin, M.V. Vlasov, A.B. Bogosyan, A.V. Novikov

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Abstract

Purpose: to evaluate the efficiency of modified Dunn procedure for treatment of severe slipped capital femoral epiphysis. **Material and Methods.** The authors used the modified Dunn procedure for treatment of 6 patients with SCFE aged from 10 to 13 years and displacement degree over 55°. Chronic disease form was reported in one patient, acute displacement along the chronic process was reported in 5 patients. All patients had a stable form of SCFE by Loder classification. Surgical procedure was performed within 6 to 12 months from the onset of disease. **Results.** Normal anatomical relations in the hip joint were restored in all patients. During follow up from 18 until 48 months the patients did not demonstrate aseptic femoral head necrosis or chondrolysis. Adolescents did not complain on pain or hip motion limitations. Treatment outcomes assessment by Harris hip score was 97 points. **Conclusion.** Based on outcomes of the modified Dunn procedure the authors conclude that the method provides for

Введенский П.С., Тенилин Н.А., Власов М.В., Богосьян А.Б., Новиков А.В. Техника хирургического вывиха бедра при лечении больных с юношеским эпифизолизом головки бедренной кости. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):64-71. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-64-71.

Cite as: Vvedenskiy P.S., Tenilin N.A., Vlasov M.V., Bogosyan A.B., Novikov A.V. [Surgical Hip Dislocation Technique in Treatment of Patients with Slipped Capital Femoral Epiphysis]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):64-71. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-64-71.

✉ Введенский Петр Станиславович / Petr S. Vvedenskiy; e-mail: petr_v@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 22.08.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 17.10.2018.

complete restoration of the anatomical relations between femoral neck and epiphysis and, thus, the hip joint biomechanics. Femur dislocation allows to form an extended flap to ensure epiphysis perfusion which improves overall blood supply in the femoral head and consequently decreases the risk of aseptic necrosis and chondrolysis.

Keywords: juvenile slipped capital femoral epiphysis, surgical hip dislocation, open reduction of epiphysis, femoral head necrosis.

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

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

Publishing ethics: legal representatives of children given the informed consent to clinical cases publication.

Введение

Выбор способа оперативного лечения больных с юношеским эпифизеолизом головки бедренной кости (ЮЭГБК), сопровождающимся значительным смещением эпифиза, до сих пор остается актуальной задачей. Сторонники внесуставной коррекции, то есть выполнения межвертельных и более высоких корригирующих остеотомий, выступают за «невмешательство» в область деформации, дабы не усугублять уже имеющийся критический уровень кровоснабжения эпифиза [1–4]. Однако выполнение внесуставных остеотомий с трехплоскостной переориентацией проксимального отдела бедренной кости далеко не всегда позволяет достигнуть правильного положения эпифиза в вертлужной впадине [5]. При этом возникает импиджмент-синдром, что приводит к развитию раннего коксартроза, а эндопротезирование впоследствии осложняется из-за значительного изменения анатомии проксимального отдела бедренной кости [6].

Сторонники внутрисуставной коррекции — выполнения открытой репозиции эпифиза или корригирующей остеотомии шейки бедренной кости — выступают за максимально возможное восстановление анатомии и биомеханики тазобедренного сустава. Однако внутрисуставное вмешательство представляет собой большой риск нарушения кровоснабжения эпифиза с развитием асептического некроза головки и хондролита. В прошлом столетии выполнение открытой репозиции эпифиза или корригирующей остеотомии шейки бедренной кости приводило к развитию асептического некроза головки бедренной кости или хондролита с частотой до 100% случаев [7–19]. Значительным достижением в этом направлении была предложенная английским хирургом D.M. Dunn в 1964 г. техника открытой репозиции эпифиза, который описал 63 случая ее применения [20, 21].

Ключевым моментом методики D.M. Dunn является формирование питающего эпифиз лоскута из надкостницы, покрывающей шейку бедренной кости, путем тщательного отделения ее от шейки. Как известно, в надкостнице, покрывающей шей-

ку бедренной кости, по заднемедиальной поверхности проходят восходящие ветви медиальной огибающей бедро артерии, которые в основном и обеспечивают кровообращение эпифиза бедренной кости. Автору методики удалось снизить частоту развития асептического некроза хондролита до 10% при хроническом эпифизеолизе и до 30% при остром эпифизеолизе на фоне хронического [21].

В 2010 г. российские хирурги А.Р. Пулатов и В.В. Минеев предложили способ внутрисуставной коррекции положения эпифиза бедренной кости при ЮЭГБК (патент РФ 2405489), который заключается в клиновидной резекции шейки бедренной кости по передне-наружной поверхности с сохранением восходящих ветвей медиальной огибающей бедро артерии по задней поверхности. По данным авторов, при использовании разработанного ими способа у 18 пациентов асептический некроз головки бедренной кости развился в 16% случаев [22]. Недостатком предложенного способа является невозможность полной коррекции деформации.

В 2007 г. M. Leunig с соавторами предложили модифицированную технику открытой репозиции эпифиза бедренной кости по Dunn и описали результаты ее использования при лечении 30 суставов [23]. Основным отличием предложенного вмешательства является использование техники хирургического вывиха бедра, что обеспечивает свободный доступ к эпифизу, шейке бедренной кости со всех сторон и позволяет сформировать более протяженный питающий эпифиз лоскут. Это предотвращает критическое нарушение кровообращения в эпифизе бедренной кости. По данным ортопедической клиники Бернского университета, где была предложена эта методика, частота развития указанных осложнений составила 2% [24].

Цель исследования — оценить эффективность модифицированной операции Dunn при тяжелых формах юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости.

Материал и методы

Модифицированная техника Dunn использована нами при лечении 6 пациентов в возрасте от 10 до 13 лет с ЮЭГБК. Степень смещения эпифиза составляла более 55°. У одного пациента был хронический эпифизолиз, у 5 — острый эпифизолиз на фоне хронического. Все больные имели стабильную форму юношеского эпифизолиза головки бедренной кости по классификации Loder*.

Техника операции

Оперативное вмешательство выполняли в сроки от 6 до 12 мес. от начала заболевания в соответствии с техникой, описанной М. Leunig с соавторами [23].

В положении пациента на боку выполняли линейный разрез по боковой поверхности бедра, рассекали *tractus iliotibialis*, отсекали большой вертел с мобилизацией и отведением его кпереди вместе с прикрепляющимися к нему *m. vastus lateralis*, *m. gluteus medius*, *m. gluteus minimus*. Производили доступ к капсуле тазобедренного сустава в промежутке между *m. gluteus minimus* и *m. piriformis*, выполняли Z-образную капсулотомию. Отсекали круглую связку, вывихивали головку бедренной кости. В передненаружном квадранте эпифиза выполняли контрольное отверстие диаметром 2 мм с целью визуализации кровотока в эпифизе. Затем головку бедренной кости вправляли в вертлужную впадину и приступали к формированию синовиального питающего лоскута. Осуществляли рассечение синовиальной оболочки на шейке бедренной кости и ее отслойку по передней и задней поверхностям с отсечением заднего фрагмента большого вертела и отделением сухожилий ротаторов от места их прикрепления к бедренной кости. Повторно осуществляли вывих бедра, отделяли эпифиз от шейки бедренной кости с отслойкой надкостницы

по задней и внутренней ее поверхностям. Удаляли новообразованную костную мозоль по задней поверхности шейки бедренной кости (рис. 1).

Выполняли репозицию эпифиза с фиксацией спицами диаметром 2,5 мм с нарезкой. При этом особое внимание уделялось тому, чтобы после репозиции и фиксации эпифиза не возникало натяжения и перекрута питающего лоскута. Также оценивали состояние кровоснабжения эпифиза, используя выполненное ранее отверстие в эпифизе бедренной кости. При соблюдении техники вмешательства кровотечение из контрольного отверстия диаметром 2 мм в головке бедренной кости сохраняется на протяжении всего вмешательства или возобновляется после репозиции и фиксации эпифиза к шейке бедренной кости. В завершение вмешательства выполняли шов надкостницы и капсулы, остеосинтез большого вертела винтами, шов *tractus iliotibialis* и шов кожных покровов. На следующий день после операции начинали реабилитационные мероприятия, которые заключались в выполнении пассивных движений в тазобедренном суставе с использованием аппарата Artromot под продленной эпидуральной анестезией. Опора на оперированную конечность разрешалась спустя 6 мес.

Результаты

Оценка результатов лечения проводилась в сроки от 1,5 до 4 лет после операции (табл.).

Активные движения в тазобедренных суставах восстанавливались в течение 2–3 нед. после операции и сохранялись практически с полной амплитудой в течение всего периода наблюдения. При внимательном осмотре у пациентов можно было заметить едва заметную хромоту. Укорочение пораженной конечности составляло

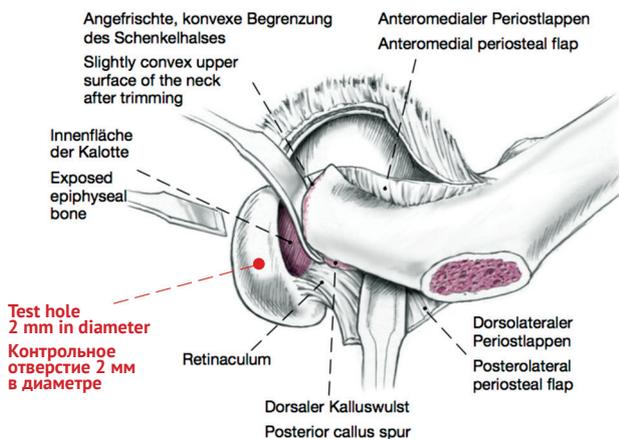


Рис. 1. Отделение эпифиза бедренной кости, завершение формирования лоскута — отслойка надкостницы от задней и внутренней поверхностей шейки бедренной кости (рисунок заимствован из статьи М. Leunig с соавт. (2007) и изменен с разрешения авторов)

Fig. 1. Separation of femoral epiphysis, formation of the flap – detachment of periosteum from posterior and medial surfaces of femoral neck (figure from article of M. Leunig et al (2007), was modified upon consent of the authors)

* Loder R.T., Richards B.S., Shapiro P.S. et al. Acute slipped capital femoral epiphysis: the importance of physeal stability. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(8):1134-1140.

до 1 см. Больные не предъявляли жалоб на боли или ограничение движений в тазобедренных суставах. Развития асептического некроза, хондролита головки бедренной кости не наблюдалось ни у одного больного. У 3 больных в сроки наблюдения 3 и 4 года на рентгенограммах отмечались дистрофические изменения, соответствующие коксартрозу I степени в виде неравномерности суставной щели, субхондрального склероза вертлужной впадины. Как у пациентов с рентгенологическими признаками дистрофии, так и у пациентов без таковых, показатель по шкале Harris составил 97 баллов.

В качестве клинического примера приводим следующее наблюдение.

Пациентка 10 лет. Боли в тазобедренном суставе и хромота появились в июле 2014 г. В поликлинике по месту жительства был поставлен диагноз остеохондропатии головки бедренной кости. В нашей клинике поставлен диагноз: юношеский

эпифизеолиз головки левой бедренной кости, хроническая форма. По данным рентгенографии и компьютерной томографии определялось смещение эпифиза на 90° (рис. 2). Через 11 мес. от начала заболевания, в августе 2015 г. пациентке была выполнена открытая репозиция эпифиза по модифицированной методике Dunn (рис. 3). Полная амплитуда активных движений в тазобедренном суставе восстановилась через 2 нед. после оперативного вмешательства. Больная выписана на амбулаторное лечение через 3 нед. Консолидация наступила через 5 мес., была разрешена опора на ногу. Спицы с нарезкой удалены через год после вмешательства. При контрольном осмотре через 3 года: на рентгенограммах положение эпифиза бедренной кости правильное, дистрофических изменений не отмечается (рис. 4). Пациентка ведет активный образ жизни и не предъявляет жалоб, амплитуда движений в суставе полная.

Таблица

Результаты лечения пациентов

Пациент, возраст, пол	Форма ЭЮГБК	Степень смещения эпифиза, град.	Срок наблюдения после операции, мес.	Наличие болевого синдрома	Амплитуда движений в тазобедренном суставе, град.	Дистрофические изменения	Балл по шкале Harris
13 лет, м	O+X	87	48	Нет	S – 10/0/135, F – 40/0/30, H – 45/0/20	Умеренные	97
10 лет, ж	O+X	90	30	Нет	S – 10/0/135, F – 50/0/30, H – 45/0/35	Нет	97
13 лет, ж	O+X	65	18	Нет	S – 5/0/120, F – 30/0/20, H – 25/0/20	Умеренные	97
12 лет, ж	X	55	32	Нет	S – 10/0/140, F – 50/0/30, H – 45/0/30	Нет	97
13 лет, ж	O+X	60	27	Нет	S – 0/0/120, F – 30/0/20, H – 25/0/20	Умеренные	97
13 лет, ж	O+X	80	36	Нет	S – 10/0/135, F – 40/0/30, H – 45/0/20	Нет	97

X – хронический эпифизеолиз; O+X – острый эпифизеолиз на фоне хронического.

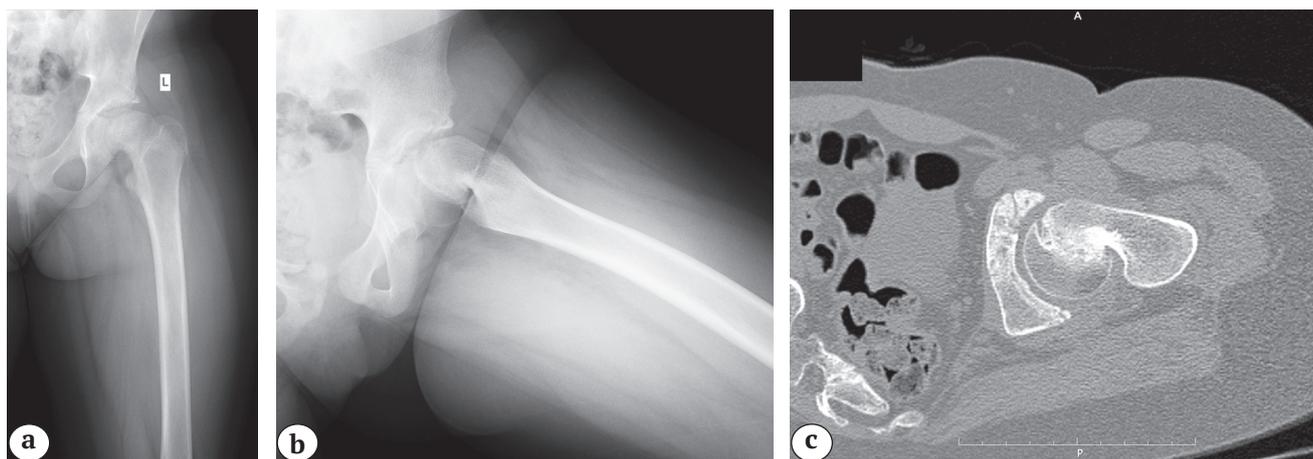


Рис. 2. Результаты лучевого обследования тазобедренного сустава пациентки 10 лет до оперативного лечения: а — рентгенограмма в прямой проекции; б — рентгенограмма в положении Лауэнштейна: смещение эпифиза на 90°; с — компьютерная томограмма

Fig. 2. X-rays of hip of female patient 10 y. o., prior to surgical treatment: а — straight AP view; б — Lauenstein position: epiphysis displacement at 90°; с — computer tomography

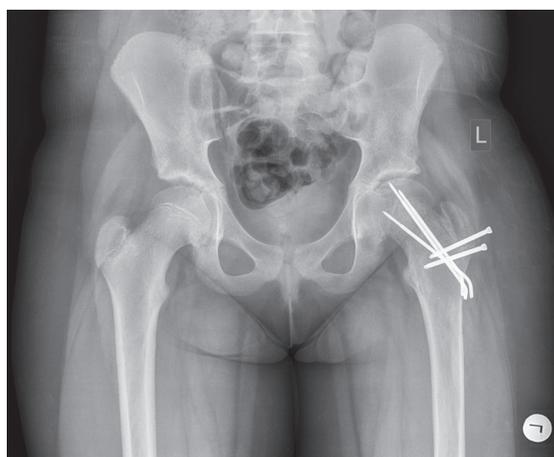


Рис. 3. Рентгенограмма тазобедренных суставов пациентки, после оперативного вмешательства: анатомические соотношения эпифиза и шейки бедренной кости восстановлены

Fig. 3. X-ray of hip joints, female patient, after surgery: restored anatomical relations of epiphysis and femoral neck

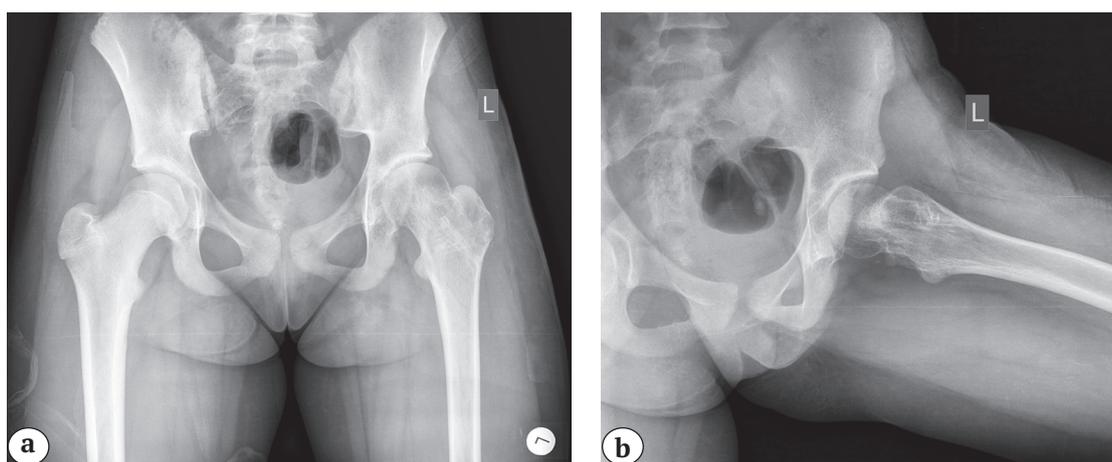


Рис. 4. Рентгенограммы тазобедренного сустава пациентки, через 3 года после оперативного вмешательства в прямой проекции (а) и положении Лауэнштейна (б): положение эпифиза бедренной кости правильное, дистрофических изменений не отмечается

Fig. 4. X-rays of hip joint of female patient, 3 years after surgery in AP view (а) and in Lauenstein position (б): correct positioning of femoral epiphysis, no dystrophic changes

Обсуждение

Результаты применения модифицированной операции Dunn при лечении пациентов с юношеским эпифизеолизом головки бедренной кости в нашей клинике оказались обнадеживающими.

При лечении больных с тяжелыми степенями как хронического, так и острого смещения эпифиза на фоне хронического эпифизеолиза мы не наблюдали развития асептического некроза головки бедренной кости или хондролита. С одной стороны, отсутствие этих грозных осложнений обусловлено достаточно точным воспроизведением техники оперативного вмешательства, с другой стороны, вероятно, небольшим количеством наблюдений.

По данным литературы, частота развития асептического некроза и хондролита составляет от 0 до 26%. Самые низкие показатели в ортопедической клинике Бернского университета, где разработана и впервые использована эта методика, однако с ростом числа выполненных вмешательств (от 30 до 43) частота развития асептического некроза менялась от 0 до 4% [25–27].

По мере распространения и воспроизведения данной операции в других ортопедических центрах показатель развития асептического некроза увеличился до 6–26% [28–34]. Такой разброс, вероятно, связан как с различной тяжестью и характером смещения, временем, прошедшем с начала заболевания, так и с различными техническими особенностями вмешательств, необходимостью скрупулезного выполнения всех необходимых манипуляций в ограниченном пространстве. V. Urasani с соавторами в своем исследовании проследили четкую обратно-пропорциональную зависимость между опытом хирурга (количеством и частотой выполнения вмешательства) и частотой возникновения осложнений [30].

Заключение

Модифицированная методика операции Dunn позволяет полностью восстановить анатомические взаимоотношения шейки бедренной кости и эпифиза, и, соответственно, биомеханику тазобедренного сустава. Выполнение вывиха бедра позволяет сформировать протяженный питающий эпифиз лоскут, что значительно улучшает условия кровообращения в головке бедренной кости и тем самым снижает риск развития асептического некроза и хондролита.

Учитывая опыт зарубежных клиник и собственные наблюдения, мы склонны считать, что использование модифицированной операции Dunn в настоящее время можно считать методом выбора при лечении больных с тяжелыми формами юношеского эпифизеолиза головки бедренной

кости, однако относительно небольшое количество выполненных операций требует дальнейших исследований.

Этика публикации: законные представители пациентов дали добровольное согласие на публикацию клинических наблюдений.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Басков В.Е. Результат лечения юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2014;2(3):14-17. DOI: 10.17816/PTORS2314-17. Baskov V.E. [Results of treatment of juvenile femoral head epiphysiolysis]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta* [Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery]. 2014;2(3):14-17. DOI: 10.17816/PTORS2314-17. (In Russ.).
2. Барсуков Д.Б., Поздник И.Ю., Басков В.Е., Краснов А.И. Оперативные вмешательства при юношеском эпифизеолизе головки бедренной кости. *Амурский медицинский журнал*. 2015;4(12):153-154. Barsukov D.B., Pozdnikin I.Yu., Baskov V.E., Krasnov A.I. [Surgical interventions of juvenile femoral head epiphysiolysis]. *Amurskii meditsinskii zhurnal* [Amursky Medical Journal]. 2015;4(12):153-154. (In Russ.).
3. Schai P.A., Exner G.U. Corrective Imhäuser intertrochanteric osteotomy. *Oper Orthop Traumatol*. 2007;19(4):368-388. (In German). DOI: 10.1007/s00064-007-1212-8.
4. Trisolino G., Pagliuzzi G., Di Gennaro G.L., Stilli S. Long-term results of combined epiphysodesis and Imhäuser intertrochanteric osteotomy in SCFE: a retrospective study on 53 hips. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(6):409-415. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000695.
5. Ахтямов И., Абакаров А., Белецкий А., Богосьян А., Соколовский О. Заболевания тазобедренного сустава у детей. Диагностика и хирургическое лечение. Казань; 2008. 456 с. Akhtiamov I., Abakarov A., Beletskii A., Bogosyan A., Sokolovskiy O. [Hip joint diseases in children. Diagnosis and surgical treatment]. Kazan; 2008. 456 p. (In Russ.).
6. Soni J.F., Valenza W.R., Uliana C.S. Surgical treatment of femoroacetabular impingement after slipped capital femoral epiphysis. *Curr Opin Pediatr*. 2018;30(1):93-99. DOI: 10.1097/MOP.0000000000000565.
7. Тенилин Н.А., Баталов О.А. Способ оперативного лечения юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1989;(4):50-51. Tenilin N.A., Batalov O.A. [Method of surgical treatment of unstable severe forms of juvenile femoral head epiphysiolysis]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics]. 1989;(4):50-51. (In Russ.).
8. Hall J.E. The results of treatment of slipped femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1957;39-B(4):59-73.
9. Hierton T. Wedge osteotomy in advanced femoral epiphysiolysis. *Acta Orthop Scand*. 1955;25(1):44-62.
10. Arnold P., Jani L., Soloniewicz A. [Significance and results of subcapital osteotomy in severe slipped capital

- femoral epiphysis]. *Orthopade*. 2002;31(9):908-1113. (In German). DOI: 10.1007/s00132-002-0380-3.
11. Ballmer P.M., Gilg M., Aebi B., Ganz R. [Results following subcapital and Imhäuser-Weber osteotomy in femur head epiphyseolysis]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1990;128(1):63-66. DOI: 10.1055/s-2008-1039863.
 12. Broughton N.S., Todd R.C., Dunn D.M., Angel J.C. Open reduction of the severely slipped upper femoral epiphysiolysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(3):435-439.
 13. Clarke H.J., Wilkinson J.A. Surgical treatment for severe slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1990;72(5):854-858.
 14. Exner G.U., Schai P.A., Nötzli H.P. [Treatment of acute slips and clinical results in slipped capital femoral epiphysis]. *Orthopade*. 2002;31(9):857-865. (In German). DOI: 10.1007/s00132-002-0374-1/
 15. Lefort G., Cottalorda J., Bouche-Pillon M.A., Lefebvre F., Daoud S. [Open reduction by the Dunn technique in upper femoral epiphysiolysis. Report of 14 cases]. *Chir Pediatr*. 1990;31(4-5):229-234. (In French).
 16. Martin T., Fayad F. [Severe upper femoral epiphysiolysis. Invasive reduction by Dunn's technic: 11 cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1986;72(8):587-598. (In French).
 17. Nishiyama K., Sakamaki T., Ishii Y. Follow-up study of the subcapital wedge osteotomy for severe chronic slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 1989;9(4):412-416.
 18. Rao J.P., Francis A.M., Siwek C.W. The treatment of chronic slipped capital femoral epiphysis by biplane osteotomy. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(8):1169-1175.
 19. Velasco R., Schai P.A., Exner G.U. Slipped capital femoral epiphysis: a long-term follow-up study after open reduction of the femoral head combined with subcapital wedge resection. *J Pediatr Orthop B*. 1998;7(1):43-52.
 20. Dunn D.M. The treatment of adolescent slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1964;46:621-629.
 21. Dunn D.M., Angel D.C. Replacement of the femoral head by open operation in severe adolescent slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*. 1978;60-B(3):394-403.
 22. Пулатов А.Р., Минеев В.В. Отдаленные результаты хирургического лечения нестабильных форм юношеского эпифизеолиза головки бедренной кости. *Гений ортопедии*. 2012;(3):88-90. Pulatov A.R., Mineev V.V. [Long-term outcomes of surgical treatment for unstable forms of juvenile slipped femoral epiphysis]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2012;(3):88-90. (In Russ.).
 23. Leunig M., Slongo T., Kleinschmidt M., Ganz R. [Subcapital correction osteotomy in slipped capital femoral epiphysis by means of surgical hip dislocation]. *Oper Orthop Traumatol*. 2007;19(4):389-410. (In German). DOI: 10.1007/s00064-007-1213-7.
 24. Tannast M., Jost L.M., Lerch T.D., Schmaranzer F., Ziebarth K., Siebenrock K.A. The modified Dunn procedure for slipped capital femoral. *J Child Orthop*. 2017;11(2):138-146. DOI: 10.1302/1863-2548-11-170046.
 25. Ziebarth K., Zilkens C., Spencer S., Leunig M., Ganz R., Kim Y.J. Capital realignment for moderate and severe SCFE using a modified Dunn procedure. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(3):704-716. DOI: 10.1007/s11999-008-0687-4.
 26. Slongo T., Kakaty D., Krause F., Ziebarth K. Treatment of slipped capital femoral epiphysis with a modified Dunn procedure. *J Bone Joint Surg Am*. 2010 Dec 15;92(18):2898-2908. DOI: 10.2106/JBJS.L.01385.
 27. Ziebarth K., Milosevic M., Lerch T.D., Steppacher S.D., Slongo T., Siebenrock K.A. High survivorship and little osteoarthritis at 10-year followup in scfe patients treated with a modified Dunn procedure. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(4):1212-1228. DOI: 10.1007/s11999-017-5252-6.
 28. Sankar W.N., Vanderhave K.L., Matheney T., Herrera-Soto J.A., Karlen J.W. The modified Dunn procedure for unstable slipped capital femoral epiphysis: a multicenter perspective. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(7):585-591. DOI: 10.2106/JBJS.L.00203.
 29. Madan S.S., Cooper A.P., Davies A.G., Fernandes J.A. The treatment of severe slipped capital femoral epiphysis via the Ganz surgical dislocation and anatomical reduction: a prospective study. *Bone Joint J*. 2013;95-B(3):424-429. DOI: 10.1302/0301-620X.95B3.30113.
 30. Upasani V.V., Matheney T.H., Spencer S.A., Kim Y.J., Millis M.B., Kasser J.R. Complications after modified Dunn osteotomy for the treatment of adolescent slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2014;34(7):661-667. DOI: 10.1097/BPO.000000000000161.
 31. Souder C.D., Bomar J.D., Wenger D.R. The role of capital realignment versus in situ stabilization for the treatment of slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop*. 2014;34(8):791-798. DOI: 10.1097/BPO.000000000000193.
 32. Novais E.N., Hill M.K., Carry P.M., Heare T.C., Sink E.L. Modified Dunn procedure is superior to in situ pinning for short-term clinical and radiographic improvement in severe stable SCFE. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2108-2117. DOI: 10.1007/s11999-014-4100-1.
 33. Persinger F., Davis R.L. 2nd, Samora W.P., Klinge K.E. Treatment of unstable slipped capital epiphysis via the modified Dunn procedure. *J Pediatr Orthop*. 2018;38(1):3-8. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000737.
 34. Elmarghany M., Abd El-Ghaffar T.M., Seddik M., Akar A., Gad Y., Ragheb E., Aprato A., Massè A. Surgical hip dislocation in treatment of slipped capital femoral epiphysis. *SICOT J*. 2017;3:10. DOI: 10.1051/sicotj/2016047.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Введенский Петр Станиславович — канд. мед. наук, врач детского ортопедического отделения, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

Тенилин Николай Александрович — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник детского ортопедического отделения, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Petr S. Vvedenskiy — Cand. Sci. (Med.), orthopaedic surgeon, Pediatric Orthopaedics Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Nikolay A. Tenilin — Dr. Sci. (Med.), leading researcher, Pediatric Orthopaedics Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Власов Максим Валерьевич — канд. мед. наук, руководит детский ортопедический отделения, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

Богосьян Александр Богосович — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник детского ортопедического отделения, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

Новиков Александр Вульфович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник консультативно-реабилитационного отделения, Университетская клиника, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

Maxim V. Vlasov — Cand. Sci. (Med.), head of Pediatric Orthopaedics Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Alexandr B. Bogosyan — Dr. Sci. (Med.), leading researcher, Pediatric Orthopaedics Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Alexandr V. Novikov — Dr. Sci. (Med.), chief researcher of Consultation and Rehabilitation Department, University Clinic, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Остеосинтез авульсивных переломов у больных с различной минеральной плотностью костной ткани

Л.Б. Резник¹, В.В. Гурьев², М.А. Турушев¹, Д.А. Негров³, Р.Е. Ильин⁴

¹ ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Омск, Россия

² НУЗ «Дорожная клиническая больница им. Н. А. Семашко на ст. Люблино ОАО «РЖД», г. Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» Минобрнауки России, г. Омск, Россия

⁴ ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская центральная городская больница», г. Ноябрьск, Россия

Реферат

Цель исследования — сравнить эффективность остеосинтеза биодеградируемыми и титановыми имплантатами авульсивных переломов у пациентов с различной минеральной плотностью кости. **Материал и методы.** На экспериментальном этапе исследования для оценки якорных свойств имплантата в остеопорозной и здоровой кости было выделено две группы костных блоков из головок бедренных костей пациентов. В первую группу вошли блоки 31 пациента с остеопорозом, во вторую — 27 блоков пациентов без остеопороза. В первой группе в 13 костных блоках имплантированы кортикальные биодеградируемые винты из полилактидгликолевой кислоты (PLGA), в 10 костных блоках — титановые винты, в 8 — биодеградируемые пины (PLGA). Во второй группе имплантированы 10 титановых, 10 биодеградируемых винтов и 7 биодеградируемых пинов. Прочность фиксации имплантата в кости исследовалась pull-out тестом. Затем, в зависимости от используемого фиксатора, вновь полученные от первой группы экспериментальные костные блоки с остеопорозом разделены на три группы для оценки устойчивости к разрушающему воздействию имплантата. В эксперименте выполнено моделирование остеосинтеза авульсивного перелома на этих костных блоках. В первой группе (11 костных блоков) чрезкостный остеосинтез отсеченного фрагмента выполнялся титановым винтом, во второй группе (9 костных блоков) — биодеградируемым винтом, в третьей группе (11 костных блоков) — биодеградируемым пином. Результаты остеосинтеза оценивались по наличию разрушения малого костного фрагмента имплантатом и стабильности фиксации. В клиническом разделе исследования проведен сравнительный анализ 65 оперативных вмешательств (38 человек с остеопорозом и 27 без остеопороза) у больных с авульсивными переломами. В 24 случаях для остеосинтеза использованы биодеградируемые винты, в 31 случаях титановые винты АО/ASIF, в 10 — пины. **Результаты.** Экспериментальные исследования показали, что устойчивость к pull-out тесту биодеградируемого винта в сравнении с металлическим винтом больше на 25,7% в остеопорозной кости. В кости без остеопороза не получено статистически значимых отличий. Устойчивость к pull-out тесту биодеградируемого пина на 3% выше, чем металлического винта. Эффективность остеосинтеза на модели авульсивного перелома в условиях остеопороза с использованием титанового винта оказалась хуже: в 27,2% кортикальный металлический винт разрушал малый костный фрагмент. По результатам клинического исследования не получено отрицательных результатов при использовании биодеградируемых фиксаторов, в 12,5% случаев остеосинтеза титановым винтом отмечена миграция костного фрагмента. Полученные в ходе клинического исследования данные коррелировали с экспериментальными данными. Это делает использование биодеградируемых имплантатов более перспективным. **Заключение.** Для остеосинтеза авульсивных переломов у пациентов с нормальной минеральной плотностью кости возможно использование как титановых, так и биодеградируемых фиксаторов с эквивалентной прочностью фиксации отломков. При остеосинтезе кости с измененными биомеханическими свойствами предпочтительнее использовать биодеградируемые имплантаты.

Ключевые слова: авульсивный перелом, остеосинтез, остеопороз, биодеградируемые винты, титановые винты, прочность фиксации.

Резник Л.Б., Гурьев В.В., Турушев М.А., Негров Д.А., Ильин Р.Е. Остеосинтез авульсивных переломов у больных с различной минеральной плотностью костной ткани. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):72-80. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-72-80.

Cite as: Reznik L.B., Guryev V.V., Turushev M.A., Negrov D.A., Il'in R.E. [Avulsion Fractures Osteosynthesis in Patients with Normal Bone Mineral Density and Osteoporosis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):72-80. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-72-80.

✉ Турушев Михаил Анатольевич / Mikhail A. Turushev; e-mail: mturush20@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 09.11.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 27.10.2018.

Avulsion Fractures Osteosynthesis in Patients with Normal Bone Mineral Density and Osteoporosis

L.B. Reznik¹, V.V. Guryev², M.A. Turushev¹, D.A. Negrov³, R.E. Il'in⁴

¹ Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

² Semashko Road Clinical Hospital at st. Lyublino of Russian Railways, Moscow, Russian Federation

³ Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

⁴ Noyabrsk Central City Hospital, Noyabrsk, Russian Federation

Abstract

Objective: to compare the effectiveness of osteosynthesis for avulsion fractures using bioabsorbable versus titanium implants in patients differing in bone mineral density. **Material and Methods.** In the experimental phase of study, two groups of bone blocks were singled out from patients' femoral heads to assess the anchoring properties of the implant in osteoporotic and healthy bone. The first group included blocks of 31 patients with osteoporosis, the second one — 27 blocks of patients without osteoporosis. In the first group, cortical bioabsorbable Poly-L-Lactic/co-glycolic acid (PLGA) screws were implanted into 13 bone blocks, titanium screws — into 10 bone blocks, and bioabsorbable pins (PLGA) — into 8 bone blocks. In the second group, 10 titanium screws, 10 bioabsorbable screws and 7 bioabsorbable pins were implanted. The anchorage of the implant in bone was evaluated by a pull-out test. Then, depending on the anchorage used, the studied bone blocks with osteoporosis, newly obtained from the first group, were divided into three groups for the purpose of evaluating the resistance to the damaging effects of the implant. In experiment, the osteosynthesis for avulsion fracture was simulated on these bone blocks. In the first group (11 bone blocks), the transosseous osteosynthesis of the bone fragment was carried out with a titanium screw, in the second group (9 bone blocks) with a bioabsorbable screw, in the third group (11 bone blocks) with a bioabsorbable pin. The results of osteosynthesis were assessed based on how often a small bone fragment was damaged by an implant and on stability of the anchored implant. In the clinical phase of study, a comparative analysis of 65 surgical interventions (38 people with osteoporosis and 27 without osteoporosis) in patients with avulsion fractures was performed. In 24 cases, bioabsorbable screws were used for osteosynthesis, AO/ASIF titanium screws were used in 31 cases, and pins were used in 10 cases. **Results.** Experimental studies showed that the resistance to pull-out test of a bioabsorbable screw anchored in osteoporotic bone is 25.7% higher than a titanium screw. No statistically significant difference was found in bone without osteoporosis. Resistance to pull-out test of a bioabsorbable pin is 3% higher than a titanium screw. The model-based experiment with an avulsion fracture in osteoporotic bone using a titanium screw showed lower effectiveness of osteosynthesis: in 27.2% of cases the cortical titanium screw damaged a small bone fragment. Based on the clinical trial findings, no negative results were obtained using bioabsorbable anchorage. In 12.5% cases of osteosynthesis with a titanium screw, migration of a bone fragment was noted. The data obtained during the clinical study correlated with the experimental data. This makes the use of bioabsorbable implants advantageous. **Conclusion.** For avulsion fracture osteosynthesis in patients with normal bone mineral density, it is possible to use both titanium and biodegradable fixators with equivalent strength of fragment fixation. In osteosynthesis of fractures in patients with osteoporosis it is preferable to use bioabsorbable implants.

Keywords: avulsion fractures, osteosynthesis, osteoporosis, bioabsorbable screws, titanium screws, anchoring strength.

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

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

Publishing ethics: the patients provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

Для остеосинтеза при переломах различных типов в основном применяются металлические фиксаторы из титана, тантала, циркония, сплавов кобальта, стали [1–3]. Таким системам свойственны следующие недостатки: реакция взаимодействия тканей организма с металлом (металлоз) [4–6], нестабильность [7–9], риск инфекционных осложнений [10, 11], разрушение металлоконструкции [12, 13], необходимость последующего

удаления фиксаторов и связанные с этим трудности [14–16]. Лечение мелкофрагментарных переломов очень часто приводит к неудовлетворительным результатам, причиной которых является фрагментация отломка в процессе остеосинтеза и миграция винтов [17, 18]. Остеосинтез переломов медиальной лодыжки, костей кисти и стопы, надмыщечков плеча и так далее у больных с остеопорозом также вызывает трудности, обусловленные невозможностью стабильной фиксации

металлоконструкции в кости [19–23]. Назрела необходимость внедрения в широкую клиническую практику новых материалов и технологий для остеосинтеза, таких как биодеградируемые имплантаты из полилактатгликолевой кислоты (PLGA) [10, 24, 25]. Биофизические характеристики этих имплантатов максимально близки к параметрам костной ткани, а сопротивление к линейным нагрузкам аналогично параметрам металлических конструкций [24, 26]. В отличие от металлических фиксаторов, создающих различные артефакты, биодеградируемые имплантаты из PLGA не препятствуют визуализации костного регенерата при МРТ-исследовании [27]. Повышение эффективности остеосинтеза у больных с локальным и системным остеопорозом при невозможности использования металлических фиксаторов — основная задача этого исследования.

Цель исследования — сравнить эффективность остеосинтеза биодеградируемыми и титановыми имплантатами авульсивных переломов у пациентов с различной минеральной плотностью кости.

Материал и методы

Проведено открытое проспективное сравнительное многоцентровое исследование прочности фиксации титановых винтов и биодеградируемых имплантатов в кости с разными качественными характеристиками. Исследование выполнялось с соблюдением требований Хельсинкской декларации об экспериментах на материале, изъятом у человека (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects 2013).

Экспериментальный этап исследования

В соответствии с теорией авульсивного перелома проводилось моделирование остеосинтеза в эксперименте. В качестве нулевой гипотезы нами рассматривалась теоретическая возможность преимуществ фиксации фрагментов скомпрометированной остеопорозом кости биодеградируемыми винтами в сравнении с титановыми, основанная на эффекте самокомпрессии биодеградируемых имплантатов и отсутствия значительных усилий при достижении адаптации отломков при выполнении остеосинтеза.

Для оценки якорных фиксирующих характеристик имплантатов использовались костные блоки из головок бедренных костей пациентов, которым выполнялось эндопротезирование тазобедренного сустава.

Полученные блоки поделили на 2 группы: в первую вошли — 31 блок от пациенток с остеопорозом, во вторую — 27 от пациенток с нормальной минеральной плотностью костной ткани. Диагноз

«остеопороз» подтверждался у больных методом дихроматической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA) по программе «шейка бедра» в контралатеральном суставе и поясничном отделе позвоночника при наличии показателей T-критерия $\leq -1,5$.

Головки бедренной кости сразу после удаления помещались в физиологический раствор, где находились в среднем $2 \text{ ч} \pm 25 \text{ мин}$ при комнатной температуре. Из головки изготавливался блок в виде параллелепипеда длиной 5 см, шириной $1 \pm 0,2 \text{ см}$, толщиной $0,5 \pm 0,2 \text{ см}$. В верхнем полюсе блока сохранялся кортикальный слой, что приближало экспериментальную модель к анатомической. В эксперименте для сравнения прочности фиксации имплантатов нами использованы биодеградируемые винты из PLGA диаметром 3,5 мм, длиной 40 мм, шагом винта 2 мм, с плоской головкой, биодеградируемые пины из PLGA, а также титановые самонарезаемые винты диаметром 3,5 мм, длиной 40 мм, шагом винта 2 мм, с плоской головкой.

В первой группе в 13 костных блоках имплантированы кортикальные биодеградируемые винты, в 10 костных блоках — титановые винты, в 8 — биодеградируемые пины. В костные блоки нормальной плотности (T-критерий не более -1 SD), имплантированы для сравнения 10 титановых, 10 биодеградируемых винтов и 7 биодеградируемых пинов. Прочность фиксации винта в кости исследовалась путем определения усилия на «вырывание» его из кости (pull-out тест) при помощи испытательной машины РМ — 0,5, предназначенной для проведения экспериментов на растяжение материалов с разрывным усилием в 500 кгс/м^2 и скоростью 20 мм/мин. Фиксация образца осуществлялась за головку винта и за костный блок. Производилось исследование усилия на вырывание винта из комплекса «имплантат-кость». Данные фиксировались при помощи блока измерения силы, торированного в килоньютонках (кН).

Учитывая полученные данные, из головок бедренных костей 31 пациентки первой группы с доказанным остеопорозом вновь взяты костные блоки, на которых выполнено моделирование остеосинтеза авульсивного перелома. Для этого из головки бедренной кости выпиливались кубические костные блоки $4 \times 4 \text{ см}$; один из углов костного блока отсекался в виде пирамиды, где сохранялся кортикальный слой. Объем полученного фрагмента в виде пирамиды составлял $1,5 \text{ см}^3$, что соответствует модели отрывного перелома (рис. 1).

В эксперименте критерием эффективности остеосинтеза явилось достижение стабильной фиксации отломка без его разрушения в процессе компрессии.



Рис. 1. Модель авульсионного перелома на кубическом костном блоке

Fig. 1. Model of avulsion fracture on a cubic bone block

Полученные костные блоки были разделены на 3 группы. В первой группе (11 костных блоков) остеосинтез выполнялся после предварительного рассверливания в соответствии с рекомендациями АО [31] титановыми кортикальным винтом полной нарезкой и в части случаев сопровождался фрагментацией костного блока (рис. 2). Во второй группе (9 костных блоков) остеосинтез выполняли биодеградируемым винтом при помощи динамометрической отвертки с моментом 0,8 Nm. В третьей группе (11 костных блоков) выполнен остеосинтез костных фрагментов биодеградируемым пином (рис. 3).

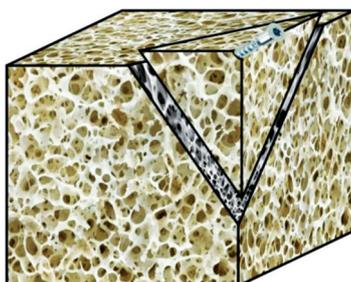


Рис. 2. Остеосинтез титановым винтом с фрагментацией костного блока

Fig. 2. Osteosynthesis with a metal screw resulted in bone fragmentation



Рис. 3. Остеосинтез модели авульсионного перелома биодеградируемым пином

Fig. 3. Schematic representation and model of the fracture osteosynthesis with a bioabsorbable pin



Клинический этап исследования

Клинический раздел работы включил результаты остеосинтеза 65 больных, из них с доказанным остеопорозом (Т-критерий не более $-2,5$ SD) 38 человек и 27 без остеопороза. В исследовании участвовали пациенты с авульсионными переломами типа 44A1-44A2, 44B2 по классификации АО, из которых переломов медиальной лодыжки — 47, подсиндесмозных переломов латеральной лодыжки — 18.

В 24 случаях для остеосинтеза использованы биодеградируемые винты, из них в 15 случаях при остеопорозе и в 9 без остеопороза. В 31 случае титановые винты АО/ASIF: в 16 случаях с остеопорозом и в 15 без остеопороза, в 10 — пины (PLGA), у 7 пациентов с остеопорозом и у 3 без остеопороза. Первично оценка эффективности остеосинтеза проводилась в ходе операции визуально. В этом исследовании также оценивались адаптация и целостность костных отломков. В динамике рентгенологически в стандартных проекциях оценивалось смещение костного отломка после остеосинтеза, фрагментация или замедленная консолидация.

Результаты

Стендовое биомеханическое исследование стабильности кортикальных титановых винтов показало, что максимальное смещение титанового винта (1,1–1,2 мм) в кости со сниженной минеральной плотностью происходит при усилии 0,26 кН, биодеградируемого винта (1,0–1,1 мм) при усилии 0,36 кН, что на 25,7% больше по сравнению с титановым винтом, $t = 0,325$, $p = 0,749$. Процесс миграции биодеградируемого винта проходил поэтапно с уменьшением движения в интервале 1,2–1,3 мм и при усилии 0,14кН, тогда как титанового винта — практически одномоментно. Завершение теста при нулевом усилии для титанового винта происходило при перемещении на 1,8 мм, а для биодеградируемого винта на 1,7 мм (рис. 4).

Оценивая устойчивость на разрывную нагрузку при фиксации перелома титановым винтом и винтом PLGA в костных блоках без явлений остеопороза (Т-критерий не более -1), мы не получили статистически значимых отличий ($p < 0,05$). Усилие для максимального смещения титанового винта из здоровой кости (Т-критерий $\geq -1,5$) составило 0,44 кН, что на 2,8% выше, чем винта PLGA, критерий Стьюдента = $-1,698$, $p = 0,133$ (рис. 5). Завершение теста при нулевом усилии для титанового винта происходило при перемещении на 1,8 мм, а для биодеградируемого винта — на 1,7 мм.

Сравнительные исследования устойчивости к pull-out тесту титановых винтов и биодеградируемых пинов показали, что разница разрывного усилия для удаления пина из кости, пораженной

остеопорозом, не превышала 0,106 кН, что на 3% выше, чем титанового винта ($t = -1,017, p = 0,324$) (рис. 6).

Максимальное смещение титанового винта (1,2–1,3 мм) в кости со сниженной минеральной плотностью происходит при усилии 0,26 кН, биодеградируемого пина (0,8–0,9 мм) при усилии 0,28 кН. Процесс миграции пина проходил практически одновременно, тогда как титанового винта

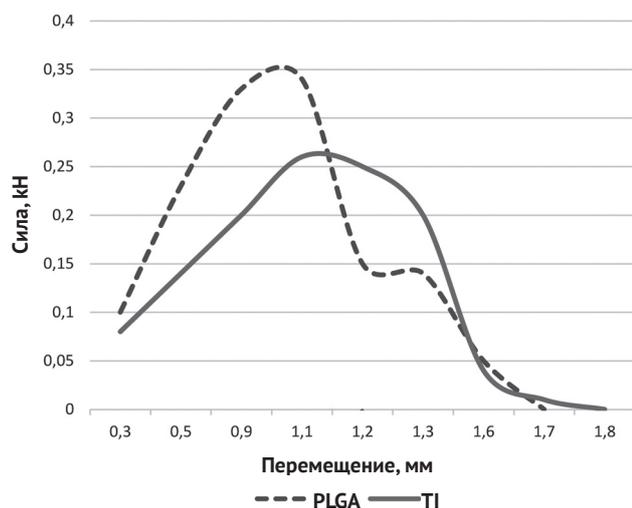


Рис. 4. Разрывное усилие в кН для миграции титанового и биодеградируемого винтов (Т-критерий $\leq -1,5$ — остеопения и остеопороз)

Fig. 4. Breaking strength for the titanium and bioabsorbable screw migration (T-score ≤ -1.5 — osteopenia and osteoporosis)

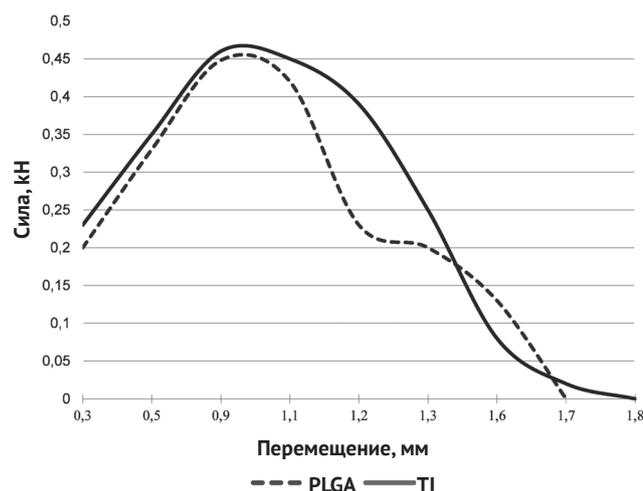


Рис. 5. Разрывное усилие для миграции титанового и биодеградируемого винтов (Т-критерий $\geq -1,5$)

Fig. 5. Breaking strength for the titanium and bioabsorbable screw migration (T-score ≥ -1.5)

поэтапно. Завершение теста для титанового винта происходило при перемещении на 1,8 мм, а для биодеградируемого пина — на 1,2 мм.

Оценивая в эксперименте эффективность остеосинтеза модели авульсивного перелома по наличию разрушения фрагмента имплантатом, мы выявили, что в 27,2% (3) случаев кортикальный титановый винт разрушал костный фрагмент (табл. 1).

Сравнительные результаты различных вариантов остеосинтеза в клинической практике за 2015–2017 гг. оценивались рентгенологически в сроки от 2 до 6 нед. после операции. При анализе рентгенограмм в сроки до 2 нед. важное значение придавалось сохранению адаптации и анатомической структуры костных фрагментов (лодыжек). В сроки до 6 нед. оценивали процессы консолидации и состояние канала после проведения винта. В таблице 2 представлены сравнительные результаты применения различных вариантов остеосинтеза лодыжек на ослабленной кости.

Клинические наблюдения демонстрируют отсутствие расколов костных фрагментов и миграции имплантатов в области синтезированной перелома, сохранение адаптации отломков и регенерацию в зоне перелома остеопорозной кости (рис. 7).

Анализ результатов использования металлических винтов продемонстрировал риски фрагментации костных отломков лодыжки и вторичного смещения (рис. 8а), что потребовало реостеосинтеза с переходом к другой технологии — по Веберу (рис. 8b).

В 12,5% (2) случаев у больных с авульсивными переломами лодыжек при наличии остеопороза отмечен раскол и миграция костного фрагмента, что потребовало реостеосинтеза (χ^2 Пирсона $df = 1, 1,41, p = 0,23, Mc Nemar \chi^2 11,53, p = 0,007$).

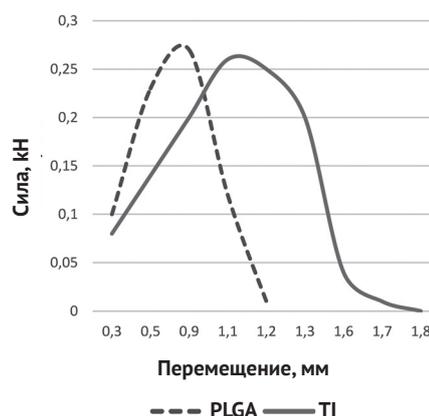


Рис. 6. Разрывное усилие для миграции титанового винта и биодеградируемого пина (Т-критерий $\leq -1,5$ — остеопения и остеопороз)

Fig. 6. Breaking strength for the titanium screw and bioabsorbable pin migration (T-score ≤ -1.5 — osteopenia and osteoporosis)

Таблица 1

Эффективность остеосинтеза краевых фрагментов

Параметр	Вид имплантата		
	титановый винт	биodeградируемый пин	биodeградируемый винт
Количество моделей остеосинтеза	11 (100%)	10 (100%)	9 (100%)
Раскол костного фрагмента	3 (27,2%)	0	0
Стабильный остеосинтез	8 (72,72%)	10 (100%)	10 (100%)

Таблица 2

Результаты остеосинтеза краевых фрагментов в клинической практике (n)

Результат	Вид имплантата					
	титановый винт		биodeградируемый пин		биodeградируемый винт	
	остеопороз	здоровая кость	остеопороз	здоровая кость	остеопороз	здоровая кость
Стабильный остеосинтез	12	14	7	3	15	9
Разрушение отломка и остеосинтез по Веберу	2	1	0	0	0	0
Ложный сустав по данным рентгенологического исследования	1	0	0	0	0	0
Смещение костного отломка после остеосинтеза и ранняя миграция винта	1	0	0	0	0	0

Костный канал биodeградируемого винта



Рис. 7. Рентгенограмма медиальной лодыжки через 2 нед. после остеосинтеза биodeградируемым винтом

Fig. 7. X-ray of the medial ankle 2 weeks after osteosynthesis with a bioabsorbable screw

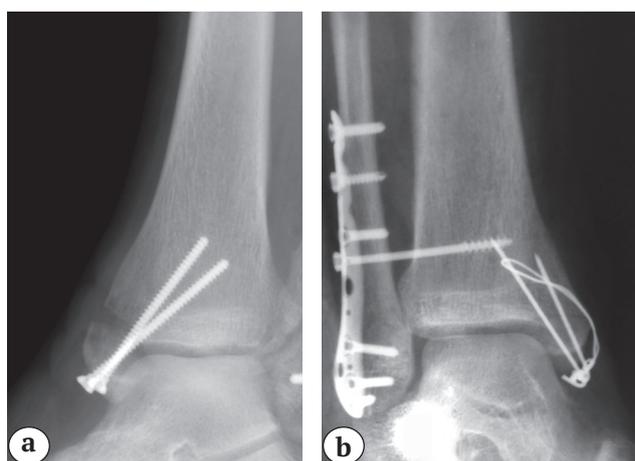


Рис. 8. Рентгенограммы медиальной лодыжки после остеосинтеза металлическим винтом: а — раскол и миграция костного фрагмента; б — реостесинтез по Веберу в условиях остеопороза

Fig. 8. X-rays of the medial ankle after osteosynthesis with a metal screw: a — fracture and migration of bone fragment; b — refixation by Veber in osteoporosis

Обсуждение

Многие авторы отмечают рост числа авульсионных переломов лодыжек, прежде всего у больных пожилого возраста с низким уровнем минеральной плотности кости и наличием трудных для остеосинтеза мелких фрагментов, что ухудшает результаты остеосинтеза [18, 19]. Важным фактором прогнозируемости стабильного остеосинтеза является прочность фиксации винта в кости. О.С. Thiele с соавторами для 3,5 мм титановых винтов АО показали зависимость прочности их фиксации в кости от степени выраженности остеопороза, где результаты pull-out теста для кортикальной кости снижались от 2500 N при отсутствии признаков остеопороза и до 1300 N при наличии остеопороза тяжелой степени [32]. То есть традиционно применяемая в травматологии винтовая фиксация с модификациями резьбы не оправдывает себя в отношении фрагментарных переломов при остеопорозной кости.

Полученные нами в ходе стендовых экспериментов результаты pull-out теста соответствуют данным Ю.В. Ларцева с соавторами о многоэтапном характере миграции металлического винта АО в процессе механического разобщения соединенных костных фрагментов при усилиях 0,09–0,14 кН [22]. Полученные нами в эксперименте данные об устойчивости синтезированных отломков кости к напряжению механического разобщения после фиксации биодеградируемыми винтами в сравнении с титановыми коррелируют с данными исследования М.В. Кроебер с соавторами [33], где они оказались существенно выше при фиксации в губчатой кости биодеградируемого винта ($68,5 \pm 3,3$ N), чем у титанового винта ($3 \pm 1,4$ N, $p < 0,05$). Это позволяет сделать вывод о преимуществе биодеградируемых винтов при выполнении некоторых видов остеосинтеза. Описанные преимущества биодеградируемых пинов и винтов объясняются изменениями объема изделия из биодеградируемого материала с возникающей трансформацией геометрии в виде увеличения диаметра с одновременным укорочением вследствие молекулярной гидратации, что приводит к прочной фиксации пинов и винтов в кости [26, 28]. Одноплоскостной характер усилия без применения ротационного воздействия при введении пина в мелкие фрагменты кости значительно снижает риски их фрагментации [30, 31].

Небольшой объем анализируемых данных является ограничением проведенного нами исследования. Однако полученные статистически значимые результаты подтверждают гипотезу о недостаточности якорных свойств металлического винта при остеосинтезе авульсионных переломов лодыжек у больных с нарушением минеральной

плотности кости и снижении риска фрагментации и без того мелких костных фрагментов в условиях остеопороза при использовании биодеградируемых фиксаторов ($t = -1,017$, $p = 0,324$). В то же время в условиях здоровой кости прочность фиксации фрагментов титановым винтом оказалась сопоставимой с показателями биодеградируемых конструкций ($p = 0,133$). Полученные результаты позволяют рекомендовать биодеградируемые пины и винты для остеосинтеза скомпрометированной остеопорозом кости.

Однако стендовые испытания не позволяют оценить сравнительную динамику фиксационных характеристик в зависимости от скорости биодеградации и резистентности к различным типам механических нагрузок, что нуждается в дальнейшем изучении.

Заключение

Для остеосинтеза авульсионных переломов типа 44A1-44A2, 44B2 по классификации АО при нормальной минеральной плотности кости могут использоваться как металлические, так и биодеградируемые фиксаторы.

При остеосинтезе кости с измененными биомеханическими свойствами предпочтительнее использовать биодеградируемые имплантаты, так как металлические имплантаты могут вызывать раскол и миграцию костных фрагментов. Это подтверждается результатами и экспериментального, и клинического этапов исследования.

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

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Гатина Э.Б., Манирамбона Ж.К., Алиев Э.И. Морфологическое исследование локального влияния имплантатов с покрытиями на основе сверхтвердых соединений на костную ткань в условиях индуцированной травмы. *Гений ортопедии*. 2015;(1):65-68. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-1-65-70. Ahtiamov I.F., Shakirova F.V., Gatina E.B. Manirambona Zh.K., Aliev E.I. [A morphological study of the local effect of the implants with superhard-compound coatings on bone tissue under the conditions of induced trauma]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2015;(1):65-68. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-1-65-70. (In Russ.).
- Bobyn J.D., Pilliar R.M., Cameron H.U., Weatherly G.C. The optimum pore size for the fixation of porous-surfaced metal implants by the ingrowth of bone. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(150):263-270.
- Witte F. The history of biodegradable magnesium implants: a re-view. *Acta Biomater*. 2010;6(5):1680-1692. DOI: 10.1016/j.actbio.2010.02.028.

4. Rae T. The toxicity of metals used in orthopaedic prostheses. An experimental study using cultured human synovial fibroblasts. *J Bone Joint Surg Br.* 1981;63-B(3):435-440.
5. Steinemann S.G. Metal implants and surface reactions. *Injury.* 1996;(3):16-22. DOI: 10.1016/0020-1383(96)89027-9.
6. Карбышева С.Б., Григоричева Л.Г., Жильцов И.В. D-лактат — маркер бактериального воспаления нативных и протезированных суставов. *Травматология и ортопедия России.* 2017;(2):6-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-6-14. Karbysheva S.B., Grigoricheva L.G., Zhil'cov I.V. [Synovial fluid D-lactate — bacterial-specific marker for infection of native and prosthetic joints]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;(2):6-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-6-14. (In Russ.).
7. Wegmann K., Gick S., Heidemann C., Pennig D., Neiss W.F., Müller L.P. et al. Biomechanical evaluation of the primary stability of pedicle screws after augmentation with an innovative bone stabilizing system. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(11):1493-1499. DOI: 10.1007/s00402-013-1842-2.
8. Luo Y.G., Yu T., Liu G.M., Yang N. Study of bone-screw surface fixation in lumbar dynamic stabilization. *Chin Med J.* 2015;128(3):368-372. DOI: 10.4103/0366-6999.150107.
9. Дулаев А.К., Цед А.Н., Джусоев И.Г., Усубалиев К.Н. Остеосинтез переломов шейки бедренной кости: динамический бедренный винт (DHS) или мини-инвазивная система Targon FN? *Травматология и ортопедия России.* 2015;(3):12-21. DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-3-12-21. Dulaev A.K., Tsed A.N., Dzhusoev I.G., Usubaliev K.N. [Osteosynthesis of femoral neck fractures: dynamic hip screw (DHS) or mini-invasive Targon FN system]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(3):12-21. DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-3-12-21. (In Russ.).
10. Gristina A.G. Biomaterial centered infection: microbial adhesion vs tissue integration. *Science.* 1987;(237):1588-1595. DOI: 10.1126/science.3629258.
11. Антониади Ю.В., Волокитина Е.А., Черницын Д.Н., Помогаева Е.В., Гилев М.В. Активная хирургическая тактика при лечении гнойно-воспалительных осложнений остеосинтеза околоуставных переломов. *Вопросы травматологии и ортопедии.* 2012;4(5):25-27. Antoniadì Ju.V., Volokitina E.A., Chernicyn D.N., Pomogaeva E.V., Gilev M.V. [Active surgical tactics at treatment of purulent-inflammatory complications osteosynthesis periarticular fractures]. *Voprosy travmatologii i ortopedii.* 2012;4(5):25-27. (In Russ.).
12. Hughes T.B. Bioabsorbable Implants in the Treatment of Hand Fractures: An Update. *Clin Orthop.* 2006;169-174. DOI: 10.1097/01.blo.0000205884.81328.cc.
13. Waris E., Konttinen Y.T., Ashammakhi N. Bioabsorbable fixation devices in trauma and bone surgery: current clinical standing. *Expert Rev Med Devices.* 2004;1(2):229-240. DOI: 10.1586/17434440.1.2.229.
14. Воронкевич И.А., Парфеев Д.Г., Конев В.А., Авдеев А.И. К вопросу о удалении имплантов, по мнению отечественных хирургов травматологов-ортопедов. *Современные проблемы науки и образования.* 2017;(6):112. Voronkevich I.A., Parfeev D.G., Konev V.A., Avdeev A.I. On the issue of removal of implants, according to domestic surgeons traumatologists, orthopedists. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija.* 2017;(6):112.
15. Molster A., Behring J., Gjerdet N.R., Ekeland A. Removal of osteosynthetic implants. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 2002;(122):2274-2276. (In Russ.).
16. Milia M.J., Vincent A.B., Bosse M.J. Retrograde removal of an incarcerated solid titanium femoral nail after subtrochanteric fracture. *J Orthop Trauma.* 2003;(17):521-524. DOI: 10.1097/00005131-200308000-00008.
17. Головаха М.Л., Кожемяка М.А., Панченко С.П., Красовский В.Л. Оценка напряжения и деформации системы «кость — фиксатор» при накостном остеосинтезе переломов наружной лодыжки. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 2014;(4):15. DOI: 10.15674/0030-59872014414-19. Golovaha M.L., Kozhemjaka M.A., Panchenko S.P., Krasovskij V.L. As-sessment of strain and deformation of the "bone-fixation" system in the case of osteosynthesis of the fractures of the external malleolus. *Ortopediya, travmatologija i protezirovanie.* 2014;(4):15. DOI: 10.15674/0030-59872014414-19. (In Russ.).
18. Каллаев Н.О., Лыжина Е.Л., Каллаев Т.Н. Сравнительный анализ оперативных методов лечения около- и внутрисуставных переломов и переломовывихов голеностопного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2004;5(4):32-35. Kallaev N.O., Lyzhina E.L., Kallaev T.N. Comparative analysis of surgical treatment of peri- and intra-articular fractures and fracture-dislocations of mortise joint. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova.* 2004;5(4):32-35. (In Russ.).
19. Yunfeng L. Strontium ranelate treatment enhances hydroxyapatite-coated titanium screws fixation in osteoporotic rats. *J Orthop Res.* 2009;578-582. DOI: 10.1002/jor.21050.
20. Jones H.W., Johnston P., Parker M. Are short femoral nails superior to the sliding hip screw? A meta-analysis of 24 studies in volving 3,279 fractures. *Clin Orthop.* 2006;(2):69-78. DOI: 10.1007/s00264-005-0028-0.
21. Seemab M., Ansari U., Ali M.N., Rana N.F. Internal fixation: An evolutionary appraisal of methods used for long bone fractures. *IJBAR.* 2014;3(5):142-149. DOI: 10.7439/ijbar.v5i3.627.
22. Ларцев Ю.В., Шерешовец А.А. Особенности применения нового металлофиксатора для остеосинтеза при остеопении в исследовании на трупах. *Наука и инновации в медицине.* 2017;(3):28-30. Larcev Ju.V., Shereshovets A.A. Features of the application of the new metal fixator for osteosynthesis in osteopenia in post-mortem examination. *Nauka i innovacii v medicine.* 2017;(3):28-30. (In Russ.).
23. Ганжа А.А., Гюльназарова С.В. О возможности предупреждения расшатывания имплантатов при остеосинтезе в условиях остеопороза. *Современные проблемы науки и образования.* 2017;(6):125-128. Ganzha A.A., Gjul'nazarova S.V. About prevention of the implants loosening by osteosynthesis in osteoporosis condition. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern Problems of Science and Education]. 2017;(6):125-128. (In Russ.).
24. Lee M.C., Jo H., Bae T.S. Analysis of initial fixation strength of press-fit fixation technique in anterior cruciate ligament reconstruction. A comparative study with titanium and bioabsorbable interference screw using porcine lower limb. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11(2):91-98. DOI: 10.1007/s00167-003-0351-1.
25. Якимов Л.А., Слияков Л.Ю., Бобров Д.С. Биодegradуемые импланты. Становление и развитие. Преимущества и недостатки. *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2017;(1):44-47.

- Jakimov L.A., Slinjakov L.Ju., Bobrov D.S. [Biodegradable implants. Formation and development. Advantages and drawbacks]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(1):44-47. (In Russ.).
26. Ibrahim A.M.S., Kuylhee K., Perrone G.S., Kaplan D.L., Lin S.J. Absorbable biologically based internal fixation. *Clin Podiatr Med Surg.* 2015;(32):61-72. DOI: 10.1016/j.cpm.2014.09.009.
27. Macarini L., Murrone M., Marini S. [MRI in ACL reconstructive surgery with PDLLA bioabsorbable interference screws: evaluation of degradation and osteointegration processes of bioabsorbable screws]. *Radiol Med.* 2004;107(1-2):47-57. (in Ital).
28. Eglin D., Alini M. Degradable polymeric materials for osteosynthesis: tutorial. *Eur Cell Mater.* 2008;80-91. DOI: 10.22203/ecm.v016a09.
29. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гудзь Ю.В., Григорян Ф.С. История, современное состояние и перспективы развития методов накостного остеосинтеза. *Современные проблемы науки и образования.* 2016;(5):77.
- Belenkiy I.G., Sergeev G.D., Gudz Y.V., Grigoryan F.S. [History, modern state and perspectives of development of plate internal fixation methods]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;(5):77. (In Russ.).
30. Backman D., Uhthoff H., Poitras P., Schwamberger A. Mechanical performance of a fracture plate incorporating bioresorbable inserts. *J Bone Joint Surg.* 2004;86(Suppl 3):300.
31. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Моран К.Г. АО — принципы лечения переломов. Т. 1. Минск: Васса Медиа; 2013. 470 с. Rudy T.P., Buckley R.E., Moran K.G. [AO – principles of fracture treatment]. Vol. 1. Minsk: Vassa Media; 2013. 470 p. (In Russ.).
32. Thiele O.C, Eckhardt C, Linke B; Schneider E; Lill C.A. Factors affecting the stability of screws in human cortical osteoporotic bone. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;(89):701-705.
33. Kroeber M.W., Rovinsky D., Haskell A., Heilmann M., Llotz J., Otsuka N. Biomechanical testing of bioabsorbable cannulated screws for slipped capital femoral epiphysis fixation. *Orthopedics.* 2002;25(6):659-662.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Резник Леонид Борисович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Омск

Гурьев Владимир Васильевич — д-р мед. наук, профессор, руководитель центра травматологии и ортопедии, НУЗ «Дорожная клиническая больница им. Н.А. Семашко на ст. Люблино ОАО «РЖД», г. Москва

Турушев Михаил Анатольевич — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Омск

Негров Дмитрий Анатольевич — канд. мед. наук, доцент кафедры машиностроения и материаловедения, ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» Минобрнауки России, г. Омск

Ильин Роман Евгеньевич — врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения, ГБУЗ ЯНАО «Ноябрьская центральная городская больница», г. Ноябрьск

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Leonid B. Reznik — Dr. Sci. (Med.), professor, head of the Department Traumatology and Orthopedics, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

Vladimir V. Guryev — Dr. Sci. (Med.), professor, head of the Trauma and Orthopedic Department, Semashko Road Clinical Hospital at st. Lyublino of Russian Railways, Moscow, Russian Federation

Mikhail A. Turushev — Cand. Sci. (Med.), assistant, Department Traumatology and Orthopedics, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

Dmitrii A. Negrov — Cand. Sci. (Med.), assistant professor of Faculty Machine building and materiology, Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

Roman E. Il'in — orthopedic surgeon, Noyabrsk Central City Hospital, Noyabrsk, Russian Federation

Среднесрочные результаты лечения переломов проксимального отдела плечевой кости методом внутрикостного остеосинтеза

К.А. Егиазарян¹, А.П. Ратьев^{1,2}, Д.И. Гордиенко^{1,2}, А.В. Григорьев^{1,2}, Н.В. Овчаренко¹

¹ ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

Реферат

Вопросы тактики лечения переломов проксимального отдела плечевой кости остаются предметом активных споров, поскольку результаты лечения во многих случаях оказываются неудовлетворительными и высок процент послеоперационных осложнений. **Цель исследования** — оценить среднесрочные результаты хирургического лечения методом интрамедуллярного остеосинтеза пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости в сравнении с накостным остеосинтезом пластиной. **Материал и методы.** Изучены результаты лечения 175 пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости. В зависимости от метода остеосинтеза пациенты разделены на две группы: основная группа — 107 пострадавших, которым выполнен интрамедуллярный остеосинтез стержнем III поколения; контрольная группа — 68 пациентов, которым выполнен накостный остеосинтез блокируемой пластиной с угловой стабильностью. Срок наблюдения пациентов после операции составил от 1 до 12 мес., в среднем 1,9 лет. В исследование вошли пациенты с минимальным сроком наблюдения 12 мес. **Результаты.** Через год после выполнения интрамедуллярного остеосинтеза стержнем отличные и хорошие функциональные результаты по шкале Constant составили 83,2%, удовлетворительные — 12,1%, неудовлетворительные — 4,7%. У пациентов, прооперированных методом накостного остеосинтеза, получены следующие результаты: отличные и хорошие — 73,5%, удовлетворительные — 17,7% и неудовлетворительные — 8,8%. Динамика изменений показателей по шкале Constant не отличалась в основной и контрольной группах и варьировала в зависимости от типа перелома. **Заключение.** Интрамедуллярный остеосинтез возможен при всех типах переломов проксимального отдела плечевой кости, а также в случаях комбинированных переломов шейки и диафиза плеча. Показатели восстановления функции выше в группе пациентов, которым выполнен интрамедуллярный остеосинтез.

Ключевые слова: перелом проксимального отдела плечевой кости, интрамедуллярный остеосинтез, накостный остеосинтез.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88

Midterm Treatment Outcomes of Proximal Humerus Fractures by Intramedullary Fixation

К.А. Egiazaryan¹, А.Р. Ratyev^{1,2}, D.I. Gordienko^{1,2}, А.V. Grigoriev^{1,2}, N.V. Ovcharenko¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

² City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russian Federation

Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Григорьев А.В., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты лечения переломов проксимального отдела плечевой кости методом внутрикостного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):81-88. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88.

Cite as: Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Gordienko D.I., Grigoriev A.V., Ovcharenko N.V. [Midterm Treatment Outcomes of Proximal Humerus Fractures by Intramedullary Fixation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):81-88. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88.

✉ Егиазарян Карен Альбертович / Karen A. Egiazaryan; e-mail: dr.grigoriev.gkb1@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 18.06.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 12.10.2018.

Abstract

Background. Treatment tactics of proximal humerus fractures remains a matter of dispute due to multiple cases of unsatisfactory outcomes and high rate of postoperative complications. **The aim of the study** — to evaluate midterm outcomes of intramedullary fixation for treatment the proximal humerus fractures in comparison with plate fixation. **Material and Methods.** The authors evaluated treatment outcomes of 175 patients with proximal humerus fractures who underwent surgery in the period from 2012 to 2017. Depending on the fixation method the patients were divided into two groups: the main group consisted of 107 patients who underwent intramedullary fixation by a nail of third generation; a comparison group — consisting of 68 patients who underwent fixation by a locking plate with angular stability. **Results.** In one year after intramedullary nail fixation the authors observed the excellent and good outcomes on Constant scale in 83.2% of cases, satisfactory — 12.1%, unsatisfactory — 4.7%. Patients who underwent plate fixation demonstrated the following outcomes: excellent and good — 73.5%, satisfactory — 17.7%, unsatisfactory — in 8.8%. Constant score increase was equal in the main and control groups and varied depending on the fracture type. **Conclusion.** Intramedullary nailing is an option for treatment of all fracture types of proximal humerus as well as for the cases of combined humeral neck and diaphysis fractures. Functional recovery parameters were higher in the main group of patients after intramedullary nailing.

Keywords: proximal humerus fracture, intramedullary fixation, plating fixation.

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

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

Введение

Переломы проксимального отдела плечевой кости относятся к одному из самых распространенных видов травм у взрослых: 5–14% от числа всех переломов костей скелета и 32–65% от переломов плечевой кости [1–3]. Чаще от этой травмы страдают женщины — 75% [4]. Частота таких повреждений увеличивается с возрастом: до 70% переломов этой локализации приходится на пациентов старше 60 лет с пиком заболеваемости в возрасте 80–89 лет [4–6]. В 87–90% случаев перелом у взрослых происходит в результате падения с высоты собственного роста, а у молодых людей — вследствие ДТП, кататравм, спортивных и производственных травм [4, 6].

В 50–80% случаев переломы проксимального отдела плечевой кости бывают без смещения или с минимальным смещением, что позволяет проводить консервативное лечение с хорошим результатом [4, 5, 8].

В 15–20% случаев переломы проксимального отдела плечевой кости имеют многофрагментарный характер, сопровождаются значительным смещением. Консервативное лечение часто приводит к неудовлетворительным функциональным результатам, вследствие чего появляются показания к хирургическому лечению [2, 9].

Для переломов проксимального отдела плечевой кости, как правило, используют классификацию C.S. Neer [10], в которой рассмотрены четыре анатомических сегмента проксимального отдела плечевой кости: суставная часть, большой и малый бугорки, диафиз плеча. Выделяют переломы без смещения или с минимальным смещением, двух-,

трех- и четырехфрагментарные. В пересмотре от января 2018 г. классификация C.S. Neer вошла в классификацию AO/ASIF*.

До сих пор не достигнут консенсус относительно показаний к тому или иному методу хирургического лечения. Вопрос выбора оптимальной лечебной тактики и модели имплантата остается предметом активных дискуссий [5, 8].

В настоящее время для фиксации переломов проксимального отдела плечевой кости преимущественно применяют блокируемые пластины с угловой стабильностью винтов и блокируемые интрамедуллярные стержни. Эти типы имплантатов учитывают анатомические особенности проксимального отдела плеча и позволяют добиться первичной угловой стабильности за счет ориентированных в трех плоскостях блокируемых винтов [11]. Каждый из методов обладает своими преимуществами и недостатками. Многие авторы принимают за «золотой стандарт» хирургического лечения открытую репозицию и внутреннюю фиксацию (ORIF) пластиной типа LCP [12]. Другие отдают предпочтение интрамедуллярному остеосинтезу. Проведено большое количество исследований по применению этих имплантатов, но их сравнению между собой уделяется недостаточно внимания.

Цель исследования — сравнить среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости методами интрамедуллярного блокируемого остеосинтеза и накостного остеосинтеза блокируемой пластиной с угловой стабильностью.

* <https://www2.aofoundation.org/>

Материал и методы

В период с 2012 по 2017 г. авторами было выполнено 317 операций остеосинтеза пациентам с переломами проксимального отдела плечевой кости, в т.ч. 205 — интрамедуллярный остеосинтез проксимальным стержнем с блокированием и 112 — накостный остеосинтез блокируемой пластиной с угловой стабильностью винтов. В исследование вошли результаты лечения 175 пациентов

Критериями включения в исследования являлись: изолированный характер травмы, отсутствие нейрососудистых повреждений, возраст старше 18 лет. Критерии исключения — переломовывихи плечевой кости и ипсилатеральные повреждения верхней конечности.

В основную группу исследования вошли 107 пациентов с отслеженным среднесрочным результатом, которым выполнен интрамедуллярный остеосинтез короткой моделью проксимального плечевого стержня. Среди пострадавших преобладали женщины — 79 (73,9%). Возраст пациентов составил от 25 лет до 91 года, средний возраст — 62 ($\pm 14,6$) года. Старше 60 лет было 61 (57,0%) пострадавший. По классификации Ассоциации остеосинтеза (АО) переломов и переломовывихов проксимального отдела плечевой кости (пересмотр от января 2018 г.) к типу А (двухфрагментарные) отнесено 42 (39,3%) перелома, к типу В (трехфрагментарные) — 41 (38,3%), к типу С (четырефрагментарные) — 24 (22,4%).

Контрольную группу составили 68 пациентов, которым выполнен накостный остеосинтез проксимального отдела плечевой кости блокируемой пластиной с угловой стабильностью винтов. В этой группе также преобладали пациенты женского пола — 47 (69,1%). Возраст пациентов составил от 25 до 84 лет, средний возраст — 53 ($\pm 16,7$) года. Пациентов старше 60 лет было 40 (58,8%). По классификации АО распределение по типам переломов следующее: тип А — 22 (32,4%) пациента, тип В — 29 (42,6%), тип С — 17 (25,0%).

Срок наблюдения за пациентами обеих групп составлял от 1 мес. до 5 лет, в среднем — 1,9 лет. В исследование включены пациенты с минимальным сроком наблюдения 12 мес.

При поступлении пациента в приемное отделение проводили сбор анамнеза, выясняли механизм получения травмы, выполняли рентгенограммы минимум в двух проекциях. Используемые проекции для плечевого сустава: прямая, трансакральная, аксиллярная, чрезлопаточная. Пациентам с переломами типов В и С выполняли КТ с 3D-реконструкцией для уточнения количества и характера смещения отломков, что влияло на выбор тактики лечения.

Пациентам основной группы с переломами типа А и в некоторых случаях типа В, а также с комбинированными переломами шейки и диафиза плечевой кости выполняли закрытую репозицию с использованием малоинвазивного доступа для введения стержня. У пациентов с многооскольчатыми переломами головки плечевой кости и у пациентов с остеопорозом применялась методика блокирования screw-in-screw для уменьшения вероятности вторичного смещения и для более стабильной фиксации.

Ведение всех пациентов в послеоперационном периоде проводили по стандартному реабилитационному протоколу АО*, включающему иммобилизацию оперированной конечности косыночной повязкой на 2–3 нед., раннюю активизацию с первых суток после оперативного вмешательства под контролем врача лечебной физкультуры. Начинали с пассивных и маятникообразных движений, постепенно расширяя двигательный режим до самостоятельных активных движений, полная нагрузка на поврежденную конечность — по достижении консолидации перелома. Рентгенологический контроль выполняли в сроки 1, 3, 6 и 12 мес. с момента оперативного вмешательства.

Оперативное вмешательство в обеих группах выполнено в среднем через 3 суток после получения травмы. Средняя продолжительность операции интрамедуллярного остеосинтеза составила при двухфрагментарных переломах 48,3 мин ($\pm 13,3$ мин), при трех- и четырехфрагментарных — 96,4 мин ($\pm 32,5$ мин).

Динамика восстановления функции поврежденной верхней конечности оценивалась через 1, 3, 6 и 12 мес. с момента хирургического лечения. К ранним отнесены результаты лечения в течение первых 6 мес., к среднесрочным — от 6 мес. до 3 лет, к отдаленным — больше 3 лет.

Основным показателем являлась оценка функции плечевого сустава по шкале Constant Shoulder Score (CSS) [13]. Это 100-балльная шкала, состоящая из нескольких параметров, разработанная для оценки функционального состояния после лечения травм плечевого сустава и содержит четыре подраздела: болевой синдром (15 баллов), повседневная активность (20 баллов), мышечная сила (25 баллов) и амплитуда движений (40 баллов): поднятие, отведение, наружная и внутренняя ротация в плечевом суставе. Чем выше оценка, тем выше качество функционирования [14]. Через 12 мес. после операции отличным считали результат по CSS более 90 баллов, хорошим — 90–80 баллов, удовлетворительным — 79–70 баллов и неудовлетворительным — менее 69 баллов.

* <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/>

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ Excel и OpenEpi Version 3.01. Для количественных признаков результаты представлены в виде абсолютных показателей, средних арифметических значений (M) и стандартных отклонений (σ); для качественных — относительными показателями, выраженными в процентах. Критический уровень значимости (α) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. При подтверждении нормального распределения значений оценку статистической значимости различий между группами проводили по параметрическому критерию Стьюдента (t) для независимых выборок. Различия во всех случаях оценивали как статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты

Наиболее высокие показатели в раннем и среднесрочном периодах, наибольшее улучшение функции поврежденной верхней конечности и плечевого сустава по шкале Constant выявлены у пациентов с двухфрагментарными переломами, которым выполнен интрамедуллярный остеосинтез блокируемым стержнем для проксимального отдела плечевой кости. Результаты оценены как отличные и хорошие. Результаты лечения пациентов контрольной группы также оценены как хорошие и отличные, однако балльная оценка по CSS была ниже, чем в основной группе. При этом статистически значимой разницы между группами не выявлено ($p = 0,067$).

Получены следующие результаты лечения трех- и четырехфрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости при интрамедуллярном и накостном остеосинтезе (табл.).

Сравнение среднесрочных результатов лечения различных типов переломов в двух группах пациентов представлено на рисунке.

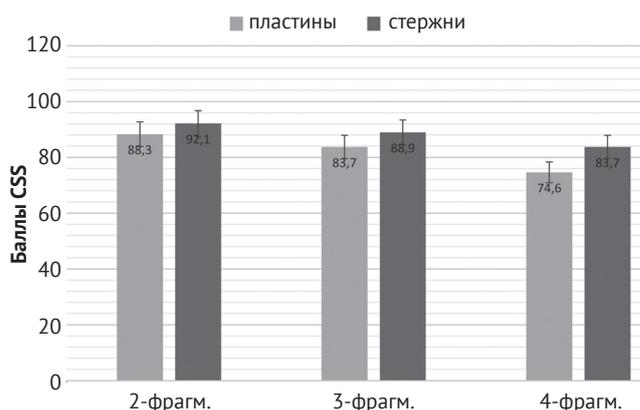


Рис. Результаты лечения через год (CSS), баллы
Fig. Results of treatment in 1 year (CSS), score

Таким образом, улучшение показателя CSS равнозначно в обеих группах и варьирует в зависимости от типа перелома. Однако следует отметить, что показатели восстановления функции выше в основной группе, и эти различия статистически значимы ($p < 0,05$; более точные значения приведены в таблице).

У пациентов контрольной группы получены следующие результаты по CSS: 50 (73,5%) отличных и хороших, 12 (17,7%) удовлетворительных и 6 (8,8%) неудовлетворительных.

В основной группе отличные и хорошие результаты по CSS получены в 89 (83,2%) случаях (в основном это пациенты с переломами типа А и В), удовлетворительные — в 13 (12,1%), неудовлетворительные — в 5 (4,7%). Наиболее благоприятный результат получен у пациентов с изолированной травмой с использованием малоинвазивного доступа, который минимизирует травматизацию мягких тканей, не требует открытой репозиции отломков, уменьшает продолжительность оперативного вмешательства и кровопотерю и позволяет начать более активную реабилитацию в раннем послеоперационном периоде. Более высокий показатель по CSS в 1-й мес. после оперативного

Таблица

Функциональные результаты лечения трех- и четырехфрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости по CSS

Группы	Тип перелома	Оценка, баллы							
		1 мес.	p	3 мес.	p	6 мес.	p	12 мес.	p
Основная	В ($n = 41$)	61,4±9,6	0,004	77,0±9,4	<0,001	84,8±9,4	0,001	88,9±10,3	0,032
	С ($n = 24$)	59,2±11,7		71,5±12,3		79,8±13,2		83,7±15,4	
Контрольная	В ($n = 29$)	55,3±7,2	0,032	66,3±7,3	0,004	77,4±8,5	<0,001	83,7±9,5	0,027
	С ($n = 17$)	51,1±11,6		64,7±10,8		72,2±12,1		74,6±16,8	

вмешательства у пациентов основной группы, по сравнению с контрольной группой, свидетельствует о более раннем и полном восстановлении функции поврежденной верхней конечности и сустава, что позволяет пациентам раньше вернуться к привычной жизни. Следует отметить, что поздние сроки выполнения хирургического вмешательства с момента травмы (более 5 суток) зачастую приводили к техническим сложностям во время операции, в частности, затрудняли точную репозицию. Так, в 6 случаях (5,6%) потребовалось расширение доступа к месту перелома и выполнение открытой репозиции. Функциональные результаты также были лучше у пациентов, прооперированных в первые 3 суток.

Выявлены следующие осложнения интрамедуллярного остеосинтеза: асептический некроз головки плечевой кости (у пациентов с четырехфрагментарными переломами) — 4 случая, несращение перелома — 6, остеолит большого бугорка — 5, миграция металлофиксаторов (в основном проксимальных винтов), выявленная у пожилых пациентов с переломами типа С — 4 случая.

Осложнения накостного остеосинтеза: асептический некроз головки плечевой кости — 5 случаев, несращение перелома — 3, миграция металлофиксаторов (в том числе прорезывание винтов на суставную поверхность) — 6, субакромиальный импинджмент-синдром — 4 случая. Инфекционные осложнения у прооперированных пациентов не выявлены ни в одном случае. Общее количество осложнений интрамедуллярного и накостного остеосинтеза составило 8,4% и 15,7% соответственно.

Обсуждение

В литературе описано множество способов хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости. Выбор в пользу того или иного метода зависит от типа перелома, состояния костной ткани, опыта и квалификации хирурга. В настоящее время чаще применяют остеосинтез пластиной с угловой стабильностью, интрамедуллярный остеосинтез стержнем, малоинвазивный остеосинтез винтами или спицами, эндопротезирование плечевого сустава.

Несколько недавних исследований, сравнивающих результаты интрамедуллярного стержневого остеосинтеза и остеосинтеза блокируемой пластиной у пациентов с двухфрагментарными переломами, продемонстрировали отсутствие статистически значимых данных о преимуществе одного метода над другим [15, 16]. В случае трех- и четырехфрагментарных переломов результаты были неоднозначны, однако большинство хирургов при этих типах переломов рекомендовали накостный остеосинтез блокируемой пластиной [1, 17].

Н.В. Загородний с соавторами [17] приводят отличные и хорошие результаты лечения двухфрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости, полученные при накостном остеосинтезе пластиной с угловой стабильностью, хорошие — при интрамедуллярном остеосинтезе штифтами второго поколения. Средний балл по CSS через 1 год составил $92,0 \pm 6,3$ и $88,0 \pm 11,7$ соответственно ($p = 0,96$). Применение данных методов при трехфрагментарных переломах показало в основном удовлетворительные функциональные результаты. В нашем исследовании получены сопоставимые функциональные результаты лечения пациентов с двухфрагментарными переломами: $92,1 \pm 7,0$ и $88,3 \pm 10,6$ в группе стержней и пластин соответственно ($p = 0,067$).

ORIF-метод пластиной типа LCP позволяет выполнить более точную репозицию, но несет риск развития асептического некроза головки плечевой кости за счет нарушения ее васкуляризации. Пластина может служить причиной субакромиального импинджмент-синдрома (обычно при нарушении техники ее установки), а при наличии выраженного остеопороза существует риск несостоятельности накостной фиксации. По данным Т. Helfen с соавторами [18], результаты применения блокируемой пластины с угловой стабильностью за 10-летний период у большинства пациентов с остеопорозом оценены как отличные и хорошие, однако в 16% оказались неудовлетворительными. Основная причина — необходимость ревизионной операции по поводу вторичного смещения (14%), что также подтверждается результатами других исследований [19].

В результате проведенного R.C. Sproul с соавторами метаанализа выявлен высокий риск вторичного смещения при двухфрагментарных переломах с грубым первичным смещением или при смещении, затрагивающем большую часть метафиза (АО 11-A3), особенно у пациентов с остеопорозом [20].

Н.В. Загородний с соавторами сообщают о 5 случаях прорезывания винтов в суставную поверхность головки плечевой кости при использовании пластин — чаще у пациентов с остеопорозом. Общая частота осложнений составила 31% в группе накостного остеосинтеза [17].

В. Мурылев с соавторами [21] сообщают о большом количестве осложнений, выявляемых в 12–35% наблюдений. В нашем исследовании при накостном остеосинтезе пластиной типа LCP получены неудовлетворительные результаты в 8,8% случаев, однако количество осложнений составило 15,7%, что сопоставимо с данными Т. Helfen. Стоит отметить, что дополнительное использование калькарных винтов, проведенных в нижнемедиальный фрагмент головки плечевой кости при остеосинтезе

пластиной, связано с меньшей частотой вторичного смещения по сравнению с остеосинтезом без их применения [22].

Методики постоянно совершенствуются, дополняются новыми опциями в зависимости от сложности перелома, состояния пациента и требований к клиническому и функциональному результатам. Блокируемые системы фиксации с угловой стабильностью обладают более высокими показателями внутренней стабильности, поэтому они лучше удерживают репозицию на этапе послеоперационного функционального лечения [26, 27]. Однако стержни имеют существенные преимущества в сравнении с пластинами на уровне проксимального отдела плечевой кости [12]. Одно из основных преимуществ — сохранение кровоснабжения и минимизация хирургически индуцированных повреждений мягких тканей. Хирургический доступ обычно выполняют через небольшие разрезы без прямого воздействия на перелом. Имплантат вводится в костномозговой канал по биомеханической оси кости. Благодаря своему центральному положению, плечо рычага винтов ниже, чем в пластине, в которой винты находятся в эксцентричной латеральной позиции. Также стержни более биологичны и просты в применении при переломах головки плечевой кости с переходом на диафиз или при сегментарных переломах головки плечевой кости и диафиза. Поскольку стержень вводится интрамедуллярно, а его проксимальный конец погружен субхондрально, то риск развития субакромиального импинджмент-синдрома ниже, чем при использовании пластины (из-за чего последнюю приходится удалять) [29]. В современных имплантах (III поколения) для обеспечения более стабильного проксимального блокирования возможно применение методики «screw-in-screw», которая не доступна при использовании стержней предшествующих поколений [26]. Такой метод фиксации особенно актуален для пожилых пациентов с выраженным остеопорозом.

В ряде недавних исследований С. Суну с соавторами продемонстрированы хорошие и отличные результаты лечения двух- и трехфрагментарных переломов [29, 30]. Частота осложнений в работе Н.В. Загороднего с соавторами составила 4% при использовании интрамедуллярного остеосинтеза [17]. Но стоит отметить, что в этой работе представлены пациенты с двухфрагментарными переломами. В нашем исследовании частота осложнений интрамедуллярного остеосинтеза составила 8,4% у пациентов с двух-, трех- и четырехфрагментарными переломами.

Проведенное исследование имеет ряд ограничений, снижающих его качество и статистическую значимость. Прежде всего, оно является рет-

роспективным. Все оперативные вмешательства выполнены разными хирургическими бригадами с разным уровнем подготовки. Период наблюдений, составивший 12 мес., является недостаточным сроком для наиболее полной оценки результатов лечения. Тем не менее, полученные результаты кажутся нам достаточно перспективными для дальнейшего изучения. В последующем планируется провести оценку отдаленных результатов хирургического лечения интрамедуллярным блокируемым стержнем в сравнении с методом накостного остеосинтеза блокируемой пластиной с угловой стабильностью у пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют судить о большей эффективности остеосинтеза блокируемым интрамедуллярным стержнем в сравнении с блокируемой пластиной с угловой стабильностью в раннем и среднесрочном послеоперационных периодах. Остеосинтез стержнем возможен при всех типах переломов проксимального отдела плечевой кости благодаря усовершенствованной системе блокирования винтов. Данный способ остеосинтеза является методом выбора у пациентов старших возрастных групп, так как обеспечивает достаточную стабильность отломков, превосходя по результатам другие методы внутренней фиксации.

Исследование соответствует этическим стандартам биоэтического комитета ГКБ №1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы, разработанными в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все пациенты дали информированное согласие на участие в исследовании.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Handoll H.H., Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015. 11;(11):CD000434. DOI: 10.1002/14651858.CD000434.pub4.
2. Архипов С.В., Кавалерский Г.М. Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости. В кн.: Хирургия плечевого сустава. М.: ГРАНАТ; 2015. с. 163-176.
Arkhipov S.V., Kavalerskiy G.M. [Surgical treatment of proximal humeral fractures]. In: [Surgery of the shoulder joint]. Moscow: GRANAT; 2015. p. 163-176. (In Russ.)

3. Скорогляд А.В., Васильев А.Ю. Диагностика и лечение переломов проксимального отдела плечевой кости. *Лечебное дело*. 2007;(3):79-86.
Skoroglyadov A.V., Vasiliev A.Y. Diagnosis and treatment of fractures of the proximal humerus. *Lechebnoe delo*. 2007;(3):79-86. (In Russ.).
4. Court-Brown C.M., Garg A., McQueen M.M. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(4):365-371.
5. Jawa A., Burnikel D. Treatment of proximal humeral fractures: a critical analysis review. *JBJS Rev*. 2016;4(1). DOI: 10.2106/JBJS.RVW.O.00003.
6. Rothberg D., Higgins T. Fractures of the proximal humerus. *Orthop Clin North Am*. 2013;44(1):9-19. DOI: 10.1016/j.ocl.2012.08.004.
7. Gerber C., Werner C.M., Vienne P. Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(6):848-855.
8. Murray I.R., Amin A.K., White T.O., Robinson C.M. Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(1):1-11. DOI: 10.1302/0301-620X.93B1.25702.
9. Russo R., Cautiero F., Della Rotonda G. The classification of complex 4-part humeral fractures revisited: the missing fifth fragment and indications for surgery. *Musculoskelet Surg*. 2012;96 Suppl 1:S13-9. DOI: 10.1007/s12306-012-0195-2.
10. Neer C.S. 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(6):1077-1089.
11. Kettler M., Biberthaler P., Braunstein V., Zeiler C., Kroetz M., Mutschler W. [Treatment of proximal humeral fractures with the PHILOS angular stable plate. Presentation of 225 cases of dislocated fractures]. *Unfallchirurg*. 2006;109(12):1032-1040. (In German).
12. Коган П.Г., Воронцова Т.Н., Шубняков И.И., Воронкевич И.А., Ласунский С.А. Эволюция лечения переломов проксимального отдела плечевой кости (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2013;(3):154-161.
Kogan P.G., Vorontsova T.N., Shubnyakov I.I., Voronkevich I.A., Lasunskiy S.A. [Evolution of treatment of the proximal humerus fractures (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(3):154-161. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2013-3-154-161.
13. Conboy V.B., Morris R.W., Kiss J., Carr A.J. An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78(2):229-232.
14. Hirschmann M.T., Wind B., Amsler F., Gross T. Reliability of shoulder abduction strength measure for the Constant-Murley score. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(6):1565-1571. DOI: 10.1007/s11999-009-1007-3.
15. Lekic N., Montero N.M., Takemoto R.C., Davidovitch R.I., Egol K.A. Treatment of two-part proximal humerus fractures: intramedullary nail compared to locked plating. *HSS J*. 20128(2):86-91. DOI: 10.1007/s11420-012-9274-z.
16. Sun Q., Ge W., Li G., Wu J., Lu G., Cai M., Li S. Locking plates versus intramedullary nails in management of displaced proximal humeral fractures: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop*. 2018;42(3):641-650. DOI: 10.1007/s00264-017-3683-z.
17. Загородний Н.В., Бондаренко П.В., Семенистый А.Ю., Семенистый А.А., Логвинов А.Н. Результаты оперативного лечения 2-фрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости проксимальным плечевым гвоздем и блокированной пластиной. *Врач-аспирант*. 2015;3.2(70):222-229.
Zagorodniy N.V., Bondarenko P.V., Semenisntyy A.U., Semenisntyy A.A., Logvinov A.N. [Results of treatment of two-part proximal humeral surgical neck fractures with locking short intramedullary nails and locking plates]. *Vrach-aspirant* [Postgraduate Doctor]. 2015;3.2(70):222-229. (In Russ.).
18. Helfen T., Siebenbürger G., Mayer M., Böcker W., Ockert B., Haasters F. Operative treatment of 2-part surgical neck fractures of the proximal humerus (AO 11-A3) in the elderly: Cement augmented locking plate Philos™ vs. proximal humerus nail MultiLoc®. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17(1):448. DOI: 10.1186/s12891-016-1302-6.
19. Haasters F., Prall W.C., Himmler M., Polzer H., Schieker M., Mutschler W. [Prevalence and management of osteoporosis in trauma surgery. Implementation of national guidelines during inpatient fracture treatment]. *Unfallchirurg*. 2015;118(2):138-145. DOI: 10.1007/s00113-013-2500-4. (In German).
20. Sproul R.C., Iyengar J.J., Devcic Z., Feeley B.T. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury*. 2011;42(4):408-413. DOI: 10.1016/j.injury.2010.11.058.
21. Мурьев В., Имамкулиев А., Елизаров П., Коршев О., Кутузов А. Хирургическое лечение внесуставных переломов проксимального отдела плеча. *Врач*. 2014;(11):10-13.
Muryev V., Imamkuliev A., Elizarov P., Korshev O., Kutuzov A. [Surgical treatment for extra-articular proximal humeral fractures]. *Vrach* [The Doctor]. 2014;(11):10-13. (In Russ.).
22. Osterhoff G., Ossendorf C., Wanner G.A., Simmen H.P., Werner C.M. The calcar screw in angular stable plate fixation of proximal humeral fractures — a case study. *J Orthop Surg Res*. 2011;24(6):50. DOI: 10.1186/1749-799X-6-50.
23. Carbone S., Tangari M., Gumina S., Postacchini R., Campi A., Postacchini F. Percutaneous pinning of three- or four-part fractures of the proximal humerus in elderly patients in poor general condition: MIROS® versus traditional pinning. *Int Orthop*. 2012;36(6):1267-1273. DOI: 10.1007/s00264-011-1474-5.
24. Sun J.C., Li Y.L., Ning G.Z., Wu Q., Feng S.Q. Treatment of three- and four-part proximal humeral fractures with locking proximal humerus plate. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013;23(6):699-704. DOI: 10.1007/s00590-012-1040-x.
25. Yu Z., Zheng L., Yan X., Li X., Zhao J., Ma B. Closed reduction and percutaneous annulated screw fixation in the treatment of comminuted proximal humeral fractures. *Adv Clin Exp Med*. 2017;26(2):287-293. DOI: 10.17219/acem/28898.
26. Rothstock S., Plecko M., Kloub M., Schiuma D., Windolf M., Gueorguiev B. Biomechanical evaluation of two intramedullary nailing techniques with different locking options in a three-part fracture proximal humerus model. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2012;27(7):686-691. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2012.03.003.
27. Young A.A., Hughes J.S. Locked intramedullary nailing for treatment of displaced proximal humerus fractures. *Orthop Clin North Am*. 2008;39(4):417-428. DOI: 10.1016/j.ocl.2008.05.001.
28. Hessmann M.H., Nijs S., Mittlmeier T., Kloub M., Segers M.J.M., Winkelbach V., Blauth M. Internal fixation of fractures of the proximal humerus with the MultiLoc nail. *Oper Orthop Traumatol*. 2012;24(4-5):426-239. DOI: 10.1007/s00064-011-0085-z.

29. Cuny C., Goetzmann T., Dedome D., Gross J.B., Irrazi M., Berrichi A. et al. Antegrade nailing evolution for proximal humeral fractures, the Telegraph IV®: a study of 67 patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015;25: 287-295. DOI: 10.1007/s00590-014-1493-1.
30. Cuny C., Goetzmann T., Irrazi M.B., Berrichi A., Dedome D., Mainard D. Development of the telegraph nail for proximal humeral fractures. *Injury Int J Care Injured.* 2012;43:1-10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Егизарян Карен Альбертович — заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

Ратьев Андрей Петрович — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

Гордиенко Дмитрий Игоревич — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; заместитель главного врача по травматологии и ортопедии, ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

Григорьев Алексей Владимирович — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; заведующий травматологическим отделением, ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

Овчаренко Нина Валерьевна — ординатор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Karen A. Egizaryan – chief, the Chair of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Andrei P. Ratyev — Dr. Sci. (Med.), professor, Chair of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; orthopedic surgeon, City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russian Federation

Dmitrii I. Gordienko — Cand. Sci. (Med.), assistant professor, Chair of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; deputy chief, Trauma and Orthopedics Department, City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russia.

Alexei V. Grigoriev — assistant, Chair of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; chief of Trauma and Orthopedics Unit, City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russian Federation

Nina V. Ovcharenko — resident, Chair of Trauma, Orthopedics and Military Surgery Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Способ пластического замещения дефектов ладонной поверхности кисти

Л.А. Родоманова^{1,2}, Г.В. Медведев¹

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

² ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить результаты пластического замещения дефектов ладонной поверхности кисти с использованием преламинированного комплекса тканей с предплечья. **Материал и методы.** Авторами разработан двухэтапный способ пластического замещения дефекта ладонной поверхности кисти, заключающийся в предварительной подготовке комплекса тканей на основе собственной фасции предплечья в бассейне лучевых сосудов и последующей транспозиции его на лучевом сосудистом пучке на кисть после иссечения рубца и устранения сгибательной контрактуры пальцев. По предложенной методике прооперировано 7 пациентов с порочными рубцами ладонной поверхности кисти и сгибательной контрактурой пальцев. Преобладали мужчины, средний возраст больных составил 39±12,4 лет. В 5 случаях причиной рубцовой контрактуры кисти была перенесенная открытая травма с дефектом тканей, в остальных наблюдениях контактный ожог. **Результаты.** Пациенты осмотрены через 3, 6 и 12 мес. Осложнение, которое заключалось в частичном некрозе кожной части трансплантата, отмечено в одном случае. Потребовалась дополнительная пластика расщепленным кожным трансплантатом, что не повлияло на конечный результат. Трансплантаты были стабильными и устойчивыми к механической нагрузке, коррекции не потребовалось ни в одном случае. К 6 мес. у всех пациентов восстановилась защитная чувствительность на ладони. **Заключение.** Описанный способ замещения обширных глубоких дефектов ладонной поверхности кисти может применяться после коррекции рубцовой деформации и устранения сгибательной контрактуры пальцев. Преламинация обеспечивает надежное приживление полнослойного или толстого расщепленного кожного трансплантата, взятого из любой области человеческого тела. Прочная фиксация кожного трансплантата к фасции обеспечивает малую смещаемость кожи и незначительный объем комплекса тканей. Трансплантат устойчив к механической нагрузке и обеспечивает восстановление защитной чувствительности. Ущерб донорской зоне незначительный, так как на предплечье остается малозаметный рубец. К недостаткам предлагаемого способа можно отнести необходимость выполнения двух оперативных вмешательств.

Ключевые слова: дефект ладонной поверхности кисти, пластика кровоснабжаемыми комплексами тканей, преламинация.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-89-94

Plastic Replacement of Palmar Defects

L.A. Rodomanova^{1,2}, G.V. Medvedev¹

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

² Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Purpose — to present the results of palmar defect plastic replacement with a prelaminated tissues complex from the forearm. **Material and Methods.** The authors have developed a two-step method of plastic substitution of the palmar defect, which had consisted in the preliminary preparation of the tissue complex on the own fascia of the forearm and then transposition it to the hand as island flap on the radial vascular bundle after the excision

Родоманова Л.А., Медведев Г.В. Способ пластического замещения дефектов ладонной поверхности кисти. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):89-94. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-89-94.

Cite as: Rodomanova L.A., Medvedev G.V. [Plastic Replacement of Palmar Defects]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):89-94. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-89-94.

Родоманова Любовь Анатольевна / Lyubov' A. Rodomanova; e-mail: rodomanovaliubov@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 12.10.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 13.11.2018.

of the scar and eliminate flexion contractures of the fingers. According to the proposed method, 7 patients with vicious scars of the palmar surface of the hand and flexion contracture of the fingers were operated. Males prevailed, the mean age of patients was 39 ± 12.4 years. In 5 cases, the cause of scar contracture of the hand was an open trauma with a tissue defect, in other cases, contact burn. **Results.** Patients were examined in 3, 6 and 12 months. The complication was noted in one case, which was a partial necrosis of the skin part of the flap, which required additional plasty with a split skin graft, which did not affect the final result. The flaps were stable and resistant to mechanical stress, no correction was required in any case. By 6 months protective sensibility in the hand recovered in all cases. **Conclusion.** The described method of substitution of extensive deep palmar defects can be applied after correction of scar deformation and elimination of flexion contracture of fingers. Prelamination provides reliable engraftment of a full-layer or thick split skin graft taken from any area of the human body. Strong fixation of the skin graft to the fascia provides a small displacement of the skin and and the lack of excess tissue. The flap is resistant to mechanical stress and provides restoration of protective sensitivity. The damage to the donor area is insignificant, as the scar on the forearm remains hardly noticeable. The disadvantages of the proposed method include the need to perform two surgical interventions.

Keywords: hand palmar defects, blood-supplied tissue complexes, prelamination.

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

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

Введение

Кожа ладонной поверхности кисти отличается от тыльной: она более толстая, лишена волос, малоподвижная вследствие ячеистого строения подкожной клетчатки, плотно фиксированной к коже и подлежащим тканям фасциальными перегородками [1]. Дефекты мягких тканей ладонной поверхности кисти могут быть первичными (вследствие травмы) или вторичными (после коррекции рубцовой контрактуры различного происхождения: посттравматической, послеоперационной, послеожоговой). Стягивающие рубцы на ладони приводят к ограничению разгибания пальцев, то есть к сгибательной контрактуре разной степени выраженности.

Самой частой причиной такой контрактуры являются послеожоговые рубцы. Повреждения кисти наблюдаются более чем у 45% пострадавших с ожогами. При этом глубокие ожоги кисти составляют 14% от общего количества пострадавших. Контрактуры суставов при рубцовых деформациях развиваются в 32,5% случаев всех послеожоговых деформаций, у детей этот показатель выше и составляет 66% [2].

Устранение контрактуры после иссечения рубцов приводит к образованию дефекта мягких тканей с обнажением глубоких структур кисти — сухожилий сгибателей и сосудисто-нервных пучков. Такие дефекты требуют пластического замещения кровоснабжаемыми комплексами тканей [3].

Замещение обширных глубоких дефектов тканей ладонной поверхности кисти представляет определенные трудности в связи с особыми требованиями ладони как реципиентной области, которые заключаются в следующем: не должно быть избыточного объема пересаженных тканей, кожа должна быть мало смещаемой, устойчивой к механической нагрузке и лишена волосяного покрова, желательна восстановление чувствительности [4].

Понятие «обширный дефект тканей» подразумевает, что размеры его не позволяют выполнить пластику за счет перемещения близлежащих кожных покровов [5].

Возможности замещения глубоких дефектов ладонной поверхности кисти с использованием местных тканей ограничены. Поэтому при наличии обширного дефекта чаще всего используются комплексы тканей с предплечья — лучевой или локтевой лоскут, а также свободные комплексы тканей [4, 6, 7].

Одним из существенных недостатков использования кожно-фасциальных лоскутов в качестве пластического материала для замещения дефектов ладонной поверхности кисти является их избыточный объем, который зачастую является поводом для дополнительного оперативного вмешательства. Фасциальные и мышечные лоскуты лишены этого недостатка, но при их использовании требуется укрытие поверхности лоскута расщепленным кожным трансплантатом, что может затруднить контроль состояния кровоснабжения пересаженного комплекса тканей и стать причиной осложнений. Указанным выше требованиям ладони как реципиентной области идеально соответствует медиальный подошвенный лоскут или лоскут медиального свода стопы, но площадь его ограничена. На кисти он может быть применен только как свободный трансплантат, и при выделении его на медиальной подошвенной артерии длина сосудистой ножки мала [8].

Большинство хирургов для замещения обширных дефектов ладони в качестве донорской зоны выбирают предплечье, где можно выделить комплекс тканей на сосудистой ножке с реверсивным кровотоком из бассейна лучевой, локтевой или задней межкостной артерии. Островковый кожно-фасциальный лучевой лоскут считается «золотым стандартом» для замещения дефектов на

кости. Существенными недостатками его применения для пластики ладонной поверхности кисти являются: избыточная подвижность и при выраженном слое подкожной жировой клетчатки объем, а также заметный косметический ущерб донорской зоны.

Для исключения указанных негативных моментов использования лучевого комплекса тканей нами предложен способ замещения ладонных дефектов кисти преламинированным комплексом тканей на основе лучевого фасциального лоскута.

Цель исследования — оценить результаты пластического замещения дефектов ладонной поверхности кисти с использованием преламинированного комплекса тканей с предплечья.

Материал и методы

Техника операции

Метод двухэтапный. Первый этап предполагает имплантацию полнослойного кожного ауто трансплантата под кожу передней поверхности предплечья в проекции будущего лучевого лоскута на собственную фасцию (рис. 1).

Через 10 дней выполняется второй этап, заключающийся в иссечении рубца на ладони, устранении контрактуры пальцев и замещении дефекта предварительно подготовленным (преламинированным) лучевым комплексом тканей, который представляет собой фасциальный лоскут с прижившим на его поверхности полнослойным кожным трансплантатом (рис. 2). Кожа созданного тканевого комплекса плотно спаяна с фасциальным слоем, не смещается, а в функциональном и косметическом отношении во многом схожа с нормальным кожным покровом ладони.

Пациенты

По предложенной методике прооперировано 7 пациентов с порочными рубцами ладонной поверхности кисти и сгибательной контрактурой пальцев.

Преобладали мужчины, средний возраст больных составил $39 \pm 12,4$ лет. В 5 случаях причиной рубцовой контрактуры кисти была перенесенная открытая травма с дефектом тканей, в остальных наблюдениях контактный ожог.



Рис. 1. Первый этап операции по замещению дефекта ладонной поверхности кисти преламинированным кожно-фасциальным лучевым лоскутом предплечья: а — рубцовая сгибательная контрактура пальцев правой кисти до операции; б — определение размеров предполагаемого дефекта на ладони по ориентирам на здоровой руке; в — имплантация полнослойного кожного трансплантата на собственную фасцию предплечья;

д — вид донорской зоны предплечья через 10 дней после операции

Fig. 1. The first stage of replacement of palmar defect with a prelaminated fascio-cutaneous radial flap:

a — fingers scar flexor contracture of the right hand before the operation;

b — estimation of the size of the expected defect on the palm by reference to the intact hand;

c — implantation of a full-layer skin graft on the forearm own fascia;

d — donor area of the forearm 10 days after the surgery

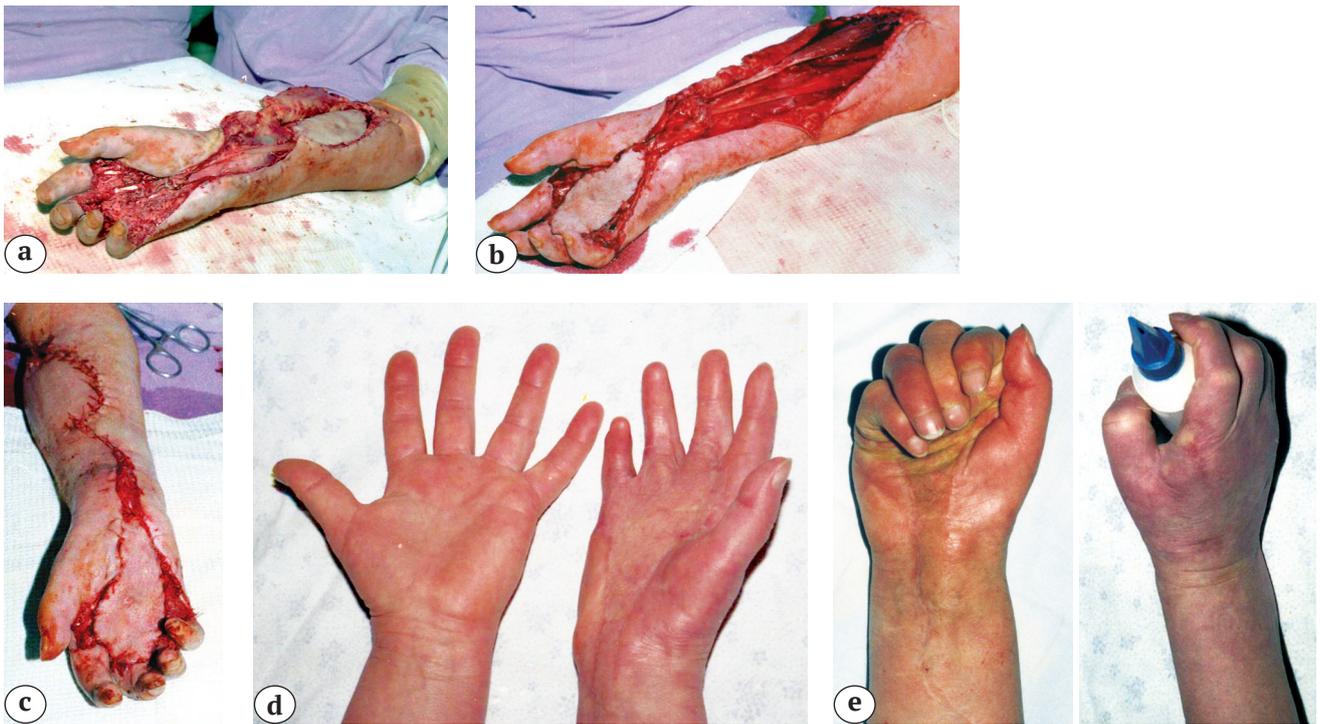


Рис. 2. Второй этап операции:

- a — иссечены рубцы на ладони, устранена контрактура пальцев, выполнен тенолиз сгибателей; на предплечье раскрыта рана по старому рубцу для доступа к сосудистой ножке и выделения подготовленного кожно-фасциального трансплантата на лучевом сосудистом пучке;
- b — сформированный лоскут перемещен в дефект на ладони;
- c — внешний вид кисти в конце операции;
- d — вид ладоней через 6 мес. после операции;
- e — выполнение цилиндрического захвата и захвата в кулак через 6 мес. после операции

Fig. 2. The second stage of surgery:

- a — eliminated contracture of the fingers, tenolysis of the flexor tendons; incision was made on the forearm along the scar for access the vascular pedicle and raising of the prelaminated fascio-cutaneous radial flap on the distal vascular pedicle;
- b — flap transposition into the palm defect;
- c — hand appearance at the end of the surgery;
- d — palm in 6 months after surgery;
- e — cylindrical grip and fist grip in 6 months after the surgery

Результаты

Все пациенты были осмотрены через 3, 6 и 12 мес. после операции. Оценивали состояние восстановленного кожного покрова, а также чувствительность. Отметим, что во всех случаях кожа ладонной поверхности была устойчивой к механическим нагрузкам, мало смещаемой, плотно фиксированной к подлежащим тканям, что позволяло выполнять все виды захватов. Через 6 мес. во всех случаях восстановилась защитная чувствительность.

Осложнение наблюдали в одном случае, оно заключалось в частичном некрозе кожной части трансплантата, что потребовало дополнительной пластики свободным кожным трансплантатом, но не повлияло на конечный результат. В остальных случаях приживление было полным.

Обсуждение

Выбор способа пластического замещения обширного глубокого ладонного дефекта определяется его размерами и локализацией.

R. Tubiana разделил ладонную поверхность кисти на функциональные зоны, отличающиеся требованиями к восстанавливаемому кожному покрову. Границы между зонами проходят по ладонным складкам, разделяющим область локтевого края ладони (U), центральную зону (C), область возвышения большого пальца (R) и дистальную зону (D). Для зон U и R необходима тонкая чувствительная кожа, но стабильность и механическая прочность не так важны, как для зоны C, где можно пренебречь восстановлением чувствительности [4, 9]. С учетом этих требований для каждой зоны можно выбрать

Алгоритм первого этапа лечения поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава

В.Ю. Мурылев^{1,2}, Г.А. Куковенко^{1,2}, П.М. Елизаров^{1,2}, Л.Р. Иваненко¹,
Г.Л. Сорокина², Я.А. Рукин¹, С.С. Алексеев¹, В.Г. Германов¹

¹ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России, Москва, Россия

² ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы,
Москва, Россия

Реферат

Введение. Глубокая поздняя перипротезная инфекция после артропластики тазобедренного сустава остается серьезным осложнением. Двухэтапная методика является «золотым стандартом» ее лечения. Однако многие авторы описывают механические осложнения, связанные с имплантацией спейсера на первом этапе, которые могут повлиять на функциональный результат лечения. **Цель исследования** — оценить эффективность выполнения первого этапа лечения глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава при двухэтапном методе лечения и разработать алгоритм выбора спейсера с целью достижения оптимального функционального результата. **Материал и методы.** Проанализированы результаты лечения 38 пациентов с глубокой перипротезной инфекцией тазобедренного сустава, пролеченных с 2015 по 2017 г. Средний возраст больных составил 60,5 лет (интерквартильный размах от 52 до 69), из них 20 женщин (52,6%) и 18 мужчин (47,4%). После комплексной диагностики перипротезной инфекции всем пациентам было выполнено удаление компонентов эндопротеза, санация и установка артикулирующего спейсера. Выполнена оценка функционального результата после первого этапа лечения перипротезной инфекции. **Результаты.** Эффективность лечения перипротезной инфекции составила 92,1%. У 3 (7,9%) больных произошел рецидив инфекции, из них у 2 (5,26%) были найдены микробные ассоциации. Механические осложнения, связанные со спейсером, наблюдались у 8 (21%) пациентов, что привело к плохому функциональному результату. Вывих спейсера отмечен у 4 (10,4%) пациентов; поломка спейсера произошла в 2 (5,2%) случаях; миграция спейсера в полость таза — у 2 пациентов (5,2%). Авторами предложен алгоритм применения различных видов спейсеров в зависимости от дефицита ацетабулярной области согласно классификации W. Paprosky. **Заключение.** При двухэтапном ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава необходимо тщательно планировать первый этап. Предложенный нами алгоритм выбора артикулирующего спейсера позволяет добиться хороших функциональных результатов и качества жизни на первом этапе лечения, технически упрощает выполнение второго этапа.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование, тазобедренный сустав, перипротезная инфекция, спейсер, двухэтапная ревизия-

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104

The First-Stage Treatment Algorithm for Deep Infected Total Hip Arthroplasty

V.Yu. Murylev^{1,2}, G.A. Kukovenko^{1,2}, P.M. Elizarov^{1,2}, L.R. Ivanenko¹, G.L. Sorokina²,
Ya.A. Rukin¹, S.S. Alekseev¹, V.G. Germanov¹

¹ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

² Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Мурылев 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.

Cite as: Murylev V.Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Ivanenko L.R., Sorokina G.L., Rukin Ya.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.

✉ Валерий Юрьевич Мурылев / Valery Yu. Murylev; e-mail: nmuril@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 24.09.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 19.11.2018.

Abstract

Background. Periprosthetic infection after total hip arthroplasty is a relatively common and severe complication. A two-stage revision with the temporary use of a spacer is the gold standard treatment for the deep infected total hip arthroplasty. Some authors report mechanical complications associated with spacers, which can lead to a poor functional outcome. Therefore, the aim of the study was to analyze the effectiveness of the first-stage of treatment of hip PJI with a two-stage method and to develop an spacer application algorithm in order to achieve the optimal functional result. **Material and Methods.** Between 2015 and 2017, 38 patients with deep periprosthetic infection received an articulation spacer as part of a two-stage protocol in Botkin Moscow City Hospital. The mean age was 60.5 (interquartile range from 52 to 69) years. Five different types of spacers were used in the study, selected individually according to the W. Paprosky acetabular defects classification. The overall frequency of complications was evaluated. **Results.** The overall periprosthetic infection treatment effectiveness was 92.1%. There was the recurrent infection in 3 patients (7.9%), in 2 (5.26%) cases microbial associations were founded. Mechanical complications occurred in 8 (21%) patients. Spacer dislocation occurred in 4 (10.4%) cases, spacer fracture in another 2 (5.2%). There were also 2 cases of protrusion into the pelvis (5.2%). **Conclusions.** The first stage a two-stage revision hip arthroplasty should be carefully planned. To choose the appropriate spacer we proposed an algorithm based on our data to achieve a better functional result.

Keywords: hip revision hip arthroplasty, prosthetic joint infection, spacer, a two-stage revision.

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

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

Publishing ethics: the patients provided voluntary consent for publication of case data.

Введение

В связи с увеличением количества выполняемого первичного эндопротезирования тазобедренного сустава повышается количество осложнений и последующих ревизионных вмешательств. На сегодняшний день самым серьезным осложнением является перипротезная инфекция, так как она требует применения специальных методов диагностики, а ее лечение сопряжено с выполнением технически сложных ревизионных оперативных пособий. При развитии болевого синдрома после артропластики тазобедренного сустава изначально необходимо исключить возможный инфекционный процесс в зоне операции [7, 16, 21].

Зачастую многие хирурги как поликлинического, так и амбулаторного звеньев не диагностируют или выбирают неправильную тактику лечения перипротезной инфекции, что приводит к катастрофическим последствиям не только в области сустава, но и для организма пациента в целом. Согласно данным литературы, в течение года после выполнения первичной артропластики тазобедренного сустава частота развития глубокой перипротезной инфекции составляет 0,25–1% [11]. Именно перипротезная инфекция является третьей по частоте причиной ревизионного эндопротезирования, что составляет от 1 до 3% [12]. При ревизионных вмешательствах риск возникновения инфекции колеблется от 4% до 10%, а при ревизионных вмешательствах по поводу перипротезной инфекции частота осложнений достигает 27–32,3% [14, 18]. Также необходимо отметить и высокие затраты на лечение. Например, в Великобритании стоимость лечения одного пациента составляет около 40 тыс. долларов, а в США затраты увеличились с 320 млн

долларов в 2001 г. до 566 млн. в 2009 г. Согласно прогнозам, к 2020 г. они могут превысить более 1,5 млрд долларов [9].

На сегодняшний день «золотым стандартом» лечения поздней глубокой перипротезной инфекции по классификации M.B. Coventry и D.T. Tsukayama признана методика двухэтапного ревизионного эндопротезирования [3].

Цель исследования — оценить эффективность выполнения первого этапа лечения глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава при двухэтапном методе лечения и разработать алгоритм выбора спейсера с целью достижения оптимального функционального результата.

Материал и методы

В Московском городском центре эндопротезирования костей и суставов на базе ГКБ им. С.П. Боткина в период с 2015 по 2017 г. 38 больным проводилось двухэтапное ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава по поводу глубокой перипротезной инфекции, из них 20 женщин (52,6%) и 18 мужчин (47,4%). Средний возраст пациентов составил 60,5 лет (интерквартильный размах от 52 до 69).

Среднее время манифестации, т.е. время от первичной операции до диагностики септической нестабильности компонентов, составило 9 мес. Средний срок выполнения первого этапа ревизионного эндопротезирования, т.е. время от момента диагностирования перипротезной инфекции до выполнения первого этапа, составил 3,5 мес.

Изначально всем больным было выполнено тотальное эндопротезирование: по поводу посттравматического коксартроза — 10 (26,5%) паци-

ентам, дегенеративного коксартроза — 17 (44,7%), диспластического коксартроза — 5 (13,1%), перелома шейки бедра — 6 (15,7%). Из 38 пациентов у 11 (28,94%) было выполнено ревизионное вмешательство по поводу асептической нестабильности компонентов.

Проводился детальный осмотр пациентов с анализом клинической картины и анамнеза, рентгенограмм таза, тазобедренного сустава в двух проекциях, поясничного отдела позвоночника, КТ таза. У всех пациентов оценивалась выраженность болевого синдрома, функция сустава и качество жизни с использованием оценочных шкал Harris Hip Score, WOMAC и ВАШ. Оценка производилась непосредственно перед первым этапом, перед вторым этапом и через 6 мес. после второго этапа.

При подозрении на наличие перипротезной инфекции всем больным трижды с интервалом в один месяц производилось комплексное обследование, включающее:

- 1) исследование крови на СОЭ и С-реактивный белок;
- 2) артроскопия тазобедренного сустава под УЗ-наведением;
- 3) экспресс-тест на лейкоцитарную эстеразу;
- 4) цитологическое и бактериологическое исследование пунктата с определением чувствительности к антибактериальным препаратам.

Основным критерием диагноза являлось выделение микрофлоры при бактериологическом исследовании. Самые проблемные пациенты — так называемые «culture negative», т.е. те, у которых не получалось высевать культуру с помощью пункции сустава. В таких случаях мы ориентировались на физические, рентгенологические и лабораторные признаки инфекционного процесса в области сустава.

Всем пациентам с диагностированной септической нестабильностью компонентов эндопротеза выполнялось двухэтапная ревизионная артропластика.

На первом этапе мы выполняли:

- 1) полное удаление всех компонентов эндопротеза вне зависимости от их стабильности, а также полное удаление костного цемента при его наличии;
- 2) взятие не менее четырех биоптатов из-под удаленных компонентов для микробиологического исследования;
- 3) обработку удаленных компонентов эндопротеза в УЗ-камере с последующим взятием еще одного посева;
- 4) интраоперационно начинали внутривенную комбинированную антибактериальную терапию согласно полученным при обследовании данным о чувствительности микрофлоры, а при «culture negative» — эмпирическую антибиотикотерапию с антибиопленочной активностью;

5) тщательную санацию с использованием системы пульсалаж;

6) установку спейсера с обязательной дополнительной фиксацией в проксимальном отделе бедра костным цементом;

7) ушивание раны с постановкой губки collatamp.

Всем больным после удаления компонентов эндопротеза мы устанавливали артикулирующие спейсеры:

- официальные (Tecres medical) — 11 (28,9%);
- спейсеры из стандартных компонентов эндопротеза 15 (39,5%);
- спейсеры, изготовленные в операционной в заранее приготовленных типовых формах — 4 (10,4%);
- сложные спейсеры при отсутствии опороспособности ацетабулярного кольца — 6 (15,9%) (патент РФ на изобретение № 2675551);
- индивидуальные спейсеры, изготовленные по 3D-технологиям — 2 (5,2%) (рис. 1).

Официальные преформированные спейсеры изготавливаются в заводских условиях из костного цемента с добавлением в него гентамицина. Их преимуществами являются стандартные размеры, сокращение времени предоперационного планирования и оперативного пособия, повышенная механическая прочность, более длительный эффект локального высвобождения антибиотика. Недостатки: узкая размерная линейка, избыточное образование рубцовой ткани в вертлужной впадине, высокий риск вывиха или протрузии при больших дефектах вертлужной впадины.

Спейсеры из стандартных компонентов эндопротеза достаточно часто используются в нашей работе. Главными их достоинствами являются дешевизна, простота и скорость изготовления, возможность использования при дефектах вертлужной впадины по классификации W.G. Paprosky вплоть до типа IIС. Однако они имеют достаточно низкую механическую прочность, при выполнении второго этапа есть риск увеличения дефекта вертлужной впадины во время удаления цементной мантии.

При выборе спейсеров, изготовленных в операционной с применением заранее приготовленных типовых форм, появляется возможность заполнить бедро и вертлужную впадину большим количеством цемента, что позволяет достичь достаточно высокой концентрации антибиотика в зоне операции. Кроме того, это достаточно дешевый и доступный метод. Данный вид спейсера можно применять только при дефектах вертлужной впадины до типа IIВ по классификации W.G. Paprosky. Недостаток данного вида спейсера — его хрупкость, несмотря на армирование его железным изогнутым штифтом, и ограничение в использовании при массивных костных дефектах вертлужной впадины и бедра.

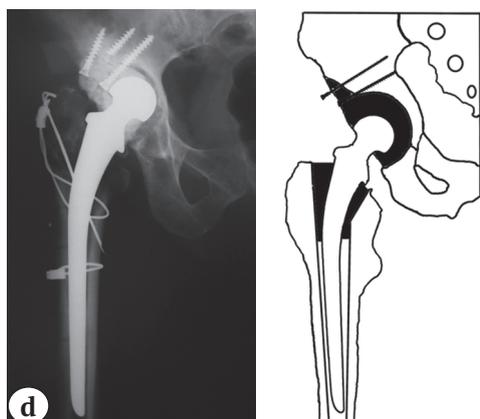
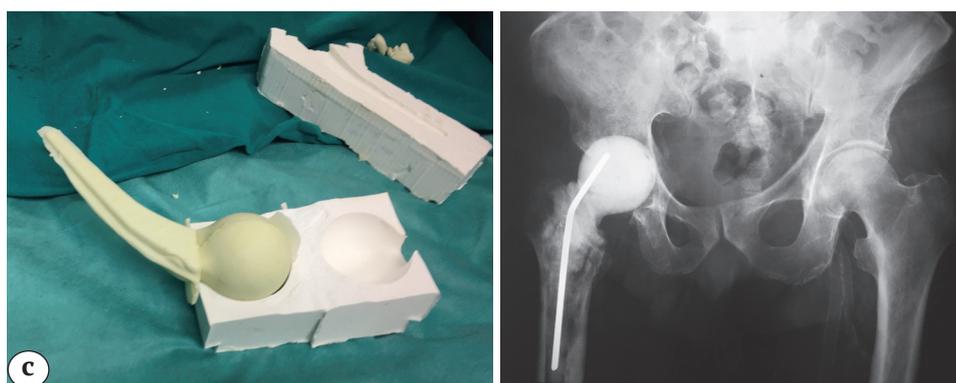
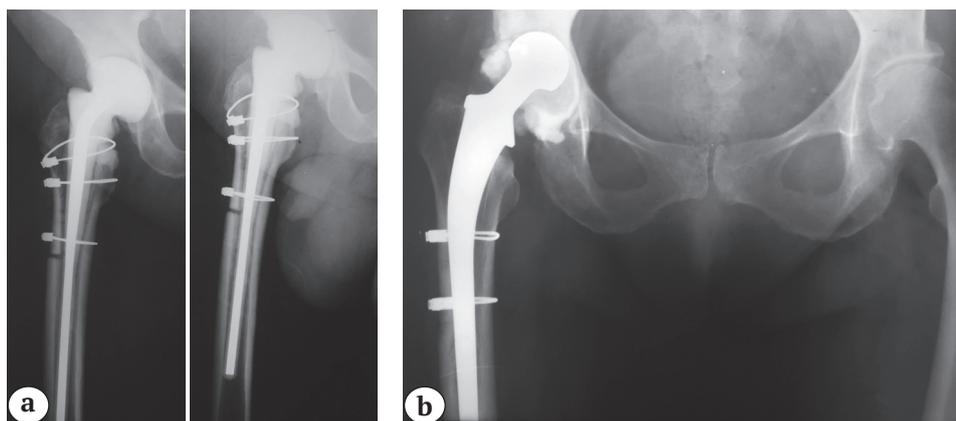


Рис. 1. Артикулирующие спейсеры, установленные пациентам:
 а – официальный преформированный спейсер фирмы Tecres;
 б – спейсер из стандартного компонента эндопротеза;
 с – спейсер, изготовленный в операционной с использованием заранее подготовленной типовой формы;
 д – спейсер при отсутствии опороспособности ацетабулярного кольца (патент РФ на изобретение № 2675551);
 е – индивидуальный спейсер, изготовленный методом 3D-печати

Fig. 1. Types of articulation spacers application in patients:
 а – official preformed spacer from Tecres;
 б – spacer from standard endoprosthesis component;
 с – spacer made in the operating room using a prepared sample form;
 д – spacer in the absence of support of the acetabular ring (patent RU No. 2675551);
 е – individual 3D spacer



Спейсер при отсутствии опороспособности ацетабулярного кольца можно использовать при массивных дефектах вертлужной впадины за счет прочно фиксированных в крыше вертлужной впадины винтов, которые армируют цементную массу и не позволяют ей мигрировать. Главным его достоинством является простота изготовления и дешевизна, а недостатком — хрупкость.

Индивидуальные спейсеры, изготовленные с использованием 3D-печати — это современный вид спейсеров, которые можно использовать при любых костных дефектах тазобедренного сустава. Они удобны в установке и позволяют сразу добиться опороспособности конечности. Недостаток данного спейсера — это дороговизна, а также длительный период подготовки и изготовления.

Мы использовали костный цемент на основе полиметилметакрилата, в который мы добавляли антибиотик согласно полученным результатам посевов, обладающий определёнными свойствами, а именно термостабильностью и водорастворимостью [2, 5].

Послеоперационное лечение сопровождалось внутривенным и внутримышечным введением антибиотиков в период нахождения больного в стационаре — в среднем 12 дней с момента операции (в том числе антибиотики с антибиопленочной активностью). У группы больных «culture negative» мы начинали эмпирическую антибактериальную терапию до получения результатов микробиологического исследования биоптатов, взятых интраоперационно. После выписки из стационара, в амбулаторных условиях, пациенты продолжали прием пероральных форм антибиотиков до 6–8 нед. с момента операции. Через 2–3 нед. после прекращения курса антибактериальной терапии проводилось повторное комплексное обследо-

вание с выполнением пункции оперированного сустава. При отрицательных результатах обследования пациенты направлялись на второй этап ревизионного эндопротезирования.

Мы разделили всех пациентов на три группы. Первая группа представлена 27 (71%) пациентами с успешно пролеченной перипротезной инфекции и отсутствием каких-либо механических осложнений. Вторая группа — 8 (21,1%) пациентов, в которой также удалось успешно купировать инфекцию, но у этих больных присутствовали механические осложнения, связанные со спейсером. Третья группа состояла из 3 (7,9%) больных, которым купировать инфекцию не удалось (табл. 1). Исследование СОЭ и С-реактивного белка производилось непосредственно перед первым этапом и через 8 нед. после операции (табл. 2).

Среднее время манифестации, т.е. время от первичной операции до диагностики септической нестабильности компонентов, составило 9 мес. без значимых различий между группами. Среднее время ожидания первого этапа, т.е. время от диагностированной перипротезной инфекции до выполнения первого этапа ревизионного эндопротезирования, составило 3,5 мес., также без значимых различий между группами.

Показатель СОЭ во всех группах до лечения составил в среднем 44,5 мм/ч без статистически значимой разницы между группами. В первой группе С-реактивный белок до выполнения первого этапа был равен 11,6 г/л, что статистически значимо ниже, чем во второй и третьей группах (42,8 г/л и 31 г/л соответственно).

В первой и второй группах отмечалось клинически значимое снижение показателей СОЭ и С-реактивного белка после установки спейсера, а в третьей группе данные показатели значимо не изменились.

Таблица 1

Характеристика пациентов трех групп исследования

Показатель	Первая группа n = 27	Вторая группа n = 8	Третья группа n = 3	Всего n = 38	p
Средний возраст, лет	63 (58–68)	59 (50–74)	50 (42–58)	60,5 (52–69)	0,38
Время манифестации инфекции, мес.	9 (6–30)	10,5 (5–36)	7 (1–12)	9 (5–27)	0,88
Период до первого этапа, мес.	4 (3–4)	3 (2,5–3,5)	3 (2–8)	3,5 (3–4)	0,12

Данные представлены в формате медиана (интерквартильный размах).

Таблица 2

Показатели СОЭ и С-реактивного белка перед первым этапом и через 8 недель после операции

Показатель	Первая группа n = 27		Вторая группа n = 8		Третья группа n = 3		Всего n = 38		p	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
СОЭ, мм/ч	42 (35–47)	21 (16–30)	54 (40–62)	40 (23–44)	37 (37–37)	38 (35–41)	44,5 (37–57)	25,2 (11,9–42,8)	0,21	0,21
СРБ, г/л	11,6 (8,9–12,4)	5,8 (3,7–8,4)	42,8 (25,2–82,8)	5,5 (2,1–11,2)	31 (31–31)	37,2 (18,7–37,2)	26 (16–42)	6,8 (3,7–16)	0,03	0,06

Данные представлены в формате медиана (интерквартильный размах).

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных выполняли в программе STATISTICA 10 for Windows. Использовались методы описательной статистики, сравнительные непараметрические методы: Манна – Уитни, Краскела – Уоллиса, Вилкоксона. Статистически значимыми считались различия с критерием $p < 0,05$.

Результаты

Все больные обратились в нашу клинику минимум через 3 мес. после выполнения эндопротезирования. По классификации M.B. Coventry и D.T. Tsukayama (1996) II тип инфекции выявлен у 19 пациентов (50%), так же как и III тип — 19 пациентов (50%).

При микробиологическом исследовании пункта получена бактериальная флора только у 29 (76,4%) пациентов: *Staphylococcus aureus* — 4, из них 2 MRSA; *Staphylococcus epidermidis* — 9, из которых 4 MRSE; *Staphylococcus xylosus* — 1; *Staphylococcus hominis* — 2; *Staphylococcus capitis* — 1; *Staphylococcus haemolyticus* — 1; *Escherichia coli* — 2; *Enterobacter cloacae* — 1; *Enterococcus faecalis* — 3; *Proteus mirabilis* — 1. В 4-х случаях получены микробные ассоциации: *Staphylococcus aureus* (MRSA) + *Proteus Mirabilis*, *Staphylococcus ligdunensis* + *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus epidermidis* + *Enterococcus faecalis* — у 2 пациентов.

У 9 (23,6%) пациентов, так называемых «culture negative», во время проведения диагностических пункций отсутствовал рост флоры. Однако,

учитывая клиническую картину и оценку всех остальных критериев присутствия перипротезной инфекции, эти пациенты все равно были направлены на двухэтапное ревизионное эндопротезирование. Интраоперационно брались образцы тканей для микробиологического исследования, где была подтверждена перипротезная инфекция: *Staphylococcus aureus* — 5 (MRSA 3) и *Staphylococcus epidermidis* — 4 наблюдения (MRSE 2).

Несмотря на проведенное лечение, через два месяца после установки спейсера у 3 (7,9%) больных был выявлен рецидив инфекции, который проявился в виде свищевой формы. Стоит отметить, что у 2 (5,26%) пациентов были микробные ассоциации. Эти больные были направлены на повторную санацию и установку нового спейсера.

Общий средний балл по шкале Harris до выполнения первого этапа составил 31,5, что соответствует неудовлетворительной функции; до выполнения второго этапа — 54 балла, что отражает статистически значимое улучшение функции тазобедренного сустава. По шкале ВАШ выраженность болевого синдрома перед выполнением первого этапа составила в среднем 8 баллов, перед выполнением второго этапа — 3 балла. По шкале WOMAC перед выполнением первого этапа показатель в среднем составил 74 балла, после его выполнения — в среднем 38 баллов (табл. 3).

В послеоперационном периоде наблюдались такие осложнения, как вывих спейсера — у 4 (10,4%) пациентов; поломка винтов, армированных в вертлужную впадину и их миграция

Таблица 3

Оценка результатов первого этапа лечения, баллы

Шкала	До спейсера	После спейсера	p
ВАШ	8 (6–9)	3 (2–5)	<0,001
Harris	31,5 (26–36)	54 (42–64)	<0,001
WOMAC	74 (50–78)	38 (25–61)	0,001

Данные представлены в формате медиана (интерквартильный размах).

вместе со спейсером — у 1 (2,6%); поломка спейсера, изготовленного в операционной в типовых формах — у 1 (2,6%); миграция спейсера в полость таза у 2 пациентов (5,2%) (рис. 2).

При использовании преформированных спейсеров вывихи произошли при дефектах вертлужной впадины типов ПС (1 случай), ПВ (1 случай), ПША (2 случая). Миграция преформированных спейсеров в полость таза была отмечена у двух больных с дефектом типа ПС. Поломка спейсера изготовленного в операционной в типовых формах произошла у одного пациента при дефекте ПВ. Поломка винтов, армированных в вертлужную впадину и их миграция вместе со спейсером была отмечена у одного пациента при дефекте ПШВ в результате травмы (падения на бок).

Данные 8 (21%) пациентов с неадекватной функцией спейсера перед выполнением второго этапа мы проанализировали отдельно по функциональным шкалам. Оценка по ВАШ в среднем составила 6,12; по шкале Harris — 41,6; оценка по WOMAC — 65,8 баллов, что было расценено как неудовлетворительный результат. Вышеуказанные механические осложнения создали дополнительные трудности во время реализации второго этапа.

Обсуждение

На сегодняшний день существует множество руководств и методик по лечению глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава, которые учитывают различные факторы. Однако пока предпочтение отдается двухэтапной методике, которая считается «золотым стандартом» [7, 10, 16, 19].

По данным различных авторов, процент успеха при этом методе лечения составляет от 60 до 95% [1, 19, 15]. D. Toms с соавторами сообщают о 38% рецидивов инфекции [13], K. Uchiyama с соавторами — о 32,3% рецидивов [14, 21]. M. Gomez с со-

авторами достигли успеха в 80% случаев [6], S. Lim с соавторами продемонстрировали 78% успеха [10]. В нашем исследовании эффективность двухэтапного метода лечения перипротезной инфекции составила 92,1%. При этом эффективность метода эрадикации инфекции не зависит от выбранного типа спейсера.

Интересную позицию заняли M. Gomez с соавторами, которые обратили внимание на высокую гетерогенность данных об эффективности двухэтапного метода. Они проанализировали 178 пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава и обнаружили, что после первого этапа только 77% пациентов был выполнен второй этап, в остальных случаях в связи с различными осложнениями реимплантация не выполнялась, и применялись альтернативные методы [6].

Использование нами алгоритма диагностики и лечения позволило выявить инфекцию в 76,4% наблюдений. У оставшихся 23,6% пациентов («culture negative») микрофлора была получена интраоперационно, что позволило сразу назначить прицельную антибактериальную терапию.

Следует понимать, что назначение спейсера заключается не только в качестве субстрата для лечения инфекции, но и в замещении функции сустава. Всем нашим пациентам были установлены артикулирующие спейсеры, поскольку они не накладывают функциональных ограничений и не снижают качество жизни [1, 19].

Особенностью нашей работы было исследование и оценка неинфекционных осложнений, таких как вывихи спейсера, переломы металлоконструкций с последующей миграцией, переломы спейсеров и их протрузия в вертлужную впадину, так как небольшое количество исследований освещают эту проблему. Общее количество механических осложнений составило 21%, из них вывих спейсера — 10,4%; поломка винтов, армированных в верт-



Рис. 2. Механические осложнения в послеоперационном периоде:
 а — вывих спейсера; б — поломка спейсера, изготовленного в операционной;
 с — миграция спейсера в полость таза

Рис. 2. Mechanical complications:
 а — spacer dislocation; б — spacer protrusion to the pelvic cavity

лужную впадину и их миграция вместе со спейсером — 2,6%; поломка спейсера, изготовленного в операционной в типовых формах — 2,6%; прободение вертлужной впадины и миграция спейсера в полость таза — 5,2%.

J. Jung с соавторами описали частоту механических осложнений в 40,8% случаев (17% вывихов, 10,2% поломок спейсера, 13,6% переломов бедра) [8]. M. Faschingbauer с соавторами проанализировали 138 пациентов, которым устанавливались спейсеры, и выявили 19,6% механических осложнений, в том числе 8,7% поломок спейсеров, 8,7% вывихов, 0,7% переломов бедра, 0,7% протрузий в таз, 0,7% поломок и вывихов спейсера [4].

Во избежание неинфекционных осложнений необходимо тщательно планировать первый этап ревизионного вмешательства. С этой целью мы предлагаем алгоритм выбора спейсера при различных дефектах вертлужной впадины по классификации W.G. Paprosky (табл. 4).

Проанализированный отдельно функциональный результат у 8 (21%) пациентов с механическими осложнениями спейсера перед выполнением второго этапа по выбранным шкалам выявил неудовлетворительный результат. Кроме того, механические осложнения создали дополнительные трудности во время выполнения второго этапа.

Оценка качества жизни и функционального результата после второго этапа в зависимости от

использования различных спейсеров на первом этапе ревизионного эндопротезирования может являться предметом дальнейших исследований.

Заключение

При двухэтапном ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава необходимо тщательно планировать первый этап и выбирать подходящий вид артикулирующего спейсера. Правильно выбранный спейсер является основой хорошего функционального результата и технически упрощает выполнение второго этапа.

В проведенном нами исследовании удалось добиться успеха в лечении перипротезной инфекции в 92,1% случаях с применением только артикулирующих спейсеров. Среди случаев повторной манифестации инфекции стоит отметить, что большее количество рецидивов отмечено у 2 пациентов (5,62%) с микробными ассоциациями.

В 8 (21,05%) случаях произошли механические осложнения, связанные со спейсером, значительно ухудшающие качество жизни пациентов и затрудняющие техническое выполнение второго этапа, но не влияющие на эрадикацию инфекции.

Операция двухэтапного реэндопротезирования также должна быть направлена на улучшение качества жизни больного. С целью минимизации вышеуказанных осложнений и улучшения функцио-

Таблица 4

Алгоритм выбора спейсера при дефектах вертлужной впадины по классификации W.G. Paprosky, P.G. Perona, J.M. Lawrence

Тип дефекта	А	В	С
I	1. Преформированные официальные спейсеры 2. Спейсеры из стандартных компонентов эндопротеза	—	—
II	1. Преформированные официальные спейсеры 2. Спейсеры из стандартных компонентов эндопротеза 3. Спейсеры, изготовленные в операционной в заранее приготовленных типовых формах	1. Спейсеры, изготовленные в операционной в заранее приготовленных типовых формах 2. Спейсеры из стандартных компонентов эндопротеза 3. Преформированные официальные спейсеры (в избыточной внутренней ротации)	1. Сложные спейсеры при отсутствии опороспособности ацетабулярного кольца 2. Индивидуальные спейсеры, изготовленные по 3D-технологиям
III	1. Индивидуальные спейсеры, изготовленные по 3D-технологиям 2. Сложные спейсеры при отсутствии опороспособности ацетабулярного кольца	1. Индивидуальные спейсеры, изготовленные по 3D-технологиям 2. Сложные спейсеры при отсутствии опороспособности ацетабулярного кольца	—

нального результата уже на первом этапе лечения предложен алгоритм выбора, артикулирующего спейсера в зависимости от дефекта вертлужной впадины согласно классификации W.G. Paprosky. Таким образом, правильное выполнение первого этапа закономерно улучшает эффективность лечения глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава в целом.

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

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Bejon P., Berendt A., Atkins B., Green N., Parry H., Masters S. et al. Two-stage revision for prosthetic joint infection: predictors of outcome and the role of reimplantation microbiology. *J Antimicrob Chemother.* 2010;65(3):569-575. DOI:10.1093/jac/dkp469.
2. Bouzakis K., Michailidis N., Mesomeris G. et al. Investigation of mechanical properties of antibiotic-loaded acrylic bone cement. Proceedings of the 3rd International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN), 1–3 October 2008, Chalkidiki, Greece. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/237669337>.
3. Choi H., Beecher B., Bedair H. Mortality after septic versus aseptic revision total hip arthroplasty: a matched-cohort study. *J Arthroplasty.* 2013;28(8 Suppl.):56-58. DOI: 10.1016/j.arth.2013.02.041.
4. Faschingbauer M., Reichel H., Bieger R., Kappe T. Mechanical complications with one hundred and thirty eight (antibiotic-laden) cement spacers in the treatment of periprosthetic infection after total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2015;39(5):989-994. DOI: 10.1007/s00264-014-2636-z.
5. Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11):1450-1452. DOI: 10.1302/0301-620X.95B11.33135.
6. Gomez M., Tan T., Manrique J., Deirmengian G., Parvizi J. The fate of spacers in the treatment of periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(18):1495-1502. DOI: 10.2106/JBJS.N.00958.
7. Greidanus N.V., Masri B.A., Garbuz D.S., Wilson S.D., McAlinden M.G., Xu M., Duncan C.P. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1409-1416. DOI: 10.2106/JBJS.D.02602.
8. Jung J., Schmid N., Kelm J., Schmitt E., Anagnostakos K. Complications after spacer implantation in the treatment of hip joint infections. *Int J Med Sci.* 2009;6(5):265-273. DOI: 10.7150/ijms.6.265.
9. Kurtz S.M., Lau E., Watson H., Schmier J.K., Parvizi J. Economic burden of periprosthetic joint infection in the United States. *J Arthroplasty.* 2012;27(8 Suppl):61-65.e1. DOI: 10.1016/j.arth.2012.02.022.
10. Lim S., Park J., Moon Y., Park Y. Treatment of periprosthetic hip infection caused by resistant microorganisms using 2-stage reimplantation protocol. *J Arthroplasty.* 2009;24(8):1264-1269. DOI: 10.1016/j.arth.2009.05.012.
11. Meehan J., Jamali A.A., Nguyen H. Prophylactic antibiotics in hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(10):2480-2490. DOI: 10.2106/JBJS.H.01219.
12. Parvizi J., Adeli B., Zmistowski B., Restrepo C., Greenwald A.S. Management of Periprosthetic Joint Infection: The Current Knowledge. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(14):e104. DOI: 10.2106/JBJS.K.01417.
13. Toms A., Davidson D., Masri B., Duncan C. The management of peri-prosthetic infection in total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(2):149-155. DOI: 10.1302/0301-620X.88B2.17058.
14. Uchiyama K., Takahira N., Fukushima K., Moriya M., Yamamoto T., Minegishi Y. et al. Two-stage revision total hip arthroplasty for periprosthetic infections using antibiotic-impregnated cement spacers of various types and materials. *ScientificWorldJournal.* 2013 Dec 7; 2013:147248. DOI: 10.1155/2013/147248.
15. Van Thiel G.S., Berend K.R., Klein G.R., Gordon A.C., Lombardi A.V., Della Valle C.J. Intraoperative molds to create an articulating spacer for the infected knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(4):994-1001. DOI: 10.1007/s11999-010-1644-6.
16. Божкова С.А., Тихилов Р.М., Краснова М.В., Рукина А.Н., Тишина В.В., Полякова Е.М., Торопов С.С. Профиль резистентности возбудителей как основа выбора эффективного антибиотика при стафилококковых инфекциях протезированных суставов. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия.* 2013;15(2):115-123.
17. Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Krasnova M.V., Rukina A.N., Tishina V.V., Polyakova E.M., Toropov S.S. Local antimicrobial resistance profile as a basis for the choice of antimicrobial therapy of staphylococcal prosthetic joint infections. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya* [Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy]. 2013;15(2):115-123.
17. Винклер Т., Трампуш А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1):33-45. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
18. Winkler T., Trampuz A., Renc N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip prosthetic joint infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):33-45. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
18. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченко А.В. Ревизионная хирургия тазобедренного сустава: роль индивидуальных артикулирующих спейсеров. *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2014;(4):4-8.
19. Kavalersky G.M., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Elizarov P.M., Muzichenkov A.V. [Revision surgery of the hip joint: the role of individual articulating spacerse]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2014;(4):4-8. (In Russ.).
19. Лю Б., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Разоренов В.Л., Денисов А.О., Божкова С.А., Артюх В.А., Клиценко О.А., Тотоев З.А. Эффективность первого этапа двухэтапной ревизии при параэндопротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2014;(3):5-14. DOI:10.21823/2311-2905-2014-0-3-5-14.

- Lyu B., Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Razorenov V.L., Denisov A.O., Bozhkova S.A., Artyukh V.A., Klitsenko O.A., Totoev Z.A. [Efficiency of the first stage of two-staged revision surgery in patients with periprosthetic hip infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(3):5-14. (In Russ.). DOI:10.21823/2311-2905-2014-0-3-5-14.
20. Материалы Международной согласительной конференции по перипротезной инфекции [Proceeding of the International Consensus Conference on periprosthetic infection]. Пер. с англ. СПб.: РНИИТО им. П.П. Вредена, 2014. 355 с.
21. Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Рукин Я.А., Цыгин Н.А. Перипротезная инфекция при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Врач*. 2018;29(3):17-22. DOI: 10.29296/25877305-2018-03-04. Murylev V. Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Rukin Ya.A., Tsigin N.A. [Periprosthetic infection during hip arthroplasty]. *Vrach* [The Doctor]. 2018;29(3):17-22. (In Russ.) DOI: 10.29296/25877305-2018-03-04.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

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

Григорий Андреевич Куковенко — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; врач, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Павел Михайлович Елизаров — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России; врач, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Леонид Родиславович Иваненко — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

Галина Леонидовна Сорокина — врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Ярослав Алексеевич Рукин — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

Семен Сергеевич Алексеев — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

Валерий Григорьевич Германов — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Valery Yu. Murylev — Dr. Sci (Med), professor of 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

Grigori A. Kukovenko — PhD student, Sechenov First Moscow State Medical University; orthopaedic surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Pavel M. Elizarov — Cand. Sci. (Med), assistant professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; orthopaedic surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Leonid R. Ivanenko — PhD student, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Galina L. Sorokina — orthopaedic surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Yaroslav A. Rukin — Cand. Sci. (Med), assistant professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Semen S. Alekseev — PhD student, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Valery G. Germanov — Cand. Sci. (Med), assistant professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Антибактериальная активность покрытий на основе импрегнированного антибиотиками костного цемента в отношении микроорганизмов с различными уровнями антибиотикорезистентности

Д.В. Тапальский¹, П.А. Волотовский², А.И. Козлова¹, А.А. Ситник²

¹ УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

² ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии», г. Минск, Республика Беларусь

Реферат

Цель исследования — оценить наличие и продолжительность антибактериальной активности образцов покрытий на основе костного цемента, импрегнированного антибиотиками, в отношении антибиотикочувствительных и антибиотикорезистентных микроорганизмов. **Материал и методы.** На титановых пластинах сформированы покрытия из костного цемента, импрегнированного антибиотиками (гентамицином, ванкомицином, колистином, меропенемом, фосфомицином). Выполнена отмывка пластин методом последовательных микроразведений в бульоне, оценена концентрация антибиотиков в отмывочных растворах. Антибактериальная активность контрольных и отмываемых образцов в отношении антибиотикочувствительных и множественно-антибиотикорезистентных штаммов *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa* оценена двухслойным агаровым методом. **Результаты.** Концентрации меропенема и фосфомицина в отмывочных растворах, полученных при однократной (16 мкг/мл для обоих антибиотиков) и двукратной (2 мкг/мл для меропенема и 8 мкг/мл для фосфомицина) обработке образцов, были достаточными для подавления роста контрольных штаммов. Однократная отмывка образцов с колистином полностью устраняла их антибактериальную активность. Выраженная активность образцов с меропенемом и фосфомицином сохранялась в отношении антибиотикочувствительного штамма *P. aeruginosa* ATCC 27853 после выполнения 2 циклов отмывки. Однократно отмываемые образцы с фосфомицином также сохраняли активность в отношении экстремально-антибиотикорезистентного штамма *P. aeruginosa* БП-150. Ванкомицин-содержащие образцы обладали достаточной антибактериальной активностью в отношении как метициллинчувствительного (MSSA), так и метициллинрезистентного (MRSA) штаммов *S. aureus*. Двукратная отмывка образцов устраняла их бактерицидные свойства. **Заключение.** Покрытия из костного цемента, импрегнированного фосфомицином и меропенемом, обладают наиболее выраженной и длительной антибактериальной активностью, проявляющейся, главным образом, в отношении антибиотикочувствительных штаммов.

Ключевые слова: костный цемент, меропенем, фосфомицин, колистин, элюция, антибиотикорезистентность, локальная антибиотикотерапия.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-105-110

Antibacterial Activity of Antibiotic-Impregnated Bone Cement Based Coatings Against Microorganisms with Different Antibiotic Resistance Levels

D.V. Tapalski¹, P.A. Volotovskii², A.I. Kozlova¹, A.A. Sitnik²

¹ Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus

² Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus

Табальский Д.В., Волотовский П.А., Козлова А.И., Ситник А.А. Антибактериальная активность покрытий на основе импрегнированного антибиотиками костного цемента в отношении микроорганизмов с различными уровнями антибиотикорезистентности. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):105-110. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-105-110.

Cite as: D.V. Tapalski, P.A. Volotovskii, A.I. Kozlova, A.A. Sitnik [Antibacterial Activity of Antibiotic-Impregnated Bone Cement Based Coatings Against Microorganisms with Different Antibiotic Resistance Levels]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):105-110. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-105-110.

Табальский Дмитрий Викторович / Dmitry V. Tapalski; e-mail: tapalskiy@gsmu.by

Рукопись поступила/Received: 28.08.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 31.10.2018.

Abstract

Purpose — to evaluate the presence and duration of antibiotic activity of antibiotic-impregnated bone cement based coatings samples against antibiotic-sensitive and antibiotic-resistant microorganisms. **Materials and Methods.** Bone cement based coatings impregnated with antibiotics (gentamycin, vancomycin, colistin, meropenem, fosfomycin) are formed on titanium (Ti) plates. A plate rinse was carried out; antibiotic concentrations in the rinsed solutions were estimated by a serial broth microdilution method. Antibacterial activity of the control and rinsed samples against the antibiotic-sensitive and multiple-antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* strains was estimated by a bilayer agar method. **Results.** The meropenem and fosfomycin concentrations in the rinsed solutions obtained at a one-fold (16 µg/ml for both antibiotics) and two-fold treatment (2 µg/ml for meropenem and 8 µg/ml for fosfomycin) were sufficient to suppress the growth of the control strains. One-fold rinse of samples with colistin eliminated their antibacterial activity completely. The marked activity of the samples with meropenem and fosfomycin persisted against the antibiotic-sensitive *P. aeruginosa* ATCC 27853 strain after 2 rinse cycles; single-rinsed samples with fosfomycin also maintained the activity against the extensively antibiotic-resistant *P. aeruginosa* BP-150 strain. Vancomycin-containing samples possessed the sufficient antibacterial activity against both methicillin-sensitive (MSSA) and methicillin-resistant (MRSA) *S. aureus* strains; two-fold rinse of the samples eliminated their bactericidal properties. **Conclusion.** Bone cement based coatings impregnated with fosfomycin and meropenem possess the most marked and long-lasting antibacterial activity, manifested mainly against the antibiotic-sensitive strains.

Keywords: bone cement, meropenem, fosfomycin, colistin, local antibiotic therapy.

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

Funding: The research was carried out within the state assignment on theme „To develop a method for treating of patients with infected nonunions of long bones and a design for its implementation”, state registration No. 20171939.

Введение

Грамположительные бактерии (*S. aureus* и коагулазо-отрицательные стафилококки, *Enterococcus spp.*, *Streptococcus spp.*) являются главными возбудителями инфекций костей и суставов, тогда как на долю грамотрицательных бактерий приходится не более 10–22% всех случаев, в том числе, 2–7% — на долю *P. aeruginosa* [1, 2]. Грамотрицательные микроорганизмы чаще выявляются при открытых переломах, хронических остеомиелитах, перипротезных инфекциях [3]. В случаях перипротезных имплантат-ассоциированных инфекций доля *P. aeruginosa* в этиологии может возрастать до 20%. Заслуживает внимания постоянное увеличение этиологической роли *P. aeruginosa* с множественной антибиотикорезистентностью [4]. Описаны случаи имплантат-ассоциированных инфекций и посттравматических остеомиелитов, вызванных карбапенемазопродуцирующими-антибиотикорезистентными (MDR и XDR) штаммами *P. aeruginosa* [5, 6]. Клинические исходы инфекций, вызванных *P. aeruginosa*, значительно менее благоприятны, чем инфекций, вызванных стафилококками [7].

Системная антибактериальная терапия инфекций костей и суставов, вызванных грамотрицательными микроорганизмами, часто неэффективна, что может быть связано с множественной антибиотикорезистентностью возбудителей, гетерогенностью бактериальной популяции и переходом части микробных клеток в метаболически неактивные формы, а также с формированием на костной поверхности или на поверхностях имплантируемых изделий микробных биопленок [6]. Основным методом локальной антибиотикотерапии при инфекциях костной ткани является использование костного цемента на основе полиметилметакри-

лата (ПММА), импрегнированного антибиотиками. Широко используются несколько типов костных цементов с уже добавленными антибиотиками (гентамицином, тобрамицином, ванкомицином). Готовые костные цементы содержат невысокие концентрации антибиотика и предназначены для профилактики инфекций. В условиях распространения антибиотикорезистентности в бактериальных популяциях аминогликозиды постепенно утрачивают свое значение, а спектр антибактериальной активности ванкомицина не распространяется на грамотрицательные микроорганизмы. Поэтому необходим выбор других антибиотиков — эффективных, в том числе, и в отношении многочисленных множественно- и экстремально-антибиотикорезистентных грамотрицательных возбудителей. При этом антибиотик должен обладать термостабильностью, широким спектром бактерицидной активности в низких концентрациях, а также способностью длительно элюировать из ПММА и поддерживать достаточные локальные ингибирующие концентрации, препятствующие размножению бактерий и формированию микробных биопленок [8]. На практике широко используется внесение в костный цемент различных антибиотиков: аминогликозидов, гликопептидов, цефалоспоринов, фторхинолонов, колистина, линезолида, даптомицина [9].

Предложена технология нанесения слоя ПММА с антибиотиком на поверхность стержней для интрамедуллярного остеосинтеза, используемых в лечении инфицированных несращений и остеомиелита, при этом антибактериальный слой на поверхности интрамедуллярного фиксатора формируется во время оперативного вмешательства [10, 11]. В доступной литературе отсутствуют сведения о механизмах и кинетике высвобождения

антибиотиков из покрытий на основе ПММА, нанесенных на поверхность медицинских имплантатов. Требуется изучения возможность использования в составе костного цемента полимиксинов, карбапенемов, фосфомицин — антибиотиков, все еще сохраняющих активность в отношении многих антибиотикорезистентных грамотрицательных патогенов.

Цель исследования — оценить наличие и продолжительность антибактериальной активности образцов покрытий на основе костного цемента, импрегнированного антибиотиками, в отношении антибиотикочувствительных и антибиотикорезистентных микроорганизмов.

Материал и методы

В асептических условиях готовили необходимые навески чистых субстанций антибиотиков (ванкомицина, колистина, меропенема, фосфомицина), вносили их в 10 г сухого порошкообразного костного цемента (Subiton Gun, Laboratorios SL S.A., Аргентина), тщательно перемешивали с помощью стерильного шпателя. В полученную смесь добавляли 5 мл мономера, перемешивали и наносили сплошным равномерным слоем толщиной 0,5–1 мм на пластины размером 12,5×50×0,5 мм из титана марки BT-6. Дополнительно готовили титановые пластины с гентамицин-содержащим костным цементом (Subiton Gun G, Laboratorios SL S.A., Аргентина). В пересчете на 40 г порошкообразного костного цемента используемое в исследовании количество антибиотиков составляло: гентамицин — 0,5 г, ванкомицин — 2 г, колистин — 0,24 г (3 000 000 ЕД), меропенем — 2 г, фосфомицин — 2 г.

После полимеризации титановые пластины с нанесенным костным цементом были помещены в стерильные герметично закрывающиеся полипропиленовые контейнеры, маркированы и разделены на 3 группы, каждая из которых включала в себя по 3 однотипных образца. Образцы группы 1 не подвергались отмывкам и использовались в качестве контрольных. Образцы групп 2 и 3 заливались стерильным изотоническим раствором хлорида натрия (ИХН) в объеме 100 мл и термостатировались в течение 7 суток в шейкере-инкубаторе ES-20 (BioSan, Латвия) при 100 об./мин и 35°C. Для образцов группы 3 выполнялась повторная отмывка в новом объеме ИХН в течение 7 суток. До проведения дальнейших исследований отмывочные растворы хранили в замороженном состоянии при -80°C. Концентрации антибиотиков в отмывочных растворах определяли методом последовательных микроразведений в бульоне Мюллера-Хинтона по способности подавлять видимый рост *Escherichia coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853 и *S. aureus* ATCC 29213 с известными паспортными значениями минимальных подавляющих концентраций (МПК) указанных антибиотиков.

Оценку антибактериальной активности нанесенного на титановые пластины костного цемента

(для контрольных и отмывтых пластин) проводили двухслойным агаровым методом [2]. Пластины стерильным пинцетом укладывали на поверхность агара Мюллера — Хинтона (Mueller-Hinton II Agar, BD BBL, США) в 90-миллиметровых полистироловых чашках Петри, после чего в чашки вторым слоем заливали 15 мл расплавленного и остуженного до 45°C агара Мюллера — Хинтона (рис. 1). Расчетная толщина формируемого слоя питательной среды над поверхностью пластины с покрытием составляла 1,5–2 мм. Чашки выдерживали на выставленной по уровню горизонтальной поверхности до полного застывания среды, затем в течение 15 мин. подсушивали в термостате.

В качестве тест-культур для инокуляции чашек с пластинами использовали антибиотикочувствительные микроорганизмы из коллекции ATCC (*P. aeruginosa* ATCC 27853 и *S. aureus* ATCC 29213). Дополнительно в исследование были включены антибиотикорезистентные штаммы микроорганизмов, выделенные от пациентов с посттравматическим остеомиелитом: *P. aeruginosa* БП-150 (устойчивость к большинству антибиотиков, за исключением полимиксинов, продуцент металло-β-лактамазы VIM) и *S. aureus* 43431 (метициллинрезистентны — MRSA, устойчивость к оксацилину, гентамицину, ципрофлоксацину, левофлоксацину, тетрациклину, рифампицину).

Значения МПК антибиотиков, используемых для включения в состав костного цемента, для тест-культур представлены в таблице 1.

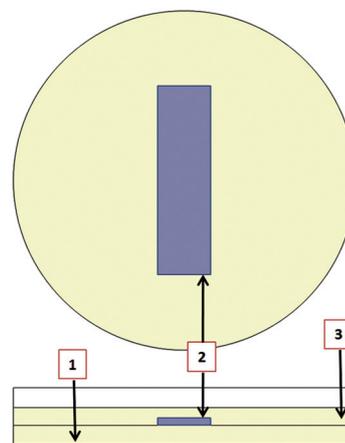


Рис. 1. Оценка антибактериальной активности покрытий двухслойным агаровым методом:

- 1 — 1-й слой питательной среды;
- 2 — титановая пластина с нанесенным покрытием из костного цемента с антибиотиком;
- 3 — 2-й слой питательной среды

Fig. 1. Evaluation of the coating antibacterial activity by a bilayer agar method:

- 1 — 1st layer of nutrient medium;
- 2 — titanium plate coated with bone cement impregnated with antibiotic;
- 3 — 2nd layer of nutrient medium

Таблица 2
Концентрации антибиотиков в отмывочных растворах

Антибиотик	Индикаторный микроорганизм для определения концентрации антибиотика	Концентрация антибиотика, мкг/мл	
		7 сут.	14 сут.
Гентамицин	<i>E. coli</i> ATCC 25922	4	<1
Меропенем	<i>E. coli</i> ATCC 25922	16	2
Колистин	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<1	<1
Фосфомицин	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	16	8
Ванкомицин	<i>S. aureus</i> ATCC 29213	8	<2

Чашки инокулировали бактериальными суспензиями (0,5 МакФарланд) с помощью хлопковых тампонов и инкубировали 18 ч при 35°C. Оценивали наличие и характер роста микроорганизмов на поверхности агар Мюллера – Хинтона в области проекции пластин с покрытиями различного состава.

Результаты

Результаты определения концентраций антибиотиков в отмывочных растворах представлены в таблице 2. В качестве индикаторных микроорганизмов были выбраны антибиотикочувствительные штаммы ATCC с наименьшими значениями МПК. Тем не менее, в ряде случаев создаваемые концентрации антибиотиков не позволяли ингибировать видимый рост тест-культур, что явилось ограничением метода. Так, после второй отмывки образцов костного цемента с гентамицином и ванкомицином, создаваемых в отмывочном растворе, концентраций было недостаточно для подавления роста тест-культур.

Результаты определения концентраций антибиотиков в отмывочных растворах согласуются с результатами определения антибактериальной активности контрольных и отмытых образцов (рис. 2, 3).

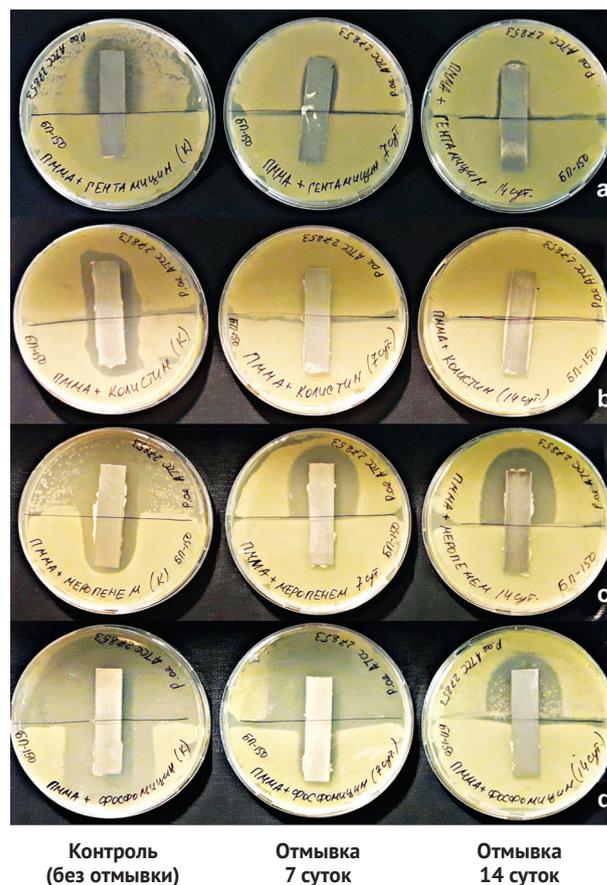


Рис. 2. Антибактериальная активность покрытий из костного цемента и антибиотиков в отношении *P. aeruginosa* ATCC 27853 (верхние секторы чашек) и клинического изолята *P. aeruginosa* БП-150 (нижние секторы чашек), двухслойный агаровый метод: а – гентамицин (0,5%); б – колистин (0,6%); с – меропенем (5%); д – фосфомицин (5%)
Fig. 2. Antibacterial activity of antibiotic-impregnated bone cement based coatings against *P. aeruginosa* ATCC 27853 (upper Petri dish sectors) and clinical isolate *P. aeruginosa* BP-150 (lower Petri dish sectors), a bilayer agar method: a – gentamicin (0.5%); b – colistin (0.6%); c – meropenem (5%); d – fosfomycin (5%)

Значения МПК антибиотиков для тест-культур микроорганизмов

Таблица 1

Микроорганизм	МПК, мкг/мл				
	гентамицин	меропенем	колистин	фосфомицин	ванкомицин
<i>E. coli</i> ATCC 25922	0,5 (S)*	0,016–0,03 (S)	0,5–1 (S)	1 (S)	–
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	1 (S)	0,5 (S)	1–2 (S)	4 (S)	–
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	0,25–0,5 (S)	–	–	1–2 (S)	1 (S)
<i>P. aeruginosa</i> БП-150	256 (R)	128 (R)	0,5 (S)	128 (R)	–
<i>S. aureus</i> 43431	64 (R)	–	–	–	0,5 (S)

*S – чувствительный; R – резистентный.



Рис. 3. Антибактериальная активность покрытия из костного цемента с 5% ванкомицина в отношении антибиотикорезистентного клинического изолята *S. aureus* 43431 (MRSA), двухслойный агаровый метод

Fig. 3. Antibacterial activity of bone cement based coating impregnated with 5% vancomycin against the antibiotic-resistant clinical isolate of *S. aureus* 43431 (MRSA), a bilayer agar method

Для контрольных образцов, не подвергавшихся отмывке, в большинстве случаев выявлена антибактериальная активность, проявляющаяся отсутствием роста микроорганизмов на питательной среде как в проекции пластин с покрытием, так и на различном удалении от них. При этом размеры зон подавления роста вокруг пластин коррелировали со значениями МПК антибиотиков исследуемых штаммов. Исключением явился костный цемент с добавлением гентамицина, который обладал антибактериальной активностью только в отношении *P. aeruginosa* ATCC 27853 (МПК гентамицина 1 мкг/мл) и не подавлял рост экстремально-антибиотикорезистентного клинического изолята *P. aeruginosa* БП-150 (МПК гентамицина >64 мкг/мл).

Обсуждение

Детальное изучение кинетики высвобождения антибиотиков из костного цемента в форме спейсеров или шариков в жидкую среду являлось предметом многочисленных ранее проведенных исследований и поэтому не входило в задачи настоящей работы. Было показано, что вымывание большей части антибиотика из костного цемента происходит на протяжении первых 1-3 суток после имплантации; создаваемые в дальнейшем локальные концентрации падают ниже МПК, что может индуцировать выработку у микроорганизмов антибиотикорезистентности [13]. Создаваемых в настоящем исследовании концентраций колистина в отмывочных растворах (<1 мкг/мл) было недостаточно для подавления роста *E. coli* ATCC 25922, что может быть связано с небольшим по сравнению с другими антибиотиками его количеством, которое вносится в костный цемент (0,24 г на 40 г цемента). В работе G. Gasparini с соавт. показано, что элюция колистина из образцов костного цемента, содержащего 0,6% (0,24 г на 40 г) колистина сульфата, прекращалась уже в течение часа после помещения в отмывочный раствор ИХН, при этом элюировалось только около 3,5% внесенного антибиотика. Увеличение содержания колистина до 2,4% (0,96 г на 40 г костного цемента) позволяло продлить время его элюции до

7 суток [14]. В рандомизированном клиническом исследовании показано отсутствие способности костного цемента с колистином (0,6%) и эритромицином (1,25%) снижать частоту развития инфекционных осложнений при артропластике коленного сустава [15]. Считается, что использование более высоких концентраций колистина в составе костного цемента сопряжено с риском возникновения токсических эффектов. Так, внесение 2 г колистина в 40 г костного цемента (5% концентрация, приемлемая для большинства других антибиотиков), соответствовало бы 400% его максимальной суточной дозы при внутривенном введении [16, 17]. Наиболее обнадеживающие данные получены для меропенема и фосфомицина, концентрация которых в обоих отмывочных растворах (полученных через 7 суток и 14 суток от начала элюции) значительно превышала МПК для антибиотикочувствительных штаммов. Ранее было показано, что костный цемент, содержащий 10% меропенема, продолжает выделять антибиотик на протяжении 21 суток, при этом 19% меропенема элюирует в раствор [14]. В работе В.А. Конева с соавт. показана длительная (до 28 суток) антибактериальная активность костного цемента, содержащего 10% фосфомицина, в отношении антибиотикочувствительных штаммов *K. pneumoniae* и *S. aureus* [18]. Однократная отмывка образцов с колистином полностью устраняла их антибактериальную активность, что соответствует литературным данным [14]. Выраженная активность образцов с меропенемом и фосфомицином сохранялась в отношении *P. aeruginosa* ATCC 27853 даже после выполнения 2 циклов отмывки, при этом образцы с фосфомицином также сохраняли антибактериальную активность в отношении *P. aeruginosa* БП-150.

Таким образом, покрытия из костного цемента, импрегнированного фосфомицином или меропенемом, обладали наиболее выраженной и длительной антибактериальной активностью, которая проявлялась главным образом в отношении антибиотикочувствительных штаммов. Эффективное использование в составе покрытий колистина возможно только при увеличении его концентрации в составе костного цемента, что требует проведения дополнительных исследований *in vitro*. Направлением дальнейших исследований может стать поиск оптимальных комбинаций антибиотиков в составе костного цемента, обеспечивающих более полную и длительную их элюцию в окружающие ткани и оказывающих синергидное действие на экстремально-антибиотикорезистентные патогены.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование выполнено в рамках государственного задания «Разработка метода лечения пациентов с инфицированными ложными суставами и дизайн его применения» (№ гос. регистрации 20171939).

Литература [References]

1. Arciola C.R., An Y.H., Campoccia D., Donati M.E., Montanaro L. Etiology of implant orthopedic infections: a survey on 1027 clinical isolates. *Int J Artif Organs*. 2005;28(11):1091-1100. DOI: 10.1177/039139880502801106.
2. Murillo O., Grau I., Lora-Tamayo J., Gomez-Junyent J., Ribera A., Tubau F., Ariza J., Pallares R. The changing epidemiology of bacteraemic osteoarticular infections in the early 21st century. *Clin Microbiol Infect*. 2015;21(3):254.e1-8.2. DOI: 10.1016/j.cmi.2014.09.007.
3. Agrawal A.C., Jain S., Jain R.K., Raza H.K.T. Pathogenic bacteria in an orthopaedic hospital in India. *J Infect Dev Ctries*. 2008;2:120-123. DOI: 10.3855/jidc.282.
4. Rodriguez-Pardo D., Pigrau C., Lora-Tamayo J., Soriano A., del Toro M.D., Cobo J. et al. Gram-negative prosthetic joint infection: outcome of a debridement, antibiotics and implant retention approach. A large multi-centre study. *Clin Microbiol Infect*. 2014;20(11):911-919. DOI: 10.1111/1469-0691.12649.
5. Pena C., Suarez C., Tubau F., Gutierrez O., Dominguez A., Oliver A., Pujol M., Gudiol F., Ariza J. Nosocomial spread of *Pseudomonas aeruginosa* producing the metallo-beta-lactamase VIM-2 in a Spanish hospital: clinical and epidemiological implications. *Clin Microbiol Infect*. 2007;13(10):1026-1029. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2007.01784.x.
6. Ribera A., Benavent E., Lora-Tamayo J., Tubau F., Pedrero S., Cabo X., Ariza J., Murillo O. Osteoarticular infection caused by MDR *Pseudomonas aeruginosa*: the benefits of combination therapy with colistin plus β -lactams. *J Antimicrob Chemother*. 2015;70(12):3357-3365. DOI: 10.1093/jac/dkv281.
7. Hsieh P.H., Lee M.S., Hsu K.Y., Chang Y.H., Shih H.N., Ueng S.W. Gram-negative prosthetic joint infections: risk factors and outcome of treatment. *Clin Infect Dis*. 2009;49(7):1036-1043. DOI: 10.1086/605593.
8. Anagnostakos K., Furst O., Kelm J. Antibiotic-impregnated PMMA hip spacers: current status. *Acta Orthop*. 2006;77(4):628-637. DOI: 10.1080/17453670610012719.
9. Божкова С.А., Новокшонова А.А., Конев В.А. Современные возможности локальной антибиотикотерапии перипротезной инфекции и остеомиелита. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(3):92-107. DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-3-92-107. Bozhkova S.A., Novokshonova A.A., Konev V.A. [Current trends in local antibacterial therapy of periprosthetic infection and osteomyelitis]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(3):92-107. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-3-92-107.
10. Thonse R., Conway J. Antibiotic cement-coated interlocking nail for the treatment of infected nonunions and segmental bone defects. *J Orthop Trauma*. 2007;21(4):258-268. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31803ea9e6.
11. Волоотовский П.А., Ситник А.А., Белецкий А.В. Применение стержней с блокированием и антибактериальным покрытием для лечения инфицированных несращений костей голени. *Медицинский журнал*. 2017;4(62):38-42. Volotovskii P.A., Sitnik A.A., Beletsky A.V. [Locked antibiotic-eluting nailing in patients with infected tibial non-unions]. [Medical Journal]. 2017;4(62):38-42. (In Russ.).
12. Qia C., Rogachev A.V., Tapal'skii D.V., Yarmolenko M.A., Rogachev A.A., Jianga X. et al. Nanocomposite coatings for implants protection from microbial colonization: formation features, structure, and properties. *Surf Coat Tech*. 2017;315:350-358. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2017.02.066.
13. Wasko M.K., Kaminski R. Custom-made antibiotic cement nails in orthopaedic trauma: review of outcomes, new approaches, and perspectives. *Biomed Res Int*. 2015;2015. DOI: 10.1155/2015/387186.
14. Gasparini G., De Gori M., Calonego G., Della Bora T., Caroleo B., Galasso O. Drug elution from high-dose antibiotic-loaded acrylic cement: a comparative, in vitro study. *Orthopedics*. 2014;37(11):e999-1005. DOI: 10.3928/01477447-20141023-57.
15. Hinarejos P., Guirro P., Leal J., Montserrat F., Pelfort X., Sorli M.L. et al. The use of erythromycin and colistin-loaded cement in total knee arthroplasty does not reduce the incidence of infection: a prospective randomized study in 3000 knees. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(9):769-774. DOI: 10.2106/JBJS.L.00901.
16. Springer B.D., Lee G.C., Osmon D., Haidukewych G.J., Hanssen A.D., Jacobsky D.J. Systemic safety of high-dose antibiotic-loaded cement spacers after resection of an infected total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(427):47-51. DOI: 10.1097/01.blo.0000144476.43661.10.
17. Couet W., Gregoire N., Marchand S., Mimoz O. Colistin pharmacokinetics: the fog is lifting. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18(1):30-39. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2011.03667.x.
18. Конев В.А., Божкова С.А., Нетьлько Г.И., Афанасьев А.В., Румакин В.П., Полякова Е.М. и др. Результаты применения фосфомицина для импрегнации остеозамещающих материалов при лечении хронического остеомиелита. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(2):43-56. Konev V.A., Bozhkova S.A., Netylko G.I., Afanasiev A.V., Rumakin V.P., Polyakova E.M. et al. [Results of the fosfomycin application for the impregnation of bone replacement materials in the treatment of chronic osteomyelitis]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(2):43-56. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-43-56.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тапальский Дмитрий Викторович — канд. мед. наук, доцент, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии, УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

Волоотовский Павел Алексеевич — научный сотрудник лаборатории травматологии взрослого возраста, ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии», г. Минск, Республика Беларусь

Козлова Анна Игоревна — старший преподаватель кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

Ситник Александр Александрович — канд. мед. наук, заведующий лабораторией травматологии взрослого возраста, ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии», г. Минск, Республика Беларусь

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitry V. Tapalski — Cand. Sci. (Med.), associate professor, head of the Department of Microbiology, Virology and Immunology, Gomel State medical University, Gomel, Republic of Belarus

Pavel A. Volotovskii — researcher, Laboratory of Traumatology of Adult Age, Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus

Anna I. Kozlova — senior lecturer, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Gomel State medical University, Gomel, Republic of Belarus

Alexander A. Sitnik — Cand. Sci. (Med.), head of the Laboratory of Traumatology of Adult Age, Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus

Внутрикостная фиксация переломов лонной кости штифтом с блокированием: первый клинический опыт

П.А. Иванов, Н.Н. Заднепровский, А.В. Неведров, В.О. Каленский

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского»
Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Рост числа пострадавших с переломами тазовых костей связан с развитием скоростного транспорта, высотного строительства и промышленного производства. Оптимальный способ хирургического лечения переломов лонной кости должен обеспечивать стабильную фиксацию и одновременно минимизировать риск послеоперационных осложнений. **Цель исследования** — оценить эффективность клинического применения принципиально нового метода фиксации лонных костей у пациентов с переломами костей таза. **Материал и методы.** Представлен опыт лечения 18 пациентов, которым авторы выполнили 25 операций остеосинтеза переломов лонных костей с использованием разработанного солидного титанового штифта. Средний возраст пациентов составил $40,16 \pm 10,35$ лет. Предложенная хирургическая методика предусматривает обязательное использование электронно-оптического преобразователя на всех этапах операции. В положении пациента на спине осуществляли остеосинтез переломов лонных костей штифтом ретроградно с помощью ручки-навигатора через кожный разрез 1 см в области симфиза. После полного погружения штифта в кость выполняли его блокировку в проксимальной части двумя кортикальными винтами диаметром 3,5 мм через дополнительный кожный разрез 1,0 см при помощи ручки-навигатора и направляющих втулок. Все переломы тазового кольца оценивали по классификации АО/ОТА, переломы лонных костей оценивали по классификации Nakatani. Функциональный результат оценивали по шкале Majeed. **Результаты.** Билатеральные переломы были диагностированы у 7 (38,8%) пациентов (флотирующий симфиз). У 13 (72,2%) пациентов имела место сочетанная травма — средний балл по ISS составил $25,1 \pm 7,8$. У 2 (11,1%) пациентов диагностированы открытые переломы таза, у 3 (16,6%) имелся сопутствующий перелом вертлужной впадины. Двум (11,1%) пациентам выполнена эпицистостомия, 5 (27,8%) — лапаротомия с выведением дренажей. Средний срок наблюдения составил $7,8 \pm 6,2$ месяцев. У всех пациентов удалось добиться стабильной фиксации отломков лонных костей. К моменту публикации рентгенологическое сращение лонных костей диагностировано в 16 (64%) случаях, в остальных 9 (36%) случаях срок наблюдения был меньше среднего срока сращения (2 мес.). У 11 (68,8%) пациентов функциональный результат в срок наблюдения 6 мес. составил в среднем $91 \pm 3,9$ балла по шкале Majeed, у 8 (50%) пациентов через 12 месяцев и больше средний балл по Majeed составил $93,8 \pm 2,9$ балла. Осложнений в виде некроза кожи, вторичного смещения отломков случаев и развития инфекции не наблюдалось. **Заключение.** Предварительные результаты показали отсутствие инфекционных осложнений со стороны ран и надежную фиксацию отломков наряду с традиционными методами остеосинтеза. Кроме того, фиксация может выполняться пациентам с наличием стом и дренажей в области передней брюшной стенки, что расширяет показания для хирургического лечения переднего полукольца таза. Данная методика позволяет, благодаря надежной фиксации отломков, практически сразу купировать болевой синдром в области перелома лонной кости и активизировать пациента в максимально короткие сроки.

Ключевые слова: переломы лонной кости, переломы таза, остеосинтез лонной кости, блокируемый штифт.

Иванов П.А., Заднепровский Н.Н., Неведров А.В., Каленский В.О. Внутрикостная фиксация переломов лонной кости штифтом с блокированием: первый клинический опыт. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4): 111-120. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-111-120.

Cite as: Ivanov P.A., Zadneprovsky N.N., Nevedrov A.V., Kalensky V.O. [Pubic Rami Fractures Fixation by Interlocking Intramedullary Nail: First Clinical Experience]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):111-120. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-111-120.

✉ Заднепровский Никита Николаевич / Nikita N. Zadneprovskiy; e-mail: zacuta2011@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 18.05.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 06.09.2018.

Pubic Rami Fractures Fixation by Interlocking Intramedullary Nail: First Clinical Experience

P.A. Ivanov, N.N. Zadneprovsky, A.V. Nevedrov, V.O. Kalensky

Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russian Federation

Abstract

Background. Growing number of patients with pelvic fractures is associated with evolution of high-speed transport, high-rise construction and industrial production. The optimal surgical procedure for pubic rami fractures must ensure a stable fixation and simultaneously minimize the risk of postoperative complications. Our aim was to evaluate the efficiency of a new technique for pubic bones fixation by a titanium nail in patients with pelvic fractures. **Material and Methods.** The authors present the experience on treatment of 18 patients who underwent 25 surgeries for internal fixation of pubic rami fractures by a designed solid titanium nail. Mean age of patients was 40.16 ± 10.35 years. Proposed surgical method provides for mandatory use of image intensifier during all stages of the procedure. With patient in a supine position the authors performed internal fixation of pubic bones by a retrograde nail inserted using a navigating handle through a skin incision of 1 cm in the area of symphysis. After complete insertion into the bone the nail was interlocked proximally by two 3.5 mm cortex screws through an additional skin incision of 1.0 cm using a navigating handle and guiding sleeves. All pelvic ring fractures were classified according to AO/OTA classification and pubic fractures by Nakatani classification. Functional outcome was evaluated by Majeed score. **Results.** Bilateral fractures were diagnosed in 7 (38.8%) patients (floating pubic symphysis). 13 (72.2%) patients featured polytrauma with average ISS score of 25.1 ± 7.8 . 2 (11,1%) patients were diagnosed with open pelvic fractures, 3 (16.6%) patients had a concomitant acetabular fracture. The authors performed epicycstostomy in two (11.1%) patients and laparotomy bringing out the drainages in 5 (27,8%) patients. Mean follow up was 7.8 ± 6.2 months. Stable fixation was obtained in all patients. By the moment of the present publication X-ray healing of pubic bones was observed in 16 (64%) cases, in remaining 9 (36%) cases the follow up period was less than mean healing period (2 months). In 11 (68.8%) patients the functional outcome averaged 91 ± 3.9 by Majeed score 6 months postoperatively, in 8 (50%) patients – 93.8 ± 2.9 by Majeed score 12 months postoperatively and more. No complications like skin necrosis, secondary fragments displacement or infection were not observed. **Conclusion.** Preliminary results demonstrated the absence of wound infection and reliable fragments fixation. This technique can be applied in patients with stomas and drainages upon the anterior abdominal wall which extends the indication range for surgical treatment of anterior pelvic ring. High fixation properties of proposed nailing create conditions for early mobilization of the patients and for conducting the exercise therapy.

Keywords: pubic rami fractures, pelvic fractures, internal fixation of pubic bone, interlocking nail.

Publishing ethics: the study was approved by the local Ethics Committee, and it complies with the ethical principles of the Helsinki Declaration (2013 revision). All patients gave informed consent to participate in the study and its publication.

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

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

Введение

Рост числа пострадавших с переломами тазовых костей связан с высокими темпами развития скоростного транспорта, высотного строительства и промышленного производства [1–3]. При этом в равной степени страдают костные структуры как заднего, так и переднего отделов тазового кольца. Не без оснований считается, что первоочередное внимание следует уделять восстановлению анатомии задних отделов таза [4]. Это правило постулируется как при стабилизации таза для остановки внутритазовых кровотечений, так и для максимального восстановления несущей функции костного кольца таза [5, 6]. Как современные теории, так и лечебные алгоритмы отражают как раз эти воззрения — нужно как можно раньше,

малотравматично и механически стабильно фиксировать именно задний отдел тазового кольца [5, 7, 8]. При этом сопутствующим переломам лонных и седалищных костей нередко отводится роль малозначимых повреждений, а их ранней или отсроченной фиксации уделяется порой непропорционально меньшее внимание.

Частота переломов лонных костей, по данным R.M. Hill с соавторами, составляет 6,9 случаев на 100 000 в популяции населения младше 60 лет и 25,6 случаев у людей старше 60 лет [9]. У молодых пациентов переломы лонных костей, особенно в составе нестабильных переломов таза, происходят в результате высокоэнергетического воздействия травмирующей силы. Нередко перелом таза является элементом сочетанной и множе-

ственной травмы, что утяжеляет общее состояние пострадавшего и усложняет лечение сочетанных повреждений, особенно на этапе реанимации, где по правилам Damage Control требуется неотложная стабилизация тазового кольца в рамках противошоковых мероприятий [10, 11]. У пожилых пациентов чаще диагностируются изолированные переломы лонных костей. Как правило, такие переломы являются низкоэнергетическими, но при этом часто сопровождаются выраженным болевым синдромом с потерей опороспособности и резким снижением мобильности. Консервативное лечение с длительным положением пожилых пациентов в постели нередко сопровождается развитием застойных пневмоний, образованием пролежней и тромбозом болевых осложнений [7].

По нашему мнению, хирургическая фиксация переломов переднего костного полукольца играет очень важную роль в формировании стабильности тазового кольца в целом. Данное мнение подкреплено некоторыми публикациями, авторы которых доказывают, что надежная стабилизация передних отделов таза значительно увеличивает механическую жесткость всего тазового кольца при фиксированных переломах задних отделов [12, 13]. Это способствует уменьшению болевого синдрома, помогает более ранней активизации пострадавших и профилактике осложнений, связанных с длительным постельным режимом.

Используемым в настоящее время способам фиксации переднего отдела тазового кольца присущи существенные недостатки. Стержневой аппарат наружной фиксации не обеспечивает условий для качественной репозиции и достаточной стабильности костных отломков, может быть причиной воспаления мягких тканей вокруг винтов Шанца, создает дискомфорт для пациента и неудобства при обследовании и лечении [14]. При использовании на костных пластинах необходимо выполнение больших доступов, существует риск повреждения крупных сосудов и развития инфекционных осложнений в послеоперационном периоде. Мини-инвазивные методики остеосинтеза винтами, кроме сложной хирургической техники их установки, сопряжены с высоким риском миграции имплантата и вторичного смещения отломков. Эти и другие недостатки методик нередко заставляют хирургов отказываться от хирургической фиксации переднего отдела таза в пользу консервативных методик лечения, предполагающих длительный вынужденный постельный режим [15].

Перечисленные обстоятельства послужили основанием для проведения исследования, направленного на создание нового устройства для фиксации переломов костей переднего полукольца таза. В результате мы разработали новую хирургическую

технология фиксации переломов лонных костей, которая предполагает использование уникального внутрикостного блокируемого фиксатора, обеспечивающего высокую стабильность соединения отломков костей. Для выполнения остеосинтеза данным фиксатором нами предложен способ его малоинвазивной и безопасной установки.

Цель исследования — оценить эффективность принципиально нового метода фиксации лонных костей у пациентов с переломами костей таза.

Материал и методы

В период с декабря 2016 г. по декабрь 2017 г. с применением разработанной авторами методики прооперировано 25 переломов лонных костей у 18 пациентов (10 женщин и 8 мужчин). Средний возраст составил $40,16 \pm 10,35$ лет (27–64 лет). У 7 (38,8%) пациентов диагностировали двусторонние переломы лонных костей (табл.).

Таблица
Распределение переломов лонных костей по классификации Nakatani [16]

Зона перелома	Слева	Справа	Всего
I	1	3	4
II	6	9	15
III	3	3	6
Всего	10	15	25

Пациентов, у которых помимо переломов лонных костей, диагностировали разрыв лонного сочленения, в исследование не включали.

Согласно алгоритму, принятому в нашем институте, на первом этапе лечения иммобилизацию таза стержневыми аппаратами наружной фиксации (АНФ) выполняли всем пациентам с явными признаками нестабильности тазового кольца. В некоторых случаях дополнительно применяли противошоковую раму Ганса (С-раму) для фиксации задних отделов таза. У пациентов с сомнительными симптомами нестабильности таза иммобилизацию выполняли либо тазовыми бандажами, либо не применяли вовсе. На втором этапе, после стабилизации общего состояния пострадавшего, выполняли окончательный малоинвазивный остеосинтез переломов заднего полукольца таза канюлированными винтами и остеосинтез переломов лонных костей штифтами с блокированием.

У пациентов с множественной и сочетанной травмой тяжесть повреждений оценивали по шкале ISS, переломы тазового кольца оценивали по классификации АО/ОТА, переломы лонных костей — по классификации Nakatani [16, 20] (рис. 1).

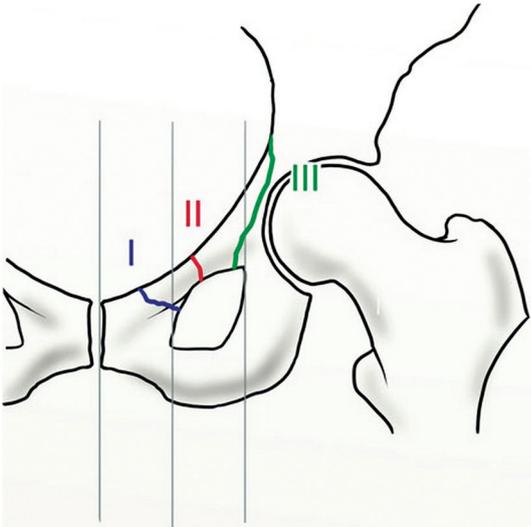


Рис. 1. Классификация переломов лонных костей по Nakatani. Три зоны переломов лонных костей:
 I зона — переломы медиальнее запирающего отверстия;
 II зона — переломы в пределах границ запирающего отверстия;
 III зона — переломы латеральнее запирающего отверстия [20]
Fig. 1. The three types of the Nakatani classification system of pubic rami fractures: type I fractures medial of the obturator foramen; type II fractures of the middle zone; type III fractures lateral to the obturator foramen [20]

Показаниями к проведению остеосинтеза лонных костей разработанным способом являлись:

- 1) вертикально нестабильные переломы таза с фиксированными повреждениями заднего полукольца таз канюлированными винтами (61-С);
- 2) переломы таза вследствие боковой компрессии (61-В);
- 3) переломы во всех зонах по Nakatani.

Противопоказания: экстремально узкий внутрикостный канал лонной кости на стороне повреждения (менее 3 мм на рентгенограмме) и наличие инфекции непосредственно в области введения штифта или блокирующих винтов. Относительным противопоказанием являлось наличие малоподвижных отломков лонной кости с невозможностью закрытой репозиции (в этом случае возможен переход на полузакрытую или открытую репозицию отломков лонной кости).

Рентгенологический контроль качества и результатов остеосинтеза выполняли в сроки 1, 2, 3, 6 и 12 мес. в проекциях Judet, inlet, outlet и по стандартному обзорному снимку таза. Оценку функциональных исходов производили по шкале Majeed в сроки 6 и 12 мес.

Удалось оценить рентгенологические и функциональные исходы у 16 пациентов. Один пациент умер из-за тяжелой черепно-мозговой травмы, и один пациент отказался от сотрудничества и дальнейшего наблюдения.

Разработанный фиксатор и хирургическая техника

Разработанный нами внутрикостный фиксатор изготовлен из титанового сплава и имеет 3 типоразмера по длине (110, 120 и 130 мм). Штифт имеет цилиндрическую форму по всей длине (рис. 2а). В месте соединения с направляющим устройством

диаметр штифта составляет 5 мм с постепенным конусовидным сужением до 3,5 мм. Для блокирования штифта в самой широкой его части имеются два поперечных сквозных отверстия 3,8 мм на расстоянии 5 мм друг от друга. Для выполнения остеосинтеза лонной кости штифт соединяли с направляющим устройством, которое состоит из двух частей (ручки и накладки) и соединяющего винта. Накладка направляющего устройства имеет два сквозных отверстия для установки защищающих втулок и блокирования штифта 3,5 мм винтами с помощью отвертки (рис. 2б).

Для выполнения операции пациента укладывали на хирургический рентгенопрозрачный стол, под коленные суставы подкладывали валики для придания им положения сгибания под углом

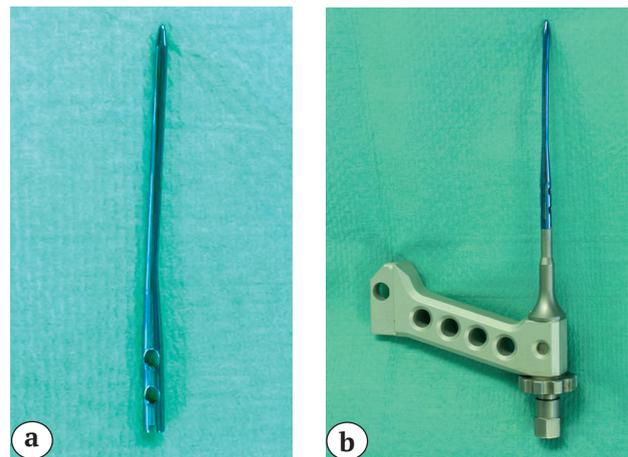


Рис. 2. Внутрикостный блокируемый штифт для остеосинтеза переломов лонных костей (а); штифт в направляющем устройстве (б)

Fig. 2. The interlocking nail for pubic rami osteosynthesis (a); the nail in the handle of the targeting device (b)

20–30°. С целью контроля диуреза и интраоперационного мониторинга повреждений мочевого пузыря производили катетеризацию мочевого пузыря катетером Фолея. Для интраоперационного рентгеновского контроля репозиции отломков лонных костей, а также положения штифта и блокирующих винтов использовали ЭОП на протяжении всего хирургического вмешательства. Выполняли хирургический доступ длиной 1 см в области верхнего края лонного сочленения.

Концом скальпеля достигали передний верхний угол тела лонной кости в области медиального края лонного бугорка (*tuberculum pubicum*) сразу под лобковым гребнем (*crista pubica*). Оперирующий хирург находился с противоположной стороны от места перелома лонной кости. Сквозь цилиндрический защитник мягких тканей проводили направляющую спицу диаметром 2,0 мм через верхний угол тела лонной кости вдоль ее верхней ветви, внутрикостно избегая перфорации второй кортикальной стенки под контролем ЭОП в проекциях inlet и outlet (рис. 3).

По направляющей спице производили рассверливание передней кортикальной стенки лонной кости канюлированным сверлом диаметром 6 мм под контролем ЭОП (рис. 4).

Через выполненный хирургический доступ со стороны неповрежденной половины таза внутрикостно проводили штифт, закрепленный в направляющем устройстве (рис. 5).

Проведение штифта из дистального отломка лонной кости в проксимальный проводили под контролем ЭОП в проекциях inlet и outlet. С помощью направляющего устройства штифт продвигали внутри лонной кости до полного его погружения в проекции inlet view. Выполняли кожный разрез передней брюшной стенки длиной 1 см для блокирующих винтов. Через этот кожный разрез с помощью защитной втулки формировали отверстия в кости сверлом диаметром 2,5 мм. Затем последовательно удаляли сверло и съемный направляющий и производили блокирование штифта двумя самонарезающими винтами диаметром 3,5 мм соответствующей длины (рис. 6).

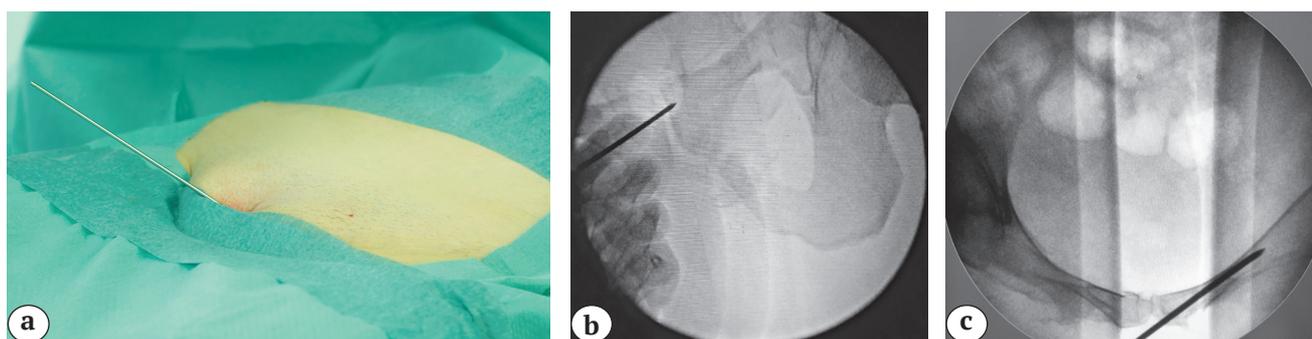


Рис. 3. Установка направляющей спицы в дистальный отломок лонной кости: а — фото; б — интраоперационная рентгенограмма (outlet view) ; с — интраоперационная рентгенограмма (inlet view) (с)

Fig. 3. Insertion of the guide wire into the distal fragment of the pubic bone: а — photo; б — image intensifier control (outlet view); с — image intensifier control (inlet view)

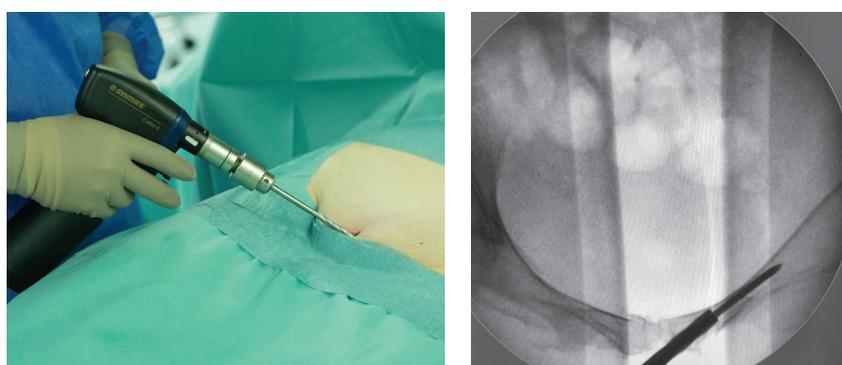


Рис. 4. Вскрытие наружной кортикальной пластинки лонной кости: сверло проводится по спице направляющей

Fig. 4. Perforating of the outer cortical wall of the pubic bone

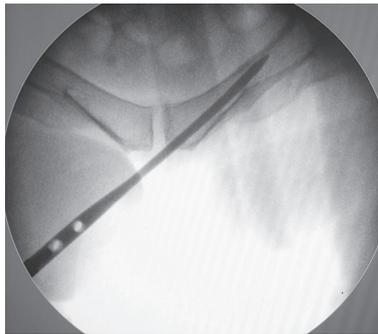


Рис. 5. Выполнение остеосинтеза лонной кости. Внутрикостное проведение штифта из дистального в проксимальный отломок лонной кости

Fig. 5. Pubic bone osteosynthesis. Insertion of the nail from the distal to the proximal fragment of the pubic bone

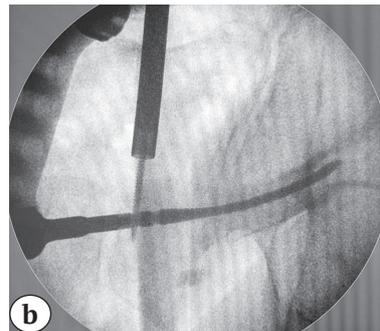


Рис. 6. Установка блокирующего винта отверткой через направляющее устройство (а); блокирование штифта самонарезающим винтом 3,5 мм (b)

Fig. 6. Placement of the locking screws using a screwdriver through the targeting device (a); nail interlocking using a 3.5 mm self-tapping screw (b)

Использование двух блокирующих винтов исключает миграцию штифта вдоль костного канала и ротацию вокруг собственной оси. Выполняли заключительный интраоперационный рентгеновский снимок для контроля положения штифта и блокирующих винтов в пределах кости.

Далее штифт освобождали от направляющего устройства, которое удаляли из операционной раны (рис. 7). Накладывали швы на операционные раны. Швы закрывали асептическими наклейками.

После фиксации переломов лонных костей выполняли стабилизацию повреждений заднего

полукольца канюлированными винтами малоинвазивным способом. У 4 (22,2%) пациентов заднюю фиксацию проводили как следующий этап после снятия С-рамы на первые-четвертые сутки с момента ее наложения. Разрывы крестцово-подвздошного сочленения фиксировали стягивающими канюлированными винтами диаметром 6,5 и/или 7,3 мм и неполной резьбой (32 мм). Переломы тела крестца фиксировались позиционными канюлированными винтами 6,5 и/или 7,3 мм со сплошной резьбой на уровне S1 и/или S2 (рис. 8).

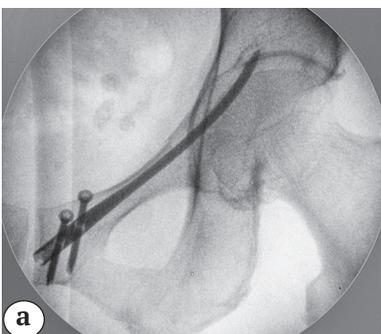


Рис. 7. Рентгенограмма после остеосинтеза перелома лонной кости штифтом (а); вид операционного поля после ушивания хирургических доступов (b)

Fig. 7. Final X-ray image after fixation of the pubic rami fracture with the interlocking nail (a); postoperative view after osteosynthesis surgical field after wounds closure; surgical field after wounds closure (b)

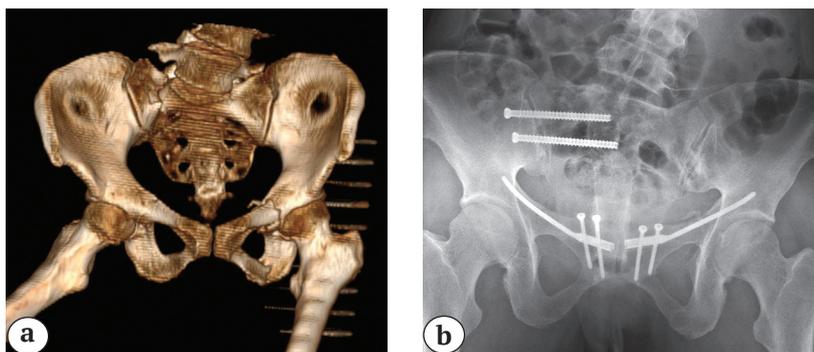


Рис. 8. Остеосинтез переломов лонных костей штифтами с блокированием: перелом таза АО/ОТА 61-В, переломы лонных костей Nakatani III справа и Nakatani II слева (а); остеосинтез крестца канюлированными винтами и остеосинтез лонных костей штифтом с блокированием (б)

Fig. 8. Osteosynthesis of pubic rami fractures using the interlocking nailing technique: pelvic fracture AO/OTA 61-B, pubic bone fractures (Nakatani III — right, Nakatani II — left) (a); final X-ray image after fixation of the pubic rami fractures with the interlocking nails and fixation of the sacrum with two cannulated screws (b)

Пациентам, пролеченным по разработанной методике, разрешали активизацию и ЛФК на следующий день после операции. Пациентам с тяжелой множественной и сочетанной травмой разрешали поворачиваться на бок и живот с целью профилактики пролежней и тромбообразования. Швы удаляли на 10–14-й день после операции.

Результаты

Средний срок наблюдения составил $7,8 \pm 6,2$ мес. (от 1 до 24 мес.). Оценка тяжести повреждений по шкале ISS составила в среднем $25,1 \pm 7,8$ (от 11 до 41) баллов. Тринадцать (72,2%) пациентов имели переломы тазового кольца в составе множественной и сочетанной травмы, 3 (16,7%) пациента — сопутствующий перелом вертлужной впадины, 2 (11,1%) — открытый перелом таза.

Перелом тазового кольца типа А по классификации АО/ОТА диагностировали у 1 (5,6%) пациента, типа В — у 11 (61,1%); типа С — у 6 (33,3%). Стабилизацию тазового кольца в АНФ выполнили 10 (55,6%) пациентам.

По механизму травмы переломы таза распределились следующим образом: падение с высоты — 8 (44,4%) случаев; дорожно-транспортное происшествие — 7 (38,9%); другое (поездная травма, авиакатастрофа, производственная травма) — 3 (16,7%) случая.

У 5 (27,8%) пациентов была выполнена лапаротомия в связи с повреждениями органов брюшной полости, 2 (11,1%) пациентам — эпицистостомия в надлобковой области по поводу повреждения мочевого пузыря.

Время от момента поступления в стационар до остеосинтеза лонных костей по предложенной авторами методике в среднем составило $6,12 \pm 2,9$ (от 1 до 14) дней, средняя продолжительность опе-

рации остеосинтеза лонной кости блокируемым штифтом — $37,6 \pm 17,3$ минут, средняя интраоперационная кровопотеря $-8,6 \pm 3,2$ мл.

На момент написания статьи рентгенологические признаки сращения лонных костей наблюдались в 16 (64%) случаях, в остальных 9 (36%) случаях срок наблюдения был меньше среднего срока сращения (2 мес.).

Через 6 мес. функциональный результат у 11 (68,8%) пациентов в среднем составил по шкале Majeed $91 \pm 3,9$ балла. Спустя 12 мес. и более у 8 (50%) пациентов средняя оценка по Majeed составил $93,8 \pm 2,9$ балла. Неврологических осложнений, воспалительных явлений в области операционных ран, миграции фиксаторов и вторичных смещений отломков лонных костей не выявлено ни в одном клиническом случае.

Обсуждение

До сих пор консервативное лечение переломов лонных костей применяется в клинической практике чаще, чем оперативное, и сопровождается вынужденным длительным обездвиживанием пациента, длительным болевым синдромом, поздним восстановлением функции и высокой частотой опасных гипостатических осложнений [1]. Кроме того, консервативное лечение не всегда может обеспечить восстановление анатомии таза, что приводит к сращению отломков переднего полукольца таза в порочном положении [5]. В свою очередь, формирование посттравматической деформации переднего полукольца таза провоцирует дизурические расстройства, эректильную дисфункцию у мужчин и потерю репродуктивной функции у женщин [17]. С целью улучшения результатов лечения переломов лонных костей были разработаны хирургические методики стабилизации таза.

На сегодняшний день существует три основных хирургических способа фиксации переломов лонной кости: внеочаговая фиксация при помощи внешних стержневых аппаратов, открытая репозиция и внутренняя фиксация пластинами, и наконец малоинвазивный остеосинтез переломов лонных костей канюлированными винтами. Нельзя не упомянуть еще два других метода, не получивших широкого распространения в медицинской практике. Один из этих методов заключается в подкожной фиксации переломов переднего полукольца пластинами Pelvic Bridge [2]. Второй метод (INFIX) заключается в установке транспедикулярных винтов в обе половины таза. Затем транспедикулярные винты подкожно соединяются между собой балкой [18].

Лечение переломов лонных костей при помощи внешних стержневых аппаратов является самым распространенным. Преимущества данного метода очевидны — малоинвазивность, доступность и относительная простота. Однако в 12–64% случаев требуется перепроведение винтов Шанца и перемонтаж АНФ из-за воспалительных осложнений. В 4% наблюдений возникает повреждение бокового кожного нерва бедра, так называемая «парестетическая мералгия Рота-Бернгардта» [1, 19].

Вторым по частоте методом фиксации переломов лонных костей является малоинвазивный остеосинтез канюлированными винтами. Фиксация переломов лонных костей в I и II зоне по Nakatani наиболее оптимальна введением винтов ретроградно, а в III зоне — введением винтов антеградно [16]. Однако в 15% случаев происходит потеря фиксации и миграция фиксаторов. Есть вероятность повреждения бедренных сосудов и тазобедренного сустава. В некоторых случаях параболический изгиб верхней ветви лонной кости настолько выражен, что проведение длинных винтов, минуя вертлужную впадину, практически невозможно. В этом случае устанавливается короткий винт до вертлужной впадины, что снижает биомеханическую жесткость фиксации [16].

Открытая репозиция и внутренний остеосинтез переломов лонных костей пластинами требует выполнения обширных хирургических доступов, сопровождающихся кровопотерей. При таком подходе возможны тяжелые осложнения в виде повреждения бедренной артерии, вены и/или нерва [21].

Для решения существующих проблем нами предложен простой, надежный и малоинвазивный способ фиксации переломов лонных костей с помощью блокируемого штифта. Дугообразная форма штифта и его эластичность позволяют установить фиксатор, минуя вертлужную впадину, при любом варианте изгиба лонной кости (малоинвазивный остеосинтез канюлированными винтами

лишен этого важного преимущества). Жесткость остеосинтеза осуществляется за счет трехточечной фиксации имплантата: первая точка фиксации — в месте введения, вторая — в месте перелома или истмуса и третья точка фиксации — в месте, где проксимальная часть стержня заклинивается в плотной костной массе надацетабулярной зоны или упирается в ее стенку. Блокирование стержня двумя винтами создает дополнительную ротационную и осевую стабильность имплантата внутри кости.

Разработанный метод фиксации лонных костей позволяет выполнять закрытую репозицию отломков на штифте подобно джойстику. Минимальная кровопотеря, быстрая установка фиксатора без его последующего удаления выгодно отличают методику от существующих. Кроме того, разработанный способ позволяет выполнять стабилизацию переднего полукольца таза при наличии колостом, эпицистостом и дренажей в области передней брюшной стенки без развития воспалительных осложнений.

Данная методика позволяет, благодаря надежной фиксации отломков, практически сразу купировать болевой синдром в области перелома лонной кости и активизировать пациента в максимально короткие сроки.

Мы не нашли в литературе данных об использовании такой же или подобной хирургической методики, что не позволяет нам сравнить результаты лечения.

Предложенная методика остеосинтеза переломов лонных костей является малоинвазивной с минимальной кровопотерей и низкой вероятностью возникновения воспаления в послеоперационном периоде. При помощи блокируемого стержня можно осуществлять ретроградный остеосинтез переломов лонной кости во всех зонах по Nakatani из одного доступа, без риска повреждения тазобедренного сустава. Малоинвазивная хирургическая техника остеосинтеза может применяться у пациентов с ранами передней брюшной стенки, например, после лапаротомий, у пациентов с колостомами, эпицистостомами и различными дренажами в этой области. Кроме того, предложенная хирургическая техника позволяет добиться сращения переломов лонных костей с той же частотой, что и применяемые стандартные методики и достигать хороших функциональных результатов в ранние сроки. Фиксация обладает достаточной биомеханической стабильностью, чтобы давать полную опору на нижнюю конечность сразу после операции. Остеосинтез переломов лонных костей блокируемым штифтом является окончательным способом фиксации, который не требует обязательного удаления фиксатора после констатации сращения.

Исследование имеет ограничения, связанные с относительно малым количеством пациентов

и небольшими сроками наблюдения. Требуется дальнейшее накопление клинического материала и статистический анализ результатов. Мы полагаем, что предложенный метод лечения переломов лонных костей имеет многообещающие перспективы использования, так как обладает рядом достоинств: простой хирургической техникой, малоинвазивностью и высокими фиксационными свойствами.

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: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Solomon L.B., Pohl A.P., Sukthankar A., Chehade M.J. The subcristal pelvic external fixator: technique, results, and rationale. *J Orthop Trauma*. 2009;23(5):365-369. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181a2aec3.
- Weatherby D.J., Chip Routt M.L., Eastman J.G. The retrograde-antegrade-retrograde technique for successful placement of a retrograde superior ramus screw. *J Orthop Trauma*. 2017; 31(7):e224-e229. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000849.
- Van den Bosch E.W., Van der Kleyn R., Hogervorst M., Van Vugt A.B. Functional outcome of internal fixation for pelvic ring fractures. *J Trauma*. 1999;47(2):365-371.
- Gao H., Luo C.F., Hu C.F., Zhang C.Q., Zeng B.F. Minimally invasive fluoro-navigation screw fixation for the treatment of pelvic ring injuries. *Surg Innov*. 2011;18(3):279-284. DOI: 10.1177/1553350611399587.
- Starr A.J., Walter J.C., Harris R.W., Reinert C.M., Jones A.L. Percutaneous screw fixation of fractures of the iliac wing and fracture-dislocations of the sacroiliac joint (OTA types 61-B2.2 and 61-B2.3, or Young-Burgess "lateral compression type II" pelvic fractures). *J Orthop Trauma*. 2002;16(2):116-123.
- Литвина Е.А. Экстренная стабилизация переломов костей таза у больных с политравмой. *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова*. 2014. (1):19-25. DOI: 10.32414/0869-8678-2014-1-19-25. Litvina E.A. [Emergent Stabilization of Pelvic Bones Fractures in Polytrauma]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2014;(1):19-25. (in Russ.). DOI: 10.32414/0869-8678-2014-1-19-25.
- Tile M. The management of unstable injuries of the pelvic ring. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81(6):941-943.
- Islam A., King J. Fractures of the pelvis and acetabulum. In: Eastman A.L., Rosenbaum D.H., Thal E.R., eds. *Parkland Trauma Handbook*. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier, 2009. p. 303-311.
- Hill R.M., Robinson C.M., Keating J.F. Fractures of the pubic rami. Epidemiology and five-year survival. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83(8):1141-1144.
- Gardner M.J., Mehta S., Mirza A., Ricci W.M. Anterior pelvic reduction and fixation using a subcutaneous internal fixator. *J Orthop Trauma*. 2012;26(5):314-321. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318220bb22.
- Донченко С.В., Дубров В.Э., Голубятников А.В., Черняев А.В., Кузькин И.А., Алексеев Д.В., Лебедев А.Ф. Способы окончательной фиксации тазового кольца, основанные на расчетах конечно-элементной модели. *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова*. 2014;(1):38-44. DOI: 10.32414/0869-8678-2014-1-38-44. Donchenko S.V., Dubrov V.Eh., Golubyatnikov A.V., Chernyaev A.V., Kuz'kin I.A., Alekseev D.V., Lebedev A.F. [Techniques for Final Pelvic Ring Fixation Based on the Method of Finite Element Modeling]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2014;(1):38-44. (in Russ.). DOI: 10.32414/0869-8678-2014-1-38-44.
- Matta J.M. Indications for anterior fixation of pelvic fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(329):88-96.
- Bodzay T., Sztrinkai G., Pajor S., Gá T., Jónás Z., Erdős P., Váradi K. Does surgically fixation of pubic fracture increase the stability of the operated posterior pelvis? *Eklek Hastalik Cerrahisi*. 2014;25(2):91-95. DOI: 10.5606/ehc.2014.20.
- Nicodemo A., Decaroli D., Pallavicini J., Sivieri R., Aprato A., Massè A. A treatment protocol for abdominopelvic injuries. *J Orthop Traumatol*. 2008;9(2):89-95. DOI: 10.1007/s10195-008-0003-9.
- Ghanayem A.J., Wilber J.H., Lieberman J.M., Motta A.O. The effect of laparotomy and external fixator stabilization on pelvic volume in an unstable pelvic injury. *J Trauma*. 1995;38(3):396-400.
- Starr A. J., Nakatani T., Reinert C. M., Cederberg K. Superior pubic ramus fractures fixed with percutaneous screws: what predicts fixation failure? *J Orthop Trauma*. 2008;22(2):81-87. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318162ab6e.
- Scheyerer M.J., Osterhoff G., Wehrle S., Wanner G.A., Simmen H.P., Werner C.M. Detection of posterior pelvic injuries in fractures of the pubic rami. *Injury*. 2012;43(8):1326-1329. DOI: 10.1016/j.injury.2012.05.016.
- Cole P.A., Gauger E.M., Anavian J., Ly T.V., Morgan R.A., Heddings A.A. Anterior pelvic external fixator versus subcutaneous internal fixator in the treatment of anterior ring pelvic fractures. *J Orthop Trauma*. 2012;26(5):269-277. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3182410577.
- Haidukewych G.J., Kumar S., Prpa B. Placement of half-pins for supraacetabular external fixation: an anatomic study. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(411):269-273. DOI: 10.1097/01.blo.0000069899.31220.d7.
- Kanakaris N.K., Giannoudis P.V. Pubic Rami Fractures. In: Lasanianos N.G. et al. (eds.). *Trauma and Orthopaedic Classifications: A Comprehensive Overview*. Springer-Verlag London; 2015. p. 275-276.
- Routt M.L., Simonian P.T., Grujic L. The retrograde medullary superior pubic ramus screw for the treatment of anterior pelvic ring disruptions: a new technique. *J Orthop Trauma*. 1995;9(1):35-44. DOI: 10.1097/00005131-199502000-00006.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иванов Павел Анатольевич — д-р мед. наук, профессор, заведующий научным отделением множественной и сочетанной травмы, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

Заднепровский Никита Николаевич — научный сотрудник отделения множественной и сочетанной травмы, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

Неведров Александр Валерьевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения множественной и сочетанной травмы, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

Каленский Всеволод Олегович — научный сотрудник отделения множественной и сочетанной травмы, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Pavel A. Ivanov — Dr. Sci. (Med.), professor, head of the Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russian Federation

Nikita N. Zadneprovskiy — research associate, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russian Federation

Alexander V. Nevedrov — Cand. Sci. (Med.), research associate, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russian Federation

Vsevolod O. Kalensky — research associate, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russian Federation

Миграция спицы Киршнера в позвоночный канал после фиксации акромиально-ключичного сочленения (обзор литературы и клиническое наблюдение)

Д.А. Гуляев¹, Д.С. Годанюк¹, Т.А. Каурова¹, П.В. Красношлык¹, С.В. Майков²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Перелом и миграция элементов металлоконструкций являются широко известной проблемой, актуальность которой особенно высока в активно нагружаемых зонах с высокой амплитудой физиологических движений. Для верхнего плечевого пояса и области шеи характерно наличие большого количества критически важных сосудистых и нервных образований, что делает миграцию имплантатов в этих анатомических зонах жизнеугрожающим осложнением. Миграция имплантов в позвоночный канал является редким осложнением, поэтому тактика ведения подобных пациентов освещена недостаточно. В статье приводится обзор 17 сообщений, посвященных миграции имплантов в позвоночный канал после фиксации акромиально-ключичного сочленения спицами Киршнера. Обобщены представления о причинах миграции, хирургической тактике, профилактические рекомендации. Основной причиной перелома и миграции спиц Киршнера при фиксации поврежденных акромиально-ключичного сочленения является нестабильность конструкции, трансартикулярное проведение спиц при фиксации устранимого вывиха акромиального конца ключицы, недостаточность иммобилизации и несвоевременное удаление конструкций после снятия иммобилизации. Миграция элементов конструкции в позвоночный канал является показанием для их хирургического удаления вне зависимости от клинических проявлений. В большинстве изученных сообщений авторы использовали задние или боковые с направлением миграции латеральные доступы. Способы пластики дефектов твердой мозговой оболочки в изученной литературе не приводятся. Авторы приводят собственное клиническое наблюдение миграции фрагмента спицы Киршнера в позвоночный канал у пациента спустя 10 лет после фиксации акромиально-ключичного сочленения. На основании обзора литературы и анализа рисков основных этапов операции приводится обоснование выбранной тактики удаления мигрировавшего имплантата с использованием комбинации заднего и бокового доступов.

Ключевые слова: миграция спицы Киршнера, повреждение спинного мозга, ликворея, акромиально-ключичное сочленение, перелом ключицы.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-121-128

Kirschner Wire Migration into Spinal Canal after Acromioclavicular Joint Fixation (Literature Review and Clinical Case)

D.A. Gulyaev¹, D.S. Godanyuk¹, T.A. Kaurova¹, P.V. Krasnoshlyk¹, S.V. Maikov²

¹ Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

² Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Гуляев Д.А., Годанюк Д.С., Каурова Т.А., Красношлык П.В., Майков С.В. Миграция спицы Киршнера в позвоночный канал после фиксации акромиально-ключичного сочленения (обзор литературы и клиническое наблюдение). *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):121-128. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-121-128.

Cite as: Gulyaev D.A., Godanyuk D.S., Kaurova T.A., Krasnoshlyk P.V., Maikov S.V. [Kirschner Wire Migration into Spinal Canal after Acromioclavicular Joint Fixation (Literature Review and Clinical Case)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):121-128. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-121-128.

✉ Годанюк Денис Сергеевич / Denis S. Godanyuk; e-mail: godanyuk@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 18.05.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 15.08.2018.

Abstract

Fracture and migration of metal implants is a well-known issue which is especially relevant for actively loaded zones with a high amplitude of physiological movements. The authors analyzed 17 publications dedicated to Kirschner wire migration into the spinal canal after fixation of acromioclavicular joint (ACJ) injury. The present paper contains literature review and own clinical case of the authors. The authors generalize the conceptions of migration causes, surgical tactics and prevention recommendations. The key reason of fracture and migration of Kirschner wires during fixation of ACJ injury is the instability of implants, trans-articular wire insertion during fixation of reduced dislocation of acromial end of the clavicle, insufficient immobilization and untimely implants removal after removal of immobilization. Implants migration into the spinal canal is the indication for their surgical removal irrespective of clinical signs. In the majority of studied publications authors described posterior approach or lateral approach aligned with the migration direction. No grafting techniques for dura mater defects were present in the studied literature. The authors of the current paper justify a surgical procedure for removal of migrated implant using a combined posterior and lateral approach on the own clinical case. The choice of procedure algorithm results from the need for prophylaxis of secondary spinal cord lesion and liquorrhea during removal of migrated implants from spinal canal.

Keywords: Kirschner wire migration, spinal cord lesion, liquorrhea, acromioclavicular joint, clavicle fracture.

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

Перелом и миграция элементов металлоконструкций является грозным осложнением остеосинтеза, приобретающим особую опасность при их смещении в смежные анатомические зоны. Переломы спиц Киршнера и других фиксирующих имплантатов с их локальным смещением нередко регистрируются даже при их первичной корректной установке [1].

Механизм миграции элементов конструкций, используемых для фиксации повреждений акромиально-ключичного сочленения, до конца не ясен. В качестве наиболее вероятных причин называют действие разнонаправленных кинетических сил, воздействующих на акромиальный конец ключицы, сокращения мышц, дыхательные движения, отрицательное внутригрудное давление на вдохе, гравитационные силы и локальную резорбцию кости вокруг имплантата [2–7].

Описаны случаи повреждения имплантатами пищевода, трахеи, магистральных сосудов шеи, легких, аорты и сердца у пациентов, ранее оперированных по поводу повреждений ключицы и акромиально-ключичного сустава, в том числе с летальными исходами [3, 8–12].

Миграция фиксирующих элементов в позвоночный канал сопряжена с риском возникновения грубого неврологического дефицита [5, 7, 13, 14], а также повреждения спинного мозга, крупных сосудов шеи и плевры в ходе их хирургического удаления [14, 15].

Цель сообщения — обратить внимание коллег на возможность развития редкого осложнения фиксации акромиально-ключичного сочленения — миграцию фрагмента имплантата в позвоночный канал с повреждением твердой мозговой оболочки и корешков спинного мозга.

Обзор литературы

В доступной литературе мы нашли 17 сообщений, посвященных миграции имплантатов в позвоночный канал у 18 пациентов, ранее перенесших фиксацию повреждений акромиально-ключичного сочленения и ключицы спицами Киршнера. Поиск выполняли в базах данных PubMed, eLIBRARY. Изучены сообщения за период с 2006 по 2018 г., более ранние сообщения цитированы. Критерием включения послужило описание миграции фрагмента спицы в позвоночный канал после фиксации повреждений акромиально-ключичного сочленения и ключицы. Сообщения, посвященные миграции имплантатов после других видов спицевых фиксирующих операций и в другие анатомические зоны, в обзор не включались.

В изученных нами сообщениях возраст пациентов варьирует от 22 до 72 лет, преобладают пациенты среднего возраста. В 11 сообщениях пациентами были мужчины, в 2 — женщины, в 4 сообщениях пол пациента не указан. Длительность периода между стабилизирующей операцией и миграцией конструкции составила от 11 суток до 12 лет. В 11 случаях миграция произошла в течение первого года после операции, из них в 7 случаях — в сроки от 2 до 6 мес. Во всех случаях спица входила в позвоночный канал через корешковые отверстия на уровнях от C5-C6 до Th2-Th3, причем в 9 наблюдениях на уровне C7-Th1. В 7 сообщениях из 17 пациенты были оперированы справа (в 10 не установлено).

Указание на причины миграции элементов конструкции приводится в 6 сообщениях. Во всех случаях миграция сопровождалась нестабильностью фиксации в виде резорбции кости или перелома спицы. С.В. Сиваконь с соавторами [16] считают возможными причинами нестабильности трансартрикулярное проведение спиц, недостаточность

иммобилизации, а также несвоевременное удаление конструкций после снятия иммобилизации. В качестве других вероятных причин миграции спиц указываются особенности анатомии и биомеханики верхнего плечевого пояса, недостаточная иммобилизация руки, отрицательное давление в грудной полости на вдохе, падения, особенности конституции больных (ожирение в одном наблюдении), повторные травмы (падения) и нагрузка на оперированную руку.

Клиническая картина в 4 сообщениях была представлена признаками поражения спинного мозга в виде нижнего парапареза, тетрапареза или синдрома Броун-Секара [5, 7, 15, 17]. Корешковая боль, соответствующая уровню вхождения спицы в позвоночный канал, описана в 3 наблюдениях [4, 13, 18]. В двух случаях клиника была представлена признаками повреждения легких и плевры (эмфизема и пневмоторакс) без неврологического дефицита [19, 20]. В наблюдении L. Minić с соавторами в качестве ведущего клинического проявления описан синдром ликворной гипотензии [13]. Бессимптомная миграция фрагмента спицы Кишнера в позвоночный канал описана S. Bennis с соавторами [21].

В большинстве наблюдений (10 сообщений) для удаления инородного тела из позвоночного канала использованы латеральные подходы (надключичный, торакотомия) к позвоночнику, обеспечивающие возможность удаления спицы в направлении её оси. Подобная тактика использовалась как у пациентов без признаков поражения спинного мозга и его корешков, так и у пациентов с грубой неврологической симптоматикой [7, 17]. М.А. Никольский с соавторами и P. Fransen с соавторами использовали комбинацию надключичного и заднего доступов в позвоночный канал для мобилизации спицы в латеральном направлении и ее контроля при удалении [7, 14]. В сообщении P. Fransen с соавторами подробно обсуждаются преимущества комбинации доступов. В частности, указывается на возможность контроля интрадурального гемостаза, герметизации твердой мозговой оболочки и предупреждения смещений дистального конца спицы при ее удалении [14]. Аналогичные преимущества контроля со стороны позвоночного канала приводит W. Matane с соавторами [19].

В двух наблюдениях описано истечение ликвора из дефекта ТМО, наблюдавшееся во время операции [20, 21]. Послеоперационная ликворея не упоминается ни в одном наблюдении. В то же время, использованный способ герметизации твердой мозговой оболочки в указанных сообщениях не описывается. Ряд авторов, обсуждая тактику операций, указывают на возможность контроля ликворостаза из доступов через позвоночный канал [14, 19]. Симптомокомплекс, напоминающий ликворную гипотензию, описан в качестве до-

минирующего клинического синдрома в статье L. Minić с соавторами. Примечательно, что интраоперационно при удалении спицы через трансторакальный доступ, признаков ликвореи не выявлено [13]. L. Yawei с соавторами отметили истечение ликвора по раневому каналу при удалении спицы из торакоскопического доступа. Признаков ликворной гипотензии и ликвореи ни до, ни после операции не описано, пластика ликворной фистулы не выполнялась [20].

В цитируемых работах авторами указаны различные способы предупреждения миграции элементов конструкций. Среди них есть рекомендации технического и организационного характера.

Большинство авторов указывает на необходимость информирования травматологов и хирургов о возможности подобных осложнений. В некоторых сообщениях особо подчеркивается важность информирования пациентов о возможности перелома и миграции конструкции [6, 14, 18]. Регулярный рентгеновский контроль с интервалами в 2–4 нед. и удаление конструкции после консолидации зоны повреждения или при появлении признаков нестабильности считают обязательным большинство авторов. Многие рекомендуют удалять спицы через 6–8 нед. после операции [5, 6, 14]. На время фиксации обязательны строгая иммобилизация зоны повреждения [19] и исключение отведений оперированной руки выше 90° [5, 6]. С.В. Сиваконь с соавторами считают необходимым удаление конструкции до начала реабилитационных процедур и восстановления активных движений [16].

J. Liberski акцентирует внимание на необходимости оценки степени физической активности, способности пациента к самообслуживанию и выполнению рекомендаций. Автор рекомендует делать выбор в пользу других способов фиксации у спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни, у пожилых и нуждающихся в посторонней помощи людей, а также у непунктуальных пациентов (злоупотребление алкоголем, прием наркотиков, интеллектуальные нарушения) [22]. Также ограничить показания к остеосинтезу спицами при повреждениях ключицы и акромиально-ключичного сочленения рекомендует М.А. Никольский с соавторами [7].

Некоторые авторы, в частности P. Fransen указывают на повышение надежности фиксации при сгибании дистального конца спицы под углом 90° [14]. L. Yawei считает, что остеосинтез спицами поврежденной ключицы и акромиально-ключичного сочленения следует признать очень опасной манипуляцией. В сообщении подчеркивается возможность миграции всех типов спиц — гладких, с резьбой и изогнутых на конце [20]. S. Bennis также указывает на недостаточную надежность фиксации спицами и считает остеосинтез пластинами более безопасной

операцией с меньшей частотой несращений и риском миграции [21].

Клиническое наблюдение

Пациенту 64 лет в 1997 г. по поводу повреждения правого акромиально-ключичного сочленения была выполнена фиксация спицами Киршнера. Спустя два года, после работы в гараже (ремонт автомобиля в положении лежа на спине) пациент заметил появление боли и кровоподтека в области правого плечевого сустава. Спустя еще год появились боли в области шеи с иррадиацией в правую руку. За медицинской помощью он не обращался. При плановом медосмотре в 2016 г. на флюорограмме было выявлено инородное тело металлической плотности в проекции позвоночника.

По данным КТ, в позвоночном канале на уровне С6-С7 определялось инородное тело (спица) длиной 4,5 см, располагающееся косо в передней трети позвоночного канала, проксимальный конец на уровне корня дужки С7 слева, дистальный конец в правом корешковом отверстии С6-С7 на уровне наружного края суставных фасеток (рис. 1).

При поступлении в клинику пациент предъявлял жалобы на локальную боль в области шеи с иррадиацией по медиальной поверхности правого предплечья и кисти, усиливающуюся при натуживании и кашле. Неврологический статус представлен корешковым болевым синдромом С8 справа. Общемозговой, проводниковой и менингеальной симптоматики не было.

3.05.2017 выполнена операция: удаление интрадурального инородного тела (фрагмента спицы Киршнера) на уровне С7-Th1 из комбинированного доступа, пластика дефекта твердой мозговой оболочки.

Под общим обезболиванием, в положении пациента на левом боку, выполнен боковой надключичный подход к 1-му шейному ребру справа между трапециевидной и задней лестничной мышцами (рис. 2а). Над поперечным отростком Th1 обнаружен нерв С8, выходящий из корешкового отверстия С7-Th1, уровень манипуляций верифицирован при помощи ЭОП. Визуально и пальпаторно инородных тел в зоне манипуляций не выявлено (рис. 2b).

Выполнен разрез кожи и подкожной клетчатки в проекции остистых отростков С6-Th1, скелетированы остистый отросток и пластинчатая часть дуги С7 справа, медиальная часть сустава С7-Th1. Выполнена флаэктомия, медиальная фасетэктомия С7-Th1 справа. В позвоночном канале визуализирован фрагмент спицы Киршнера, перфорирующий ТМО выше корешка С8 (рис. 2c). После мобилизации эпидуральных вен и корешка С8, спица смещена в правое корешковое отверстие и удалена из надключичного доступа (рис. 2d). Из дефекта твердой мозговой оболочки в рану поступал прозрачный бесцветный ликвор. Выполнено замещение дефекта ТМО пластинами Тахокомб. Гемостаз постоятелен при АД 130/90 мм рт. ст. Проба Вальсальвы — ликвореи нет. Раны ушиты послойно без дренажей.

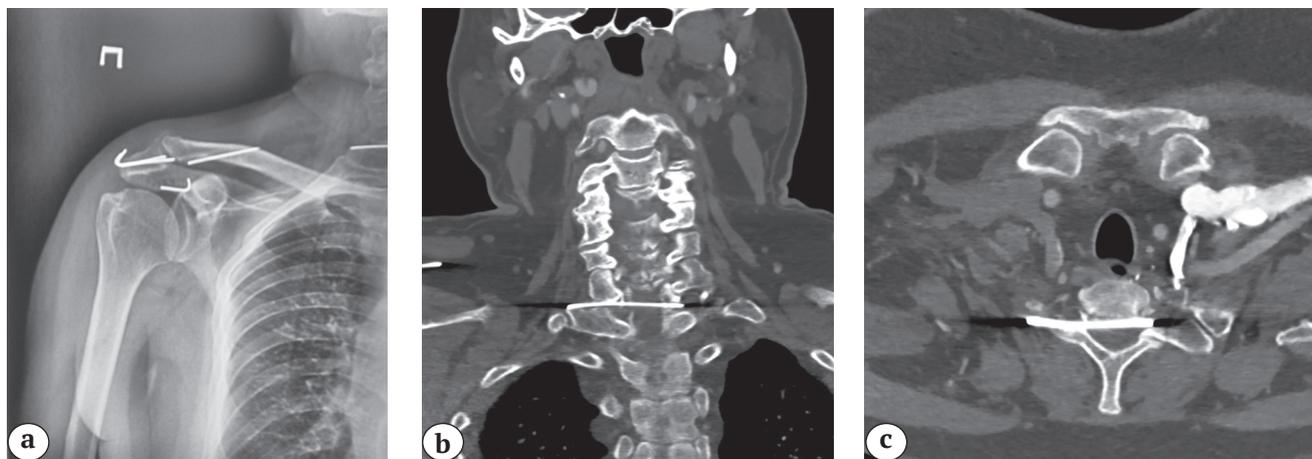


Рис. 1. Предоперационная рентгенограмма и КТ шейного отдела позвоночника пациента: а — рентгенограмма правого плечевого сустава — состояние после фиксации акромиально-ключичного сочленения спицами, определяется перелом фиксирующих имплантов, дистальный фрагмент одной из спиц визуализируется в проекции тела С7 позвонка; б — КТ шейного отдела позвоночника, коронарная проекция: в позвоночном канале на уровне тела С7 позвонка определяется инородное тело металлической плотности, проникающее через правое корешковое отверстие С6-С7; с — аксиальная проекция — определяется металлическая спица в позвоночном канале

Fig. 1. Preoperative cervical spine X-ray images: а — X-ray images of the right shoulder after acromioclavicular fixation with K-wire, the disruption of one of the spokes is seen, distal part of other spoke located at the level of С7; б — CT-scan of the cervical spine, there is foreign body of metal density, penetrating right radicular foramen С6-С7; с — axial plane — K-wire in the spine canal

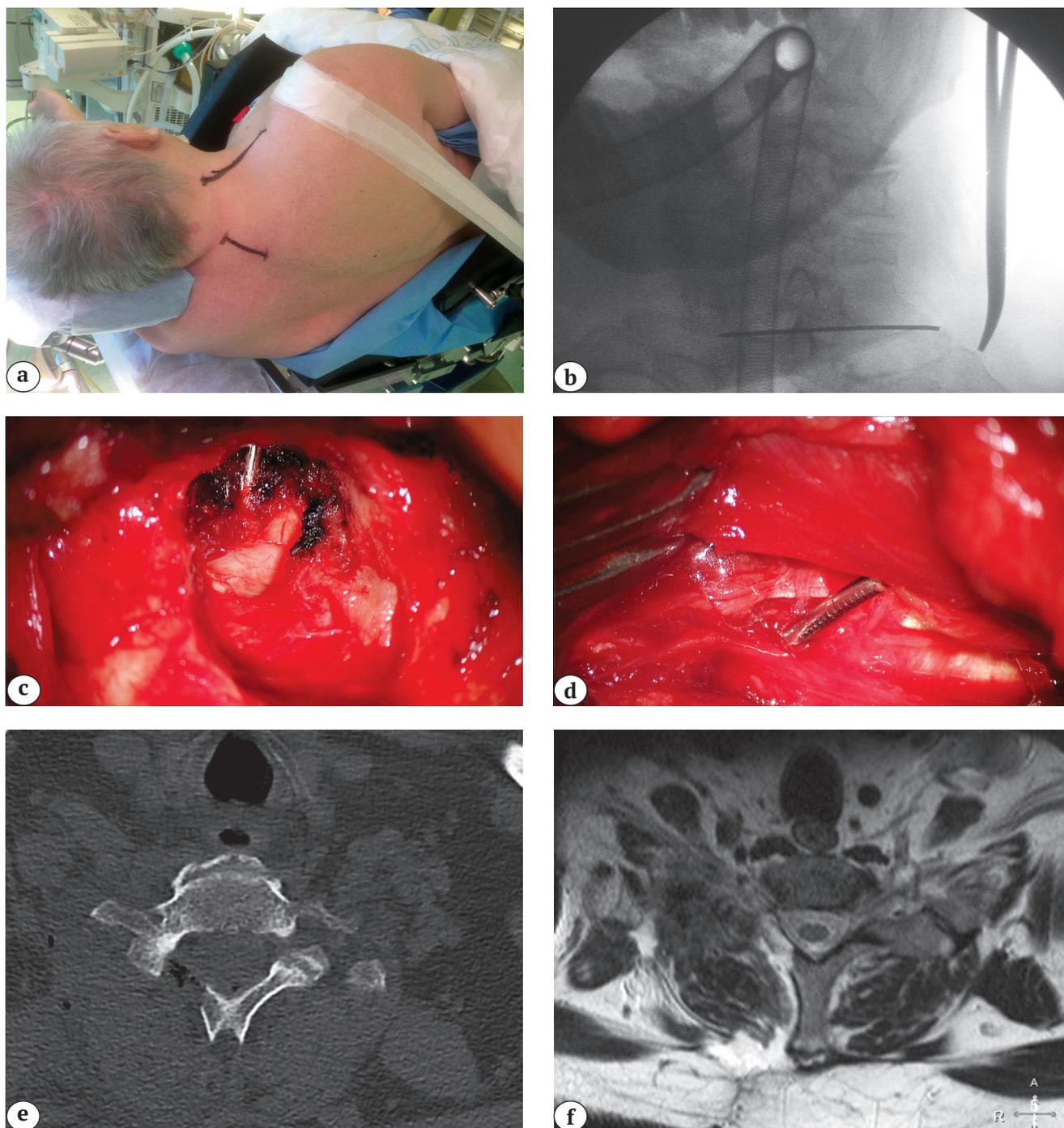


Рис. 2. Этапы операции и результаты лучевого исследования:

а – положение пациента на операционном столе – на левом боку, намечены правосторонний надключичный и задний срединный доступы; б – интраоперационный рентгеновский контроль в ходе выполнения надключичного доступа – зона манипуляций соответствует уровню C7-Th1; в – выполнены интерламинэктомия, медиальная фасетотомия справа на уровне C7-Th1, визуализирована спица, перфорирующая ТМО на уровне корешка C8; д – смещенная в латеральном направлении спица видна на уровне выхода из корешкового отверстия C7-Th1; е – КТ после операции; ф – МРТ после операции

Fig. 2. Procedure stages and postoperative X-ray control:

а – patient positioning on surgical table – lateral decubitus, marked right supraclavicular and posterior median approaches; б – intraoperative X-ray control during supraclavicular approach – manipulation area corresponds to level C7-Th1; в – interlaminectomy, medial facetectomy on the right at level C7-Th1, wire is visualized, dura mater perforated at the level C8; д – wire displaced in lateral director is seen at the level of exit from radicular foramen of C7-Th1; е – CT after the surgery; ф – MRI after the surgery

Послеоперационный период протекал без осложнений, раны зажили первично, пациент выписан из стационара на 6-е сутки после операции. На контрольном осмотре через 1,5 мес. после операции рубцы без признаков воспаления, в неврологическом статусе регресс корешкового болевого синдрома. Пациент направлен к травматологу для удаления оставшихся элементов конструкции в области правого акромиально-ключичного сочленения.

Обоснование хирургической тактики

Возможность сокращения рисков ятрогенного повреждения спинного мозга и послеоперационных осложнений при сочетании латерального и заднего подходов обусловило выбор принятой нами хирургической тактики. Основой принятого плана явилась оценка рисков ключевых этапов операции — визуализации, мобилизации и удаления инородного тела в позвоночном канале. Незначительное выступание проксимального конца спицы из корешкового канала и его изгиб создавали опасность отклонения дистального конца имплантата с повреждением нервной ткани при его мобилизации, фиксации и тракции. Таким образом, для предупреждения вторичного травмирования спинного мозга во время основных этапов операции необходим контроль положения дистального конца спицы в позвоночном канале. Возможность ранения крупных сосудов шеи при мобилизации спицы латерально от позвоночника требует предварительной визуализации зоны выхода из корешкового канала C7-Th1.

В нашем наблюдении имел место точечный дефект твердой оболочки, расположенный на боковой ее поверхности выше отхождения корешка, что обусловило выбор способа пластики.

Обсуждение

Миграция фрагментов спиц Киршнера в позвоночный канал является одним из возможных осложнений при фиксации повреждений акромиально-ключичного сочленения с высокой частотой развития неврологического дефицита [4, 5, 7, 13, 15, 17, 18]. Перелом спицы как следствие нестабильности фиксации является основной причиной данного осложнения и требует пристального внимания со стороны хирурга и пациента в течение всего времени стояния конструкции [6, 7, 15, 18, 20, 21].

Наличие данного осложнения является показанием к хирургическому лечению с целью предупреждения прогрессирования неврологического дефицита и дальнейшей миграции [7, 15, 19]. Нам представляется обоснованным использование комбинации латеральных и задних доступов во всех случаях интраканального расположения мигрировавшего имплантата, вне зависимости от сте-

пени выраженности неврологического дефицита. Задачами этапа, выполняемого через позвоночный канал, в таких случаях являются профилактика повреждений спинного мозга при удалении спицы, мобилизация ее в латеральном направлении, контроль интрадурального гемостаза и профилактика ликвореи. Возможно, описанное в наблюдениях L. Yawei с соавторами и M. Ljubodrag с соавторами [13, 20] купирование ликвореи без дополнительных ликворостатических манипуляций при удалении спицы через боковой торакотомный доступ объясняется точечным дефектом ТМО и узким раневым каналом в паравертебральных мягких тканях. В то же время, по нашему мнению, сообщение ликворопроводящих путей с естественными полостями организма или хирургической раной всегда потенциально опасно развитием ликвореи и требует тщательной герметизации дефекта, а также изоляции зоны пластики ТМО от естественных и ятрогенных полостей.

Фиксация акромиально-ключичного сочленения спицами Киршнера сопряжена с риском инвалидизирующих и летальных осложнений [5, 7, 12–15]. Вероятность развития жизнеугрожающих состояний, обусловленных миграцией фиксирующих элементов, заставляет считать метод недостаточно надежным и безопасным.

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. Медведчиков А.Е., Жиленко В.Ю., Свешников П.Г., Буров Е.В. Анализ результатов лечения больных с повреждением акромиально-ключичного сустава. Модифицированный метод ревизионного лечения пациентов с рецидивировавшими вывихами акромиального конца ключицы. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;6. Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23260>. Medvedchikov A.E., Ghilenko V.Yu., Sveshnikov P.G., Burov E.V. [Analysis of results of treatment of patients with clavicle-acromial joint trauma. The modified method of treatment patients with recurrent luxation of clavicle's acromial end]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2015;6. (In Russ.). Available from: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23260>.
2. Бульчев Г.И., Г.А. Блувштейн. Выбор способа хирургического лечения больных с вывихом акромиального конца ключицы. *Гений ортопедии*. 2002;(3):46-48. Bulychev G.I., G.A. Bluvshstejn [The choice of surgical treatment of patients with luxation of clavicle's acromial end]. *Genij Ortopedii* [Orthopaedic Genius]. 2002;(3):46-48. (In Russ.).
3. Сиротко В.В., Никольский М.А., Железняк А.В., Подолинский С.Г., Бейнер Ю.Ф. Миграция спицы

- в заднее средостение после остеосинтеза акромиально-ключичного сочленения. *Новости хирургии*. 2010;18(2):133-136.
- Sirotko V.V., Nikol'sky M.A., Jeleznyak A.V., Podolinsky S.G., Beiner Yu.F. [Migration of the knitting needle to the posterior mediastinum after osteosynthesis of the acromioclavicular articulation]. *Novosti hirurgii* 2010;18(2):133-136. (In Russ.).
4. Lee J.H., Chung J.Y., Kim M.S. Unusual migration of kirschner's wire into intervertebral foramen after lateral clavicle fracture fixation - a case report. *Clin Shoulder Elbow*. 2014;17(2):77-79. DOI: 10.5397/cise.2014.17.2.77.
 5. Regel J.P., Pospiech J., Aalders T.A., Ruchholtz S. Intraspinal migration of a Kirschner wire 3 months after clavicular fracture fixation. *Neurosurg Rev*. 2002;25(1-2):110-112.
 6. Tsai C.H., Hsu H.C., Huan C.Y., Chen H.T., Fong Y.C. Late Migration of Threaded Wire (Schanz Screw) from Right Distal Clavicle to the Cervical Spine. *J Chin Med Assoc*. 2009;72(1):48-51. DOI: 10.1016/S1726-4901(09)70021-8.
 7. Никольский М.А., Протас Р.Н., Кубраков К.М. О возможных осложнениях металлоостеосинтеза при переломах проксимального конца плечевой кости. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2006;5(1):110-113. Nikol'sky M.A., Protas R.N., Kubrakov K.M. [About possible complications of metalloosteosynthesis with fractures of the proximal end of the humerus]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Vestnik of Vitebsk State Medical University]. 2006;5(1):110-113. (In Russ.).
 8. Sharma H., Taylor G., Clarke N. A review of k-wire related complications in the emergency management of paediatric upper extremity trauma. *Ann R Coll Surg Engl*. 2007;89(3):252-258. DOI: 10.1308/003588407X155482.
 9. Foster G.T., Chetty K.G., Mahutte K., Kim J.D., Sasse S.A. Hemoptysis due to migration of a fractured kirschner wire. *Chest*. 2001;119(4):1285-1286.
 10. Jung G.H., Kim T.H., Cho H.I. Granulation tissue formed by stimulating k-wire mimicking tuberculous cervical lymphadenopathy: a case report. *J Korean Fract Soc*. 2014;27(3):227-231.
 11. Mankowski B., Polchlopek T., Strojny M., Grala P., Slowinski K. Intraspinal migration of a Kirschner wire as a late complication of acromioclavicular joint repair: a case report. *J Med Case Rep*. 2016;10:66. DOI: 10.1186/s13256-016-0844-4.
 12. Ram G.G., Vijayaraghavan P.V. K wire: a lethal implant. *Int J Sci Rep*. 2015;1(1):83-85.
 13. Minić L., Lepić M., Novaković N., Mandić-Rajčević S. Symptomatic migration of a Kirschner wire into the spinal canal without spinal cord injury: case report. *J Neurosurg Spine*. 2016;24:291-294. DOI: 10.3171/2015.5.SPINE1596.
 14. Fransen P., Bourgeois S., Rommens J. Kirschner wire migration causing spinal cord injury one year after internal fixation of a clavicle fracture. *Acta Orthop Belg*. 2007;73(3):390-392.
 15. Wang Z., Liu Y., Qu Z., Leng J., Fu C., Liu G. Penetrating injury of the spinal cord treated surgically. *Orthopedics*. 2012;35:1136-1140. DOI: 10.3928/01477447-20120621-41.
 16. Сиваконь С.В., Девин И.В., Кибиткин А.С., Абдуллаев А.К., Моисеенко В.А. Казуистический случай миграции ятрогенного инородного тела. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2012;1(21):85-89. Sivakon S.V., Devin I.V., Kibitkin A.S., Abdullaev A.K., Mouseenko V.A. [Casuistic case of migration of an iatrogenous foreign body]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Meditsinskii nauki*. 2012;1(21):85-89. (In Russ.).
 17. Loncán L.I., Sempere D.F., Ajuria J.E. Brown-Sequard syndrome caused by a Kirschner wire as a complication of clavicular osteosynthesis. *Spinal Cord*. 1998;36(11):797-799.
 18. Gonsales D., Aguilar-Salinas P., Cavicchioli A., Felicio A., Bastos L.F., Nicandro F. The migration of kirschner wire from left distal clavicle to the intradural anterior thoracic spine. *OAJNN*. 2017;2(4):14. DOI: 10.19080/OAJNN.2017.02.555595.
 19. Mamane W., Breitel D., Lenoir T., Guigui P. [Spinal migration of a Kirschner wire after surgery for clavicular nonunion. A case report and review of the literature]. *Chir Main*. 2009;28(6):367-369. (in French). DOI: 10.1016/j.main.2009.08.007.
 20. Yawei L., Wang B., Guohua L., Guangzhong X., Weidong L. Video-assisted thoracoscopic surgery for migration of a kirschner wire in the spinal canal: a case report and literature review. *Turk Neurosurg*. 2013;23(6):803-806. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.5300-11.1.
 21. Bennis S., Scarone P., Lepeintre J.F., Puyo P., Aldea S., Gaillard S. Asymptomatic spinal canal migration of clavicular K-wire at the cervicothoracic junction. *Orthopedics*. 2008;31(12). pii: orthosupersite.com/view.asp?rID=32939.
 22. Liberski J., Ficek K. Kirschner wire migration from the clavicle to the cervical spine. *Int J Case Reports Images*. 2013;4(6):308-311. DOI: 10.5348/ijcri-2013-06-319-CR-4.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Гуляев Дмитрий Александрович — д-р мед. наук, профессор, научный руководитель отделения нейрохирургии № 5, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Годанюк Денис Сергеевич — врач-нейрохирург отделения нейрохирургии № 5, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Каурова Татьяна Анатольевна — канд. мед. наук, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии № 5, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitry A. Gulyaev — Dr. Sci. (Med.), professor, chief of the Department of Neurosurgery N 5, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

Denis S. Godanyuk — neurosurgeon, Department of Neurosurgery N 5, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

Tatiana A. Kaurova — Cand. Sci. (Med.), neurosurgeon, Department of Neurosurgery N 5, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

Красношлык Павел Владимирович — канд. мед. наук, заведующий отделения нейрохирургии № 5, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

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

Pavel V. Krasnoshlyk — Cand. Sci. (Med.), head of the Department of Neurosurgery N 5, Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

Sergey V. Maikov — Cand. Sci. (Med.), researcher, Department of Sports Traumatology and Rehabilitation, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Правовое регулирование изготовления изделий медицинского назначения с использованием 3D-печати: современное состояние проблемы

Н.Н. Карякин¹, И.И. Шубняков², А.О. Денисов², А.В. Качко¹, Р.В. Алыев¹, Р.О. Горбатов¹

¹ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, Нижний Новгород, Россия

² ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. П.П. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

В настоящее время на 3D-принтерах создаются индивидуальные имплантаты, ортопедические стельки, ортезы, макеты для предоперационного планирования и обучения и многое другое. В представленном обзоре авторы обобщили информацию о законах и подзаконных актах в области правового обеспечения 3D-печати медицинских изделий в России и за рубежом. 3D-печать является одним из перспективных направлений в сфере разработки новых методов лечения, поэтому необходимо уже сейчас установить четкие критерии ее правового регулирования. Однако до сих пор в законодательстве существует множество пробелов. Нерешенными остаются вопросы качества 3D-моделей, стандартизации материалов и процессов их изготовления с использованием технологий 3D-печати. При использовании индивидуальных изделий медицинского назначения необходимо соблюдать права пациентов и не допускать использования запрещенных или ограниченных к продаже материалов, но в то же время избегать правовых барьеров для развития этого инновационного направления медицины.

Ключевые слова: правовое регулирование в медицине, 3D-печать медицинских изделий, индивидуальные имплантаты.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-129-136

Regulatory Concerns about Medical Device Manufacturing Using 3D Printing: Current State of the Issue

N.N. Karyakin¹, I.I. Shubnyakov², A.O. Denisov², A.V. Kachko¹, R.V. Alyev¹, R.O. Gorbatov¹

¹ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Custom-made implants, orthotics, orthoses, models for surgical planning and education, and much more are now created using 3D printers. In this article, the authors summarized information on laws and regulations in the domain of legal support for 3D printing of medical devices in Russia and abroad. 3D printing is one of the promising avenues in developing new methods of treatment, so immediate establishing of clear criteria for its legal regulation is necessary. As is, there are still many gaps in the legislative framework. The issues of the quality of 3D models, material standardization and manufacturing processes using 3D printing technologies

Карякин Н.Н., Шубняков И.И., Денисов А.О., Качко А.В., Алыев Р.В., Горбатов Р.О. Правовое регулирование изготовления изделий медицинского назначения с использованием 3D-печати: современное состояние проблемы. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):129-136. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-129-136.

Cite as: Karyakin N.N., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Kachko A.V., Alyev R.V., Gorbatov R.O. [Regulatory Concerns about Medical Device Manufacturing Using 3D Printing: Current State of the Issue]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):129-136. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-129-136.

✉ Горбатов Роман Олегович / Roman O. Gorbatov; e-mail: gorbatov.ro@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 18.08.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 15.10.2018.

remain unresolved. When using custom-made medical devices, respecting the rights of patients and preventing the use of prohibited or restricted materials are essential. Yet, legal barriers to this innovative direction of medicine must be avoided.

Keywords: legal regulation in medicine, 3D printing of medical devices, custom-made implants.

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

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

Введение

В настоящее время медицина является едва ли не самой динамично развивающейся отраслью науки, что способствует появлению новых медицинских технологий. Современные технические достижения привели к появлению 3D-принтеров, которые значительно расширили возможности диагностики и лечения различных патологий благодаря созданию с их помощью моделей медицинского назначения.

3D-печать позволяет из математической модели, разработанной в системе CAD, при помощи 3D-принтера получить послойно созданный физический объект. В настоящее время с использованием аддитивных технологий создаются индивидуальные имплантаты, ортопедические стельки, ортезы, макеты для предоперационного планирования, обучения и многое другое [1–6]. Такой широкий спектр применения в медицине изделий, изготовленных с помощью 3D-принтера, определяет необходимость их правового регулирования. 3D-печать является одним из перспективных направлений разработки новых методов лечения, поэтому необходимо как отсутствие правовых препятствий на пути ее развития, так и контроль безопасности изделий медицинского назначения, изготавливаемых при помощи аддитивных технологий [7, 8].

Правовое регулирование изготовления медицинских изделий с использованием 3D-печати в России

Юридически значимое определение медицинского изделия сформулировано в п. 1 ст. 38, Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»: «Медицинскими изделиями являются любые инструменты, аппараты, приборы, оборудование, материалы и прочие изделия, применяемые в медицинских целях отдельно или в сочетании между собой, а также вместе с другими принадлежностями, необходимыми для применения указанных изделий по назначению, включая специальное программное обеспечение, и предназначенные производителем для профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации заболеваний, мониторинга состояния орга-

низма человека, проведения медицинских исследований, восстановления, замещения, изменения анатомической структуры или физиологических функций организма, предотвращения или прерывания беременности, функциональное назначение которых не реализуется путем фармакологического, иммунологического, генетического или метаболитического воздействия на организм человека. Медицинские изделия могут признаваться взаимозаменяемыми, если они сравнимы по функциональному назначению, качественным и техническим характеристикам и способны заменить друг друга».

Следует отметить, что, согласно Постановлению Правительства РФ от 27.12.2012 № 1416 «Об утверждении Правил государственной регистрации медицинских изделий», к медицинским изделиям предъявляются обязательные требования эффективности и безопасности. При применении изделий медицинского назначения в практике должен быть достигнут положительный эффект, недопустимо причинение вреда пациенту.

Во всех случаях вмешательства в сферу здоровья человека медицинскими работниками, врачами научных лабораторий и исследовательских институтов необходима обоснованная правовая база, обеспечивающая надежную гарантированную государством защиту прав человека на жизнь, здоровье и телесную неприкосновенность. Любое вмешательство в сферу физического и (или) психического здоровья человека должно быть подготовлено, организовано и осуществлено таким образом, чтобы при этом не нарушались права и законные интересы людей, и именно этим целям должна служить правовая наука [9].

Отсутствие правовых инструментов, регулирующих изготовление и использование индивидуальных изделий медицинского назначения, не позволяют обеспечить пациентам достаточную безопасность при их применении. В настоящий момент обращение индивидуальных изделий медицинского назначения регулируется пунктом 5 ст. 38 Федерального закона от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», где определено, что медицинские изделия, которые изготовлены по индивидуальным заказам пациентов, к которым предъявляются специальные требования по на-

значению медицинских работников и которые предназначены исключительно для личного использования конкретным пациентом, государственной регистрации не подлежат. Также это подтверждается Постановлением Правительства РФ от 27.12.2012 № 1416 «Об утверждении Правил государственной регистрации медицинских изделий» и письмом Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения от 21.07.2015 г. № 04-21338/15.

Таким образом, индивидуальные медицинские изделия, изготовленные с использованием 3D-печати по антропометрическим показателям конкретных пациентов, не подлежат государственной регистрации. Исходя из буквального толкования вышеуказанных норм закона, следует, что государственной регистрации подлежит материал, из которого изготавливаются индивидуальные медицинские изделия.

Однако этот вопрос не контролируется органами исполнительной власти: Росздравнадзор не ведет государственный реестр медицинских изделий и организаций (индивидуальных предпринимателей), осуществляющих производство и изготовление индивидуальных медицинских изделий; на указанные медицинские изделия не распространяются положения части 3 ст. 38 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», предусматривающие разработку производителем (изготовителем) медицинского изделия технической и (или) эксплуатационной документации.

Нет четких регламентирующих законов, касающихся качества самих 3D-моделей, стандартизации материалов и процессов в области производства с использованием технологий 3D-печати, обеспечения безопасности объектов, печатаемых на 3D-принтере, снижения риска печати запрещенных или ограниченных в обороте объектов [9–12].

Другая проблема, возникающая при изготовлении индивидуальных изделий медицинского назначения с использованием 3D-технологий, это соблюдение авторских прав. Правовой механизм защиты авторских прав установлен частью 4 ГК РФ. Из системного толкования ст. 38 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», а также части 4 ГК РФ следует, что к объектам авторского права при производстве изделий медицинского назначения относится нормативная, техническая, эксплуатационная документация и иные документы, связанные с обращением медицинских изделий (в том числе, техническими испытаниями, токсикологическими исследованиями, доклиническими и клиническими испытаниями), чертежи и другая документация, используемая при производстве изде-

лий медицинского назначения, а также специальное программное обеспечение (п. 1 ст. 1259 ГК РФ).

Однако индивидуальные изделия медицинского назначения не проходят доклинические и клинические испытания и не подлежат государственной регистрации. В связи с этим встает вопрос: каким образом оригинальные модели, созданные в графическом редакторе, будут охраняться авторским правом как объекты интеллектуальной собственности? Второй вопрос, который возникает при производстве индивидуальных изделий медицинского назначения: как не нарушить авторские права в случае изготовления копии зарегистрированного изделия медицинского назначения на 3D-принтере?

Правовое регулирование 3D-печати в медицине в США

На сегодняшний день правовые аспекты регулирования аддитивных технологий наиболее развиты в США. 3D-печать широко применяется во всех американских отраслях: коммерческое производство, промышленность, медицина, строительство и др. Однако до сих пор существует ряд нерешенных правовых вопросов, а именно окончательно не доработаны правовые нормы в области использования аддитивных технологий в медицине по копированию, качеству, маркетингу и продажам [13–15].

Технологическое развитие, как правило, меняет устоявшиеся правовые нормы. В истории это происходило неоднократно, начиная от Иоганна Гутенберга и заканчивая IT революцией. На протяжении всей истории во многих странах на законодательном уровне решаются проблемы, связанные с запретом на использование новых технологий. Существует мнение, что появляющиеся новые технологии фактически не требуют изменений в законодательстве. Эта стратегия может функционировать некоторое время, но рано или поздно законодателям придется столкнуться с необходимостью адаптации. Изначально законодательство об ответственности за продукцию возникло из договорного права, причем многие решения принимались в начале 1960-х годов в пользу производителей, поскольку общее правило запрещало пользователям продукции подавать в суд на производителей [16].

Врачи и медицинские компании все чаще используют 3D-печать для снижения стоимости жизненно важных персонализированных медицинских устройств и имплантатов. Ученые, занимающиеся изучением правового регулирования трехмерных печатных объектов, утверждают, что законодательство по 3D-печати незначительно отличается от правового регулирования изготовления обычных изделий. Действующие законы

и подзаконные нормативные акты, регулирующие права на интеллектуальную собственность, изданы до появления 3D-печати и поэтому непосредственно не охватывают всех ее возможностей. Медицинские устройства являются утилитарными, а не художественными объектами и поэтому не имеют основания для защиты авторских прав [17, 18].

Деятельность, связанная с 3D-печатью, в США контролируется тремя департаментами Министерства здравоохранения и социальных служб: Центр устройств и радиологического здоровья (FDA's Center for Devices and Radiological Health), в котором осуществляется регулирование использования медицинских приборов; Центр биологических оценок и исследований (FDA's Center for Biologics Evaluation and Research); Центр по оценке и исследованию лекарственных средств (FDA's Center for Drug Evaluation and Research).

Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) разработало классификацию для 1700 различных устройств и сгруппировало их в 16 медицинских направлений. Данная классификация зависит от предполагаемого использования, а также от показаний к применению, которые можно найти в маркировке оборудования. Каждому типу присваивается один из трех классов регулирования в зависимости от уровня контроля, необходимое для обеспечения безопасности и эффективности. Класс, которому принадлежит устройство, определяет, среди прочего, тип предмаркетингового уведомления (стоимость, товарный знак и др.), требуемого для разрешения FDA на продажу. Большинство оборудования класса I освобождаются от предварительного уведомления, для большинства устройств класса II и III требуется предварительное уведомление. Кроме того, классификация основана на рисках для пациента. Класс I включает устройства с наименьшим риском для здоровья, класс III — с самым высоким риском. Все три класса находятся под общим контролем — это базовые требования «Закона о пищевых продуктах, лекарственных и косме-

тических средствах (FD & C)». Регуляторный контроль увеличивается от класса I до класса III и проводится на всех этапах 3D-печати (рис.) [19–21].

Все зарегистрированные учреждения должны быть представлены в электронном виде на сайте FDA. По закону FDA должно выдать окончательное решение в течение 30 дней после аккредитации учреждения. Вся регистрационная информация проверяется ежегодно.

Контроль качества и копирования в США

Правовые нормы качества изделий 3D-печати включают законодательство о товарных знаках и правила по безопасности продукции. Производители должны предоставлять гарантии на свою продукцию.

В настоящее время FDA изучает технологии 3D-печати, чтобы получить знания и опыт, необходимые для оценки безопасности, эффективности и качества изделий, разработанных в рамках процесса аддитивного производства. По мере коммерциализации медицинских изделий 3D-печати соблюдение законодательства в области интеллектуальной собственности приобретет все большее значение для производителей медицинских изделий [18, 19].

Тот, кто использует или копирует существующий CAD-файл для создания цифровой модели для 3D-печати, несет ответственность перед владельцем файла за нарушение авторских прав. Однако лицо, которое использует 3D-сканер для создания изображения объекта для печати, а затем создает модель из этого изображения, может избежать ответственности за нарушение авторских прав, если он копирует только незащищенные функциональные особенности объекта, а не эстетический или художественный элемент.

Товарные знаки помогают изготовителю устройства защитить от подделки свою продукцию. Напечатанный на 3D-принтере объект, имеющий марку производителя, будет регулироваться федеральным законом о товарных знаках и законом о борьбе с контрафакцией. 3D-печатная продукция,

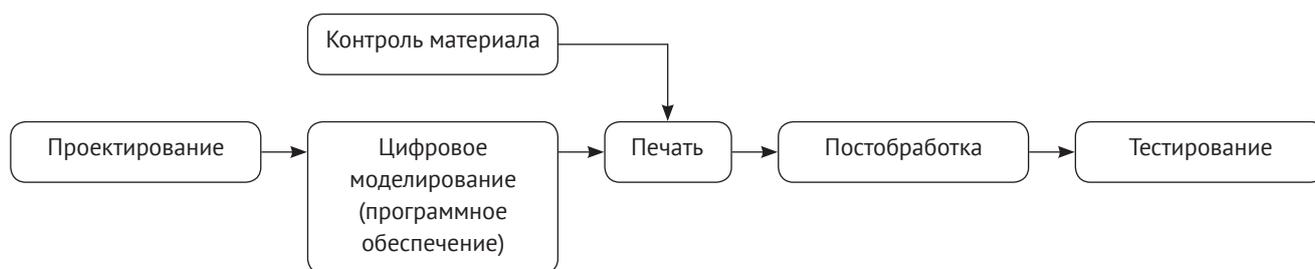


Рис. Регуляторный контроль в США на этапах 3D-печати

Fig. Regulatory control in the United States during 3D printing

не содержащая товарных знаков производителя, с другой стороны, может быть легко выявлена в качестве несанкционированных копий [20, 21].

Патент и коммерческая тайна в США

Патентное законодательство гарантирует производителям медицинских изделий надежную защиту от несанкционированной 3D-печати и ее продукции. Оно может быть нарушено следующим образом:

– прямо (тот, кто делает, использует, продает заявленное изобретение);

– косвенно (тем, кто сознательно и активно рекламирует, пропагандирует, призывает других нарушать).

Таким образом, производитель медицинского оборудования, который запатентовал свое устройство или способ его создания, имеет следующие права:

– запрещать производство, продажу 3D-печатных копий своего продукта;

– не запрещать использование 3D-печатных копий своего продукта [19, 27];

– запретить использование 3D-печатных копий продукта.

Важно отметить, что дополнение новыми объектами 3D-модели отсканированного изделия методом компьютерного моделирования позволяет избежать нарушения авторских прав. Если продукт 3D-печати или способ его создания защищены патентом, то дальнейшее его изготовление, использование и продажа не считаются нарушением закона.

Лицо, осуществляющее несанкционированное использование конфиденциальной и технической информации изготовителя при создании трехмерной печатной копии изделия, несет ответственность за незаконное присвоение коммерческой тайны изготовителя [22, 23].

Безопасность производства 3D-моделей в США

FDA регулирует 3D-печать медицинских изделий с помощью тех же механизмов, что и традиционные медицинские приборы. Поэтому они так же оцениваются по безопасности и информационной эффективности. Следует отметить, что при создании 3D-печатных медицинских изделий необходимо соблюдение правил охраны труда для сотрудников, т.к. в процессе 3D-печати используются пластиковые нити, горючие порошки и высокая температура [24–26].

FDA определило факторы, при которых производитель 3D-печатного индивидуального медицинского изделия может быть привлечен к ответственности:

1) использование дефектного оригинального продукта для создания цифровой модели;

2) использование дефектного оригинального цифрового дизайна;

3) использование поврежденного цифрового файла и его копий;

4) использование неисправного 3D-принтера;

5) использование поврежденных материалов для 3D-печати;

6) нарушение специалистом процесса компьютерного моделирования;

7) нарушение специалистом технологии 3D-печати.

В США больницы, скорее, являются «поставщиками услуг», они не связаны ни с производителями лекарств, ни с производителями устройств, ни с маркетологами в коммерческой сфере. Пациенты, которым был нанесен вред здоровью в результате использования 3D-печатной продукции, сталкиваются с дополнительным препятствием — кто виноват: производитель 3D-продукции или медицинское учреждение, которое предоставляло услуги с использованием 3D-печатных продуктов? [8, 30–33].

С целью нивелирования возникающих проблем 11 июня 2014 г. в Нью-Йорке директор биологического направления FDA S.K. Pollack созвал семинар по изменению законодательства в сфере аддитивных технологий, на котором, пока только в одностороннем порядке, обсуждался ряд важных вопросов: как FDA должно сертифицировать «нетрадиционных производителей» (больницы), будет ли FDA сертифицировать 3D-принтеры, как будут применяться системы оценки качества, будет ли FDA заниматься только 3D-продуктами и каковы требования к производителям? [32]. Результатом проведенного симпозиума стало появление в 2017 г. проекта рекомендаций по регулированию применения аддитивных технологий, в котором регламентированы вопросы проектирования, изготовления и производства устройств, а также программного обеспечения, квалификации биоинженеров и качества самого принтера [33].

Правовое регулирование использования медицинских изделий, созданных с использованием аддитивных технологий в Европе

Контроль оборота и применения того или иного изделия медицинского назначения в европейских странах регламентируется различными директивами: Директива Совета 90/385 ЕЕС об активных имплантируемых медицинских устройствах, Директива Совета 93/42/ЕЕС о медицинских приборах, Директива Совета 98/79/ЕС о диагностических медицинских приборах *in vitro*, а всем изделиям присваивается аббревиатура CE. Медицинские изделия, в частности *custom-made* имплантаты, созданные с использованием аддитивных тех-

нологий, относятся к классу 3 безопасности, однако не нуждаются в прямой сертификации CE [34, 35]. В последнее время европейские регуляторные органы в сотрудничестве с Американским международным обществом по испытанию материалов (American Society for Testing and Materials) также пытаются усовершенствовать процесс стандартизации 3D-печати в рамках ISO и перерабатывают европейские стандарты по контролю использования custom-made гаджетов [36].

Заключение

Как в России, так и за рубежом в настоящее время работают межведомственные комиссии с целью разработки законов и подзаконных актов, регулирующих изготовление и использование индивидуальных изделий медицинского назначения, напечатанных на 3D-принтере. Однако окончательно законодательная база еще не сформирована. Законодательство в этой области должно обеспечить безопасность индивидуальных медицинских изделий, создаваемых на 3D-принтере, соблюдать права пациентов при их применении, не допускать использования во время их производства запрещенных или ограниченных в продаже материалов и при этом избегать правовых барьеров, ограничивающих развитие аддитивных технологий 3D-печати в медицине.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В. Индивидуальные артикулирующие спейсеры в ревизионной хирургии тазобедренного сустава. *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2015;5(313):95-103. Kavalerskiy G.M., Murylev V.Yu., Rukin Ya.A., Yelizarov P.M., Muzychenkov A.V. [Individual articulating spacers in revision surgery of the hip joint]. *Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii*. 2015;5(313):95-103. (In Russ.).
2. Горбатов Р.О., Нифтуллаев Р.М., Новиков А.Е. Прецизионные персонализированные имплантаты для замещения костных дефектов при лечении пациентов с остеонкологией. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;6:247-255. Gorbатов R.O., Niftullaev R.M., Novikov A.E. [The precision of personalized implants for replacement of bone defects in the treatment of patients with osteoncology]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;6:247-255. (In Russ.).
3. Карякин Н.Н., Малышев Е.Е., Горбатов Р.О., Ротич Д.К. Эндопротезирование коленного сустава с применением индивидуальных направителей, созданных с помощью технологий 3D-печати. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(3):110-118. Karyakin N.N., Malyshev E.E., Gorbатов R.O., Rotich G.K. [3D printing technique for patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):110-118. (In Russ.).
4. Карякин Н.Н., Горбатов Р.О. Прецизионные персонализированные направители для эндопротезирования коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;5:23-31. Karjakin N.N., Gorbатов R.O. [Precision personalized guides for knee replacement]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;5:23-31. (In Russ.).
5. 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. [Modern technologies of treatment of severe bone defects in the acetabulum: what problems do individual implants solve?]. *Politravma* [Polytrauma]. 2017;1:72-81. (In Russ.).
6. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Денисов А.О., Билык С.С. Показания к ревизионному эндопротезированию тазобедренного сустава, планирование и техника ревизионной операции. В кн.: *Руководство по хирургии тазобедренного сустава*. Под ред. Тихилова Р.М., Шубнякова И.И. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2015. Т. 2. С. 258-355. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Denisov A.A., Bilyk S.S. [Indications for revision hip replacement, planning and technique of revision surgery]. In: *Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava* [Manual of Hip Surgery]. Ed. by Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I. St. Petersburg; 2015. Vol. 2. p. 258-355. (In Russ.).
7. Ардашева Н. Понятие эксперимента в медицине и защита прав человека. *Государство и право*. 1995;12:102-103. Ardasheva N. [The concept of experiment in medicine and protection of human rights]. *Gosudarstvo i pravo* [State and Law]. 1995;12:102-103. (In Russ.).
8. Reitinger N. CAD's Parallel to Technical Drawings: Copyright in the Fabricated World (2015). *J Patent Trademark Office Soc*. 2015;97(1): 113-143. Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2738547
9. Reeves P., Mendis D. The current status and impact of 3D printing within the industrial sector: an analysis of six case studies — Study II, Independent report commissioned by IPO. *Intellectual Property Office (IPO) UK* (2015). Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/3d-printing-research-reports>
10. Черных А.В., Малеев Ю.В., Шевцов А.Н., Волков А.В., Сундеев А.С., Малюков Н.А. Современные направления трансплантологии с использованием высокотехнологичных методик. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2017;10(2):96-102. Chernykh A.V., Maleev Yu.V., Shevtsov A.N., Volkov A.V., Sundeev A.S., Malyukov N.A. [Modern trends in transplantation using high-tech methods]. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii* [Journal of Experimental and Clinical Surgery]. 2017;10(2):96-102. (In Russ.).
11. Шумков А.А. Применение технологии быстрого прототипирования в изготовлении медицинских имплантатов. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 2:146-152.

- Shumkov A.A. [Application rapid prototyping technologies in the manufacture of medical implants]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2015; 2:146-152. (In Russ.).
12. Садовой М.А., Павлов В.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З., Ефименко М.В., 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. Sadovoy M.A., Pavlov 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 imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;3:37-42. (In Russ.).
 13. Weinberg M. It will be awesome if they don't screw it up: 3D printing, intellectual property, and the fight over the next great disruptive technology. Public Knowledge 2. 2010. Available from: <https://www.publicknowledge.org/news-blog/blogs/it-will-be-awesome-if-they-dont-screw-it-up-3d-printing>
 14. Weinberg M. Stratasyes sues Afina: ramifications for the desktop 3D printing industry. Available from: <http://makezine.com/2013/11/27/stratasyes-sues-afinia-ramifications-for-the-desktop-3d-printing-industry>
 15. Lucas O., Texas A., Law M. Three-dimensional printing technology and the Arts. *Review, Spring*. 2014;14:31. Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2378869
 16. Rideout B. Printing the impossible triangle: the copyright implications of three-dimensional printing. *JBEL*. 2011;5(1). Available from: <https://digitalcommons.pepperdine.edu/jbel/vol5/iss1/6>
 17. Hanna P. The next Napster? Copyright questions as 3D printing comes of age : the digital revolution made it simple to digitize and share media; the 3D. *ARS technical*. 2011. Available from: <https://arstechnica.com/tech-policy/2011/04/the-next-napster-copyright-questions-as-3d-printing-comes-of-age/3>
 18. Deven R. D., Magliocca N. G. Patents, meet napster: 3D printing and the digitization of things. *School of Law Research Paper*. 2013;37:57. Available from: <https://ssrn.com/abstract=2338067>
 19. Brean D. H. Asserting patents to combat infringement via 3D printing: it's no "use". *Fordham intellectual property. Media Entertainment Law J*. 2013;37. Available from: <http://doi.org/10.2139/ssrn.2088294>
 20. Doherty D. Downloading infringement: patent law as a roadblock to the 3D printing revolution. *Harvard J of Law Technology*. 2012; 18. <http://jolt.law.harvard.edu/articles/pdf/v26/26HarvJLTech353.pdf>
 21. Law M. G. The challenges of 3D printing to the repair-reconstruction doctrine in patent law. *16th Annual Antitrust Symposium*. 2013;20:1147-1182. Available from: http://www.wipo.int/edocs/mdocs/patent_policy/en/scp_20/scp_20_3.pdf
 22. Thompson C. Clive Thompson on 3-D printing's legal morass. 2012. Accessed January 14, 2018. Available from: <http://www.wired.com/design/2012/05/3-d-printing-patent-law>
 23. Mendis D. "The clone wars": episode 1 – the rise of 3D printing and its implications for intellectual property law – learning lessons from the past? *European Intellectual Property Review*. 2013;35:155-169. Available from: <https://www.publicknowledge.org/files/docs/3DPrintingPaperPublicKnownledge.pdf>
 24. Bradshaw S., Bowyer A., Haufe P. The intellectual property implications of Low-Cost 3D printing. *ScriptEd*. 2010;7:27. Available from: <http://doi.org/10.2966/scrip.070110.5>
 25. Jensen-Haxel P. 3D printers, obsoletefirearm supply controls, and the right to build self-defense weapons under heller. *Golden Gate University Law Review*. 2012; 42:447-496. Available from: <https://digitalcommons.law.ggu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2064&context=ggulrev>
 26. Rawnslay A. MakerBot commandos: special ops seek 3D printer. *WIRED*. 2011. Available from: <https://wired.com/dangerroom/2011/08/special-ops-meets-makerbot-commandos-want-3d-printer>
 27. Duncan G. 3-D printing for the masses. *Tech*. 2008. Available from: <https://technologyreview.com/Infotech/21152/?nlid=1244&a=f>
 28. Gershenfeld N. How to make almost anything: the digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*. 2012;91:43-57. Available from: <http://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
 29. Pierangelo Tendas Communication from the commission to the council and the European Parliament Firearms and the internal security of the EU: protecting citizens and disrupting illegal trafficking, COM (2013) 0716, 21/10/2013. 3D printing of weapons and ammunition has been mentioned in the communication. Available from: [https://all4shooters.com/en/Shooting/law/EU-proposed-gun-ban/COM\(2013\)-716-Firearms-and-the-internal-security-of-the-EU-EN.pdf](https://all4shooters.com/en/Shooting/law/EU-proposed-gun-ban/COM(2013)-716-Firearms-and-the-internal-security-of-the-EU-EN.pdf)
 30. Lucas S. Regulating three dimensional printing: the converging worlds of bits and atoms. *San Diego L*. 2014;51:553. Available from: <https://ssrn.com/abstract=2348894>
 31. Dasari H. Assessing copyright protection and infringement issues involved with 3D printing and scanning. *AIPLA Quarterly J*. 2013;41: 281-318. Available from: <http://mishkabobble.com/articles/pdf/v26/26HarvJLTech353.pdf>
 32. Prima D. Additively manufactured medical products – the FDA perspective. *3D Printing in Medicine*. 2015;1. Available from: <http://doi.org/10.1186/s41205-016-0005-9>
 33. Technical consideration for additive manufactured medical devices. 2017. Available from: <https://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM499809.pdf>
 34. Morrison R.J., Kashlan K.N., Flanagan C.L., Wright J.K., Green G.E., Hollister S.J., Weatherwax K.J. Regulatory Considerations in the Design and Manufacturing of Implantable 3D-Printed Medical Devices. *Clin Transl Sci*. 2015;8(5):594-600. DOI: 10.1111/cts.12315.
 35. Vancraen W. Innovation outpacing EU regulation: the case for medical 3D printing. Available from: https://www.s-ge.com/sites/default/files/cserver/article/downloads/medtech_report_china_2017.pdf
 36. Weinberg M. It will be awesome if they don't screw it up: 3D printing, intellectual property, and the fight over the next great disruptive technology. Public Knowledge. 2010. Available from: <https://www.publicknowledge.org/it-will-be-awesome-if-they-dont-screw-it-up>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Карякин Николай Николаевич — д-р мед. наук, ректор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, Нижний Новгород

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

Качко Анна Вадимовна — начальник юридического управления, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, Нижний Новгород

Алыев Рамиль Валигович — врач травматолог-ортопед, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, Нижний Новгород

Горбатов Роман Олегович — врач травматолог-ортопед, руководитель лаборатории аддитивных технологий, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, Нижний Новгород

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Nikolay N. Karyakin — Dr. Sci. (Med.), rector, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Igor I. Shubnyakov — Dr. Sci. (Med.), chief researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

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

Anna V. Kachko — head of the Legal Department, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Ramil V. Alyev — orthopaedic surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Roman O. Gorbatov — orthopaedic surgeon, head of the Laboratory of Additive Technologies, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Сравнение результатов тотальной артропластики протезом Discover и переднего шейного спондилодеза в хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвонковых дисков: метаанализ рандомизированных исследований

В.А. Бывальцев^{1,2,3,4}, И.А. Степанов¹, М.А. Алиев¹, Б.М. Аглаков¹,
Б.Р. Юсупов¹, В.В. Шепелев¹

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

² НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский», Иркутск, Россия

³ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Иркутск, Россия

⁴ ФГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования», Иркутск, Россия

Реферат

Цель исследования — сравнить эффективность тотальной артропластики (ТА) протезом Discover и переднего шейного спондилодеза (ПШС) при хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвонковых дисков (МПД). **Дизайн исследования** — метаанализ рандомизированных клинических исследований, в которых сравниваются методики тотальной артропластики (ТА) протезом Discover и переднего шейного спондилодеза (ПШС) при хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвонковых дисков (МПД). **Материал и методы.** Выполнен поиск рандомизированных клинических исследований в базах данных PubMed, EMBASE, eLibrary и Cochrane Library, опубликованных в период с января 2008 по октябрь 2018 г., которые сравнивали результаты применения методик ТА протезом Discover и ПШС при дегенеративном заболевании шейных МПД. Для дихотомических переменных рассчитаны относительный риск и 95% доверительный интервал. В свою очередь для непрерывных переменных использованы стандартизованная разница средних значений и их 95% доверительных интервалов с использованием модели случайных эффектов. **Результаты.** В настоящий метаанализ вошли 9 рандомизированных контролируемых клинических исследований, включающих результаты хирургического лечения 513 пациентов с дегенеративным заболеванием шейных МПД. В группе ТА шейных МПД продолжительность оперативного вмешательства была статистически значимо меньше, чем в группе пациентов, которым выполнялась операция ПШС ($p < 0,0001$). Значения объема кровопотери ($p = 0,89$), уровней качества жизни пациентов по Neck Disability Index (NDI) ($p = 0,22$), выраженности боли в шейном отделе позвоночника ($p = 0,50$) и верхних конечностях по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) ($p = 0,16$), а также распространенность повторных оперативных вмешательств ($p = 0,68$) и нежелательных явлений ($p = 0,40$) в группах не имели различий. При этом статистически значимо большие значения амплитуды движений оперированных позвоночно-двигательных сегментов отмечены в группе ТА шейных МПД ($p < 0,00001$). **Заключение.** Тотальная артропластика шейных МПД протезом Discover в сравнении с операцией ПШС обеспечивает значимо большую амплитуду движений оперированного позвоночно-двигательного сегмента. Статистически значимых различий в уровне качества жизни пациентов по NDI, выраженности болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях, а также распространенности повторных оперативных вмешательств и нежелательных явлений между сравниваемыми группами респондентов не выявлено.

Ключевые слова: шейные межпозвонковые диски, дегенеративное заболевание, тотальная артропластика протезом Discover, передний шейный спондилодез, метаанализ, рандомизированные контролируемые исследования.

Бывальцев В.А., Степанов И.А., Алиев М.А., Аглаков Б.М., Юсупов Б.Р., Шепелев В.В. Сравнение результатов тотальной артропластики протезом Discover и переднего шейного спондилодеза в хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвонковых дисков: метаанализ рандомизированных исследований. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):137-147. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-137-147.

Cite as: Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Aliyev M.A., Aglakov B.M., Yussupov B.R., Shepelev V.V. [Comparison Outcomes of Discover Total Disk Arthroplasty and Anterior Cervical Discectomy with Fusion in Surgical Treatment of Cervical Disk Degenerative Disease: a Meta-Analysis of Randomized Trials]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):137-147. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-137-147.

✉ Бывальцев Вадим Анатольевич / Vadim A. Byvaltsev; e-mail: vadimabyvaltsev@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 01.11.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 06.12.2018.

Comparison Outcomes of Discover Total Disk Arthroplasty and Anterior Cervical Discectomy with Fusion in Surgical Treatment of Cervical Disk Degenerative Disease: a Meta-Analysis of Randomized Trials

V.A. Byvaltsev^{1,2,3,4}, I.A. Stepanov¹, M.A. Aliyev¹, B.M. Aglakov¹,
B.R. Yussupov¹, V.V. Shepelev¹

¹ Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russian Federation

² Railway Clinical Hospital on the station Irkutsk-Passazhirskiy of Russian Railways Ltd., Irkutsk, Russian Federation

³ Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russian Federation

⁴ Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Abstract

The purpose — to compare the effectiveness of Discover cervical disk arthroplasty (CDA) and anterior cervical discectomy with fusion (ACDF) in the surgical treatment of cervical intervertebral disk (IVD) degenerative disease. **Study design** — a meta-analysis of randomized clinical trials. **Material and Methods.** Randomized clinical trials were conducted in the Pubmed, EMBASE, ELibrary and Cochrane Library databases published from 2008 to October 2018, which compared the results of Discover CDA and ACDF techniques in the surgical treatment of cervical IVD degenerative disease. For dichotomous variables, the relative risk and 95% confidence interval were calculated, standardized difference of mean values and their 95% confidence interval were used for continuous variables using the random effects model. **Results.** This meta-analysis included 9 randomized controlled clinical trials, including the results of surgical treatment of 513 patients with degenerative disease of the cervical IVD. In the CDA group, the operation time was significantly shorter, in contrast to the group of patients who underwent ACDF ($p < 0.0001$). The values of blood loss ($p = 0.89$), levels of quality of life for patients according to the Neck Disability Index (NDI) ($p = 0.22$), severity of pain in the cervical spine ($p = 0.50$) and upper limbs on a visual analogue scale (VAS) ($p = 0.16$), as well as the prevalence of secondary surgical procedures ($p = 0.68$) and adverse events ($p = 0.40$) between the compared groups did not have significant differences. At the same time, significantly large values of the range of motion at the operated level were noted in the CDA group ($p < 0.00001$). **Conclusion.** Discover CDA in comparison with ACDF has a significantly large values of range of motion at the operated level. At the same time, there were no statistically significant differences in the NDI scores, VAS pain scores in cervical spine and upper limbs, and the prevalence of secondary surgical procedures and adverse events between the compared groups of respondents were not identified.

Keywords: cervical intervertebral disk, degenerative disease, Discover total disk arthroplasty, anterior cervical discectomy and fusion, meta-analysis, randomized controlled trials.

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

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

Введение

Операция переднего шейного спондилодеза (ПШС) представляет собой «золотой стандарт» хирургического лечения пациентов с дегенеративным заболеванием шейных межпозвоноковых дисков (МПД). По данным различных авторов, методика ПШС обладает высокой эффективностью, позволяющей нивелировать имеющуюся клинико-неврологическую симптоматику у пациентов с дегенерацией шейных МПД [1, 2]. Тем не менее, операция ПШС ассоциирована с развитием некоторых нежелательных явлений, таких как гипермобильность, псевдоартроз, дисфагия и дегенерация смежных позвоночно-двигательных сегментов [3]. В качестве альтернативы ПШС в конце прошлого столетия была разработана и внедрена в клиническую практику методика тотальной артропластики (ТА) шейных МПД [4].

Сейчас ТА МПД шейного отдела позвоночника распространена во многих нейрохирургических клиниках мира [5]. По мнению некоторых исследователей, операция ТА имеет высокую клиническую эффективность у пациентов с дегенеративным заболеванием шейных МПД, позволяет сохранить физиологический объем движений в оперированном сегменте и предотвратить развитие дегенерации смежных сегментов [5, 6].

Мировой медицинской промышленностью разработано множество протезов для выполнения ТА шейных МПД. Каждый протез отличается особым строением, биомеханическими параметрами, техникой установки, а также клинической и рентгенологической эффективностью. Поиск литературных источников в базах данных PubMed, EMBASE и eLibrary выявил несколько проспективных рандомизированных клинических исследований,

представляющих результаты применения протеза Discover (DePuy Spine, США) для выполнения операции ТА у пациентов с дегенеративным заболеванием шейных МПД [7–12]. Результаты этих исследований оказались во многом противоречивыми, что побудило нас выполнить настоящий метаанализ.

Цель исследования — сравнить эффективность тотальной артропластики (ТА) протезом Discover и переднего шейного спондилодеза (ПШС) при хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвоноковых дисков (МПД).

Дизайн исследования — метаанализ рандомизированных клинических исследований, в которых сравниваются методики тотальной артропластики (ТА) протезом Discover и переднего шейного спондилодеза (ПШС) при хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвоноковых дисков (МПД).

Материал и методы

Стратегия поиска и отбора литературных источников

Выполнен поиск рандомизированных клинических исследований в базах данных PubMed, EMBASE, eLibrary и Cochrane Library, опубликованных в период с 2008 по октябрь 2018 г., в которых сравниваются результаты применения методик ТА протезом Discover и ПШС в хирургическом лечении

дегенеративного заболевания шейных МПД. Поиск литературных источников осуществлен двумя исследователями. При возникновении разногласий относительно включения исследований в метаанализ решение принималось коллегиально при участии всего авторского коллектива. Исследование выполнено в соответствии с международными рекомендациями по написанию систематических обзоров и метаанализов PRISMA [13].

На первом этапе проводился поиск литературных источников с использованием ключевых словосочетаний «Discover cervical disk arthroplasty», «Discover cervical total disk replacement», «anterior cervical discectomy and fusion», «cervical spine degeneration», «cervical intervertebral disk degeneration» в англоязычных системах; «тотальная артропластика шейных межпозвоноковых дисков протезом Discover», «тотальное эндопротезирование шейных межпозвоноковых дисков протезом Discover», «передний шейный спондилодез», «дегенерация шейного отдела позвоночника», «дегенеративное заболевание шейных межпозвоноковых дисков» — в системе eLibrary. На втором этапе просматривались рефераты статей и исключались публикации, не соответствующие этим критериям. На третьем этапе на соответствие критериям включения проверяли полные тексты статей и списки литературы на наличие релевантных исследований (рис. 1).

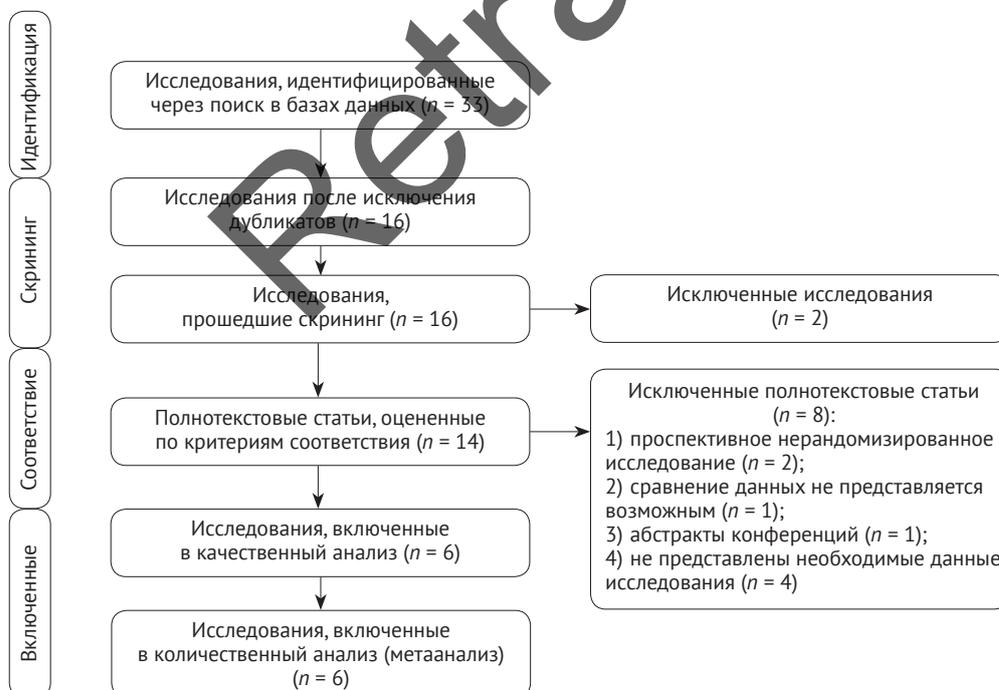


Рис. 1. Стратегия поиска и отбора литературных источников для включения в метаанализ

Fig. 1. Flow chart showing search strategy

Критерии соответствия

С целью сравнения эффективности двух указанных видов оперативных вмешательств определены следующие критерии соответствия литературных источников:

1) включенные исследования: рандомизированные клинические исследования, изучающие результаты применения методик ТА протезом Discover и ПШС у взрослых пациентов с дегенеративным заболеванием шейных МПД и имеющейся клинико-неврологической симптоматикой (радикулоневралгия, радикулоневрит или радикулопатия);

2) виды оперативных вмешательств: исследования, сравнивающие методики ТА шейных МПД протезом Discover и ПШС с применением различных имплантатов;

3) исходы: исследования, анализирующие клинико-инструментальные результаты выполнения указанных видов оперативных вмешательств; уровень качества жизни пациентов, связанный с индексом ограничения движений в шейном отделе позвоночника NDI (Neck Disability Index), выраженность болевого синдрома в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях по визуаль-

ной аналоговой шкале (ВАШ), частота развития нежелательных явлений и дегенерации смежных позвоночно-двигательных сегментов, а также частота повторных оперативных вмешательств;

4) дизайн исследований: включены рандомизированные клинические исследования с оценкой методологического качества по шкале Jadad не менее 3 [14].

Оценка риска предвзятости исследований

Каждое исследование, включенное в наш метаанализ, оценено с помощью опции «Оценка риска предвзятости исследования» программного обеспечения Review Manager 5.3 (The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2014, Дания) по следующим параметрам: 1) генерация последовательности данных; 2) сокрытие данных исследования; 3) использование процедуры ослепления; 4) неполный перечень полученных данных исследования; 5) выборочное представление результатов исследования; 6) иные параметры предвзятости (табл. 1). Суммарные оцененные риски предвзятости для всех исследований разделены на «низкие», «неопределенные» и «высокие» (рис. 2).

Таблица 1

Оценка риска предвзятости исследований, включенных в метаанализ

Исследования	Параметры предвзятости					
	генерация последовательности данных	сокрытие данных исследования	использование процедуры ослепления	неполный перечень полученных данных исследования	выборочное представление результатов исследования	иные параметры
Chen Y. et al., 2013	+	?	?	+	+	+
Luo C. et al., 2015	+	?	?	+	+	+
Rozankovic M. et al., 2017	?	?	?	+	+	+
Shi S. et al., 2016	?	?	?	+	+	+
Skeppholm M. et al., 2015	+	+	+	+	+	+
Sun Q. et al., 2016	+	?	?	+	+	+

+ — низкий риск; ? — неопределенный риск.

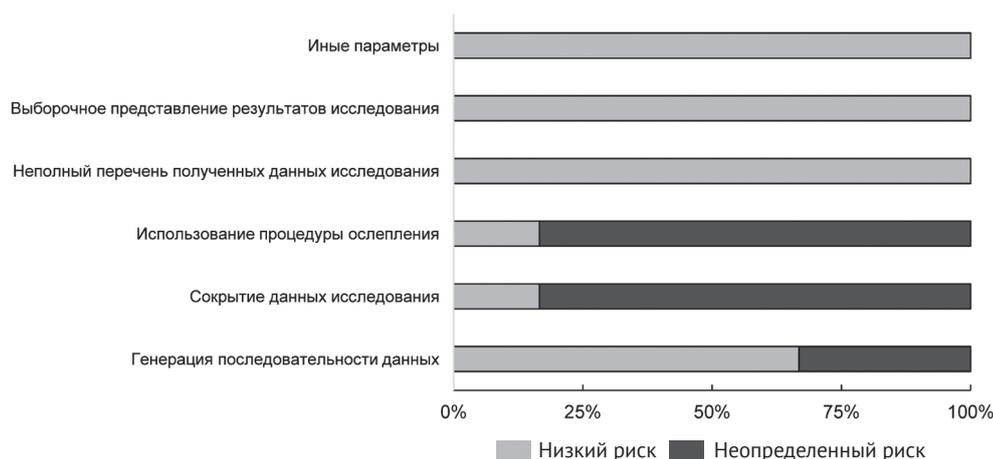


Рис. 2. Суммарные риски предвзятости для всех исследований, включенных в метаанализ

Fig. 2. Risk of bias assessment for all included studies

Статистический анализ данных

Для дихотомических переменных рассчитаны относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (ДИ). Для непрерывных переменных использованы стандартизованная разница средних значений (СРС) и их 95% ДИ с использованием модели случайных эффектов (МСЭ). Степень гетерогенности оценена с помощью коэффициента I². При значении коэффициента I² менее 25% исследования считались гомогенными, от 25 до 50% — низкой степени гетерогенности, от 50 до 75% — умеренной степени, более 75% — высокой степени гетерогенности. Асимметрия исследования анализировалась с помощью построения воронкообразной диаграммы и линейного регрессионного теста Еггера. Древовидные диаграммы

построены с помощью программного обеспечения Review Manager 5.3 (The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, 2014, Дания). Статистически значимыми различия считались при $p \leq 0,05$.

Результаты

Поиск литературных данных

Согласно критериям соответствия, в настоящий метаанализ вошли 6 рандомизированных контролируемых клинических исследований, включающих результаты хирургического лечения 513 пациентов с дегенеративным заболеванием шейных МПД. Общая характеристика исследований, включенных в метаанализ, представлена в таблице 2.

Таблица 2

Общая характеристика исследований, включенных в метаанализ

Исследование	Год	Страна	Кол-во оперированных сегментов	Кол-во пациентов		Средний возраст, лет		Пол (муж/жен)		Период послеоперационного наблюдения, мес.
				ТА	ПШС	ТА	ПШС	ТА	ПШС	
Chen Y. et al. [7]	2013	Китай	1	16	16	43,2	46,5	9/7	8/8	24
Luo C. et al. [8]	2015	Китай	1	34	37	47,2	46,3	18/16	20/17	48
Rozankovic M. et al. [9]	2017	Хорватия	1	51	50	41,3	41,9	25/26	25/25	24
Shi S. et al. [10]	2016	Китай	1	60	68	46,5	47,4	36/35	24/33	24
Skeppholm M. et al. [11]	2015	Швеция	2	81	70	45,3	46,7	40/41	33/37	24
Sun Q. et al. [12]	2016	Китай	2	14	16	46,7	48,1	9/5	11/6	32,4

ТА — тотальная артропластика межпозвонкового диска; ПШС — передний шейный спондилодез.

Во всех исследованиях отражены основные клиничко-инструментальные и интраоперационные параметры; представлена информация о применении искусственного шейного МПД Discover, а также кейджей и костных аутоимплантов для выполнения операции ПШС.

Продолжительность оперативного вмешательства

В трех рандомизированных клинических исследованиях представлена информация о продолжительности оперативных вмешательств [10–12]. Объединенный анализ полученных данных показал, что в группе ТА шейных МПД продолжительность оперативного вмешательства статистически значимо меньше, по сравнению с группой пациентов, которым выполнялась операция ПШС (CPC = -0,71, 95% ДИ: -1,07, -0,36, $p < 0,0001$; I² = 49%) (рис. 3).

Объем кровопотери

Мы включили 3 рандомизированных клинических исследования, сравнивающих объем кровопотери после выполнения операций ТА и ПШС [10–12]. Метаанализ результатов исследований продемонстрировал отсутствие статистически значимых различий в объемах кровопотери между сравниваемыми методиками (CPC = -0,02, 95% ДИ: -0,86, -0,20, $p = 0,89$; I² = 87%) (рис. 4).

Уровень качества жизни по NDI

Во всех исследованиях, включенных в метаанализ, представлена информация об уровне качества жизни пациентов по NDI после выполнения операций ТА и ПШС. Высокие значения уровня качества жизни пациентов по NDI верифицированы как в группе ТА шейных МПД, так и в группе пациентов, которым выполнялась операция ПШС (CPC = -0,33, 95% ДИ: -0,86, 0,20, $p = 0,22$; I² = 87%) (рис. 5).

Выраженность болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника

Информация о выраженности болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях после выполнения ТА МПД шейного отдела позвоночника и ПШС представлена в трех исследованиях [8, 9, 12]. Статистически значимых различий в выраженности болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника между группами не отмечено (CPC = -0,37, 95% ДИ: -1,845, 0,70, $p = 0,50$; I² = 95%) (рис. 6).

Выраженность болевого синдрома по ВАШ в верхних конечностях

В значениях выраженности болевого синдрома по ВАШ в верхних конечностях между группами также не отмечено статистически значимых различий (CPC = -0,47, 95% ДИ: -1,12, 0,18, $p = 0,16$; I² = 87%) (рис. 7).

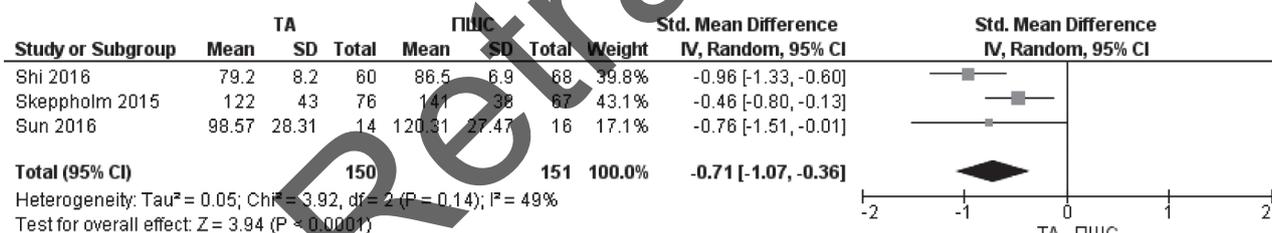


Рис. 3. Продолжительность оперативного вмешательства

Mean — среднее значение; SD — стандартное отклонение; Weight — взвешенный размер эффекта; Total — общее количество пациентов; Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 3. Forest plot for operation time

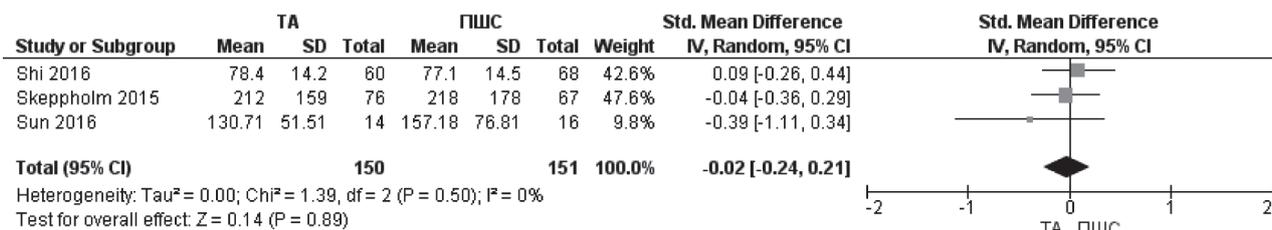


Рис. 4. Объем кровопотери

Mean — среднее значение; SD — стандартное отклонение; Weight — взвешенный размер эффекта; Total — общее количество пациентов; Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 4. Forest plot for blood loss

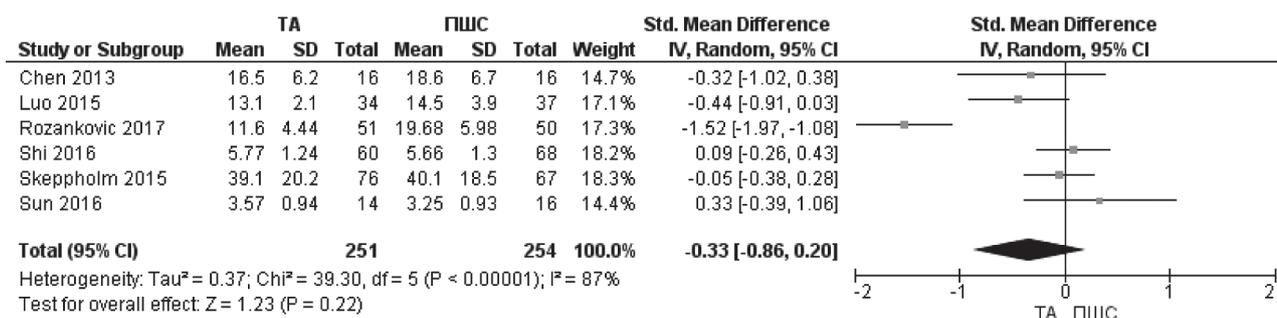


Рис. 5. Уровень качества жизни пациентов по NDI

Mean — среднее значение; SD — стандартное отклонение; Weight — взвешенный размер эффекта; Total — общее количество пациентов; Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 5. Forest plot for NDI score

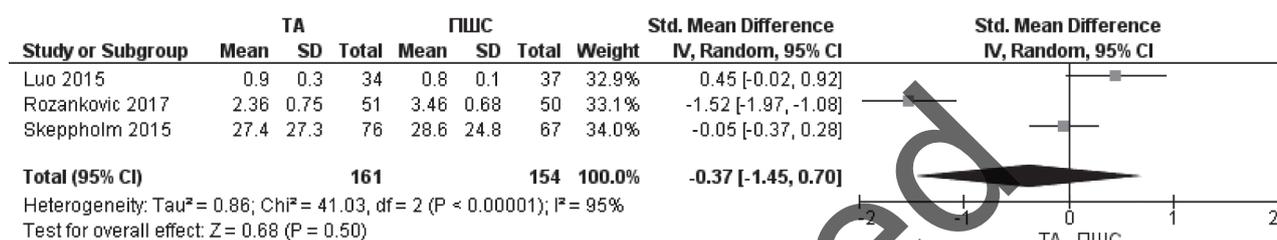


Рис. 6. Выраженность болевого синдрома в шейном отделе позвоночника по ВАШ

Mean — среднее значение; SD — стандартное отклонение; Weight — взвешенный размер эффекта; Total — общее количество пациентов; Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 6. Forest plot for VAS neck pain score

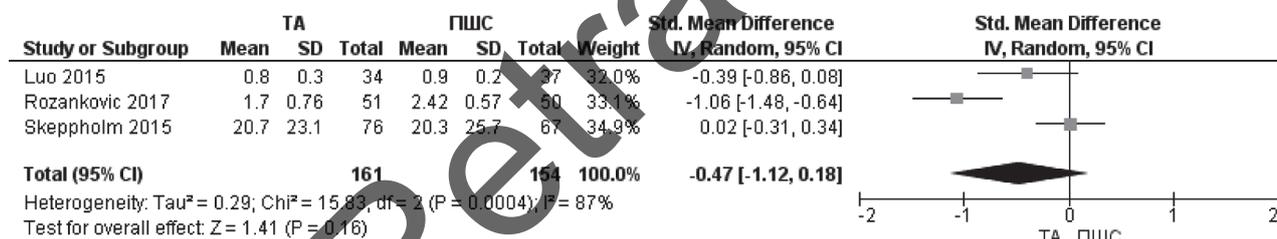


Рис. 7. Выраженность болевого синдрома в верхних конечностях по ВАШ

Mean — среднее значение; SD — стандартное отклонение; Weight — взвешенный размер эффекта; Total — общее количество пациентов; Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 7. Forest plot for VAS arm pain score

Амплитуда движений оперированного позвоночно-двигательного сегмента

В двух проспективных клинических исследованиях представлена информация о значениях амплитуды движений оперированных позвоночно-двигательных сегментов у пациентов, которым выполнены операции ТА шейных МПД и ПШС [8, 10]. Метаанализ результатов исследований наглядно продемонстрировал значимо большие значения амплитуды движений оперированных позвоночно-двигательных сегментов в группе ТА (CPC = 5,28, 95% ДИ: 4,69, 5,88, p < 0,00001; I² = 0%) (рис. 8).

Повторные оперативные вмешательства

Данные о распространенности выполнения повторных оперативных вмешательств представлены в трех исследованиях [8, 9, 11]. Объединенный анализ результатов этих исследований показал отсутствие статистически значимых различий в распространенности выполнения повторных оперативных вмешательств между группами ТА и ПШС (OR = 0,69, 95% ДИ: 0,11, 4,14, p = 0,68; I² = 68%) (рис. 9).

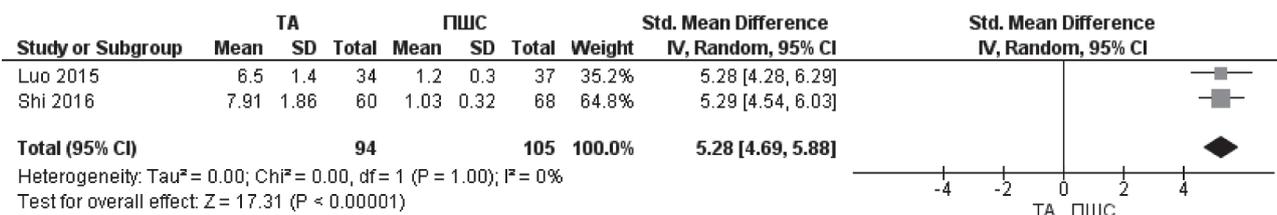


Рис. 8. Амплитуда движений оперированного позвоночно-двигательного сегмента

Mean — среднее значение; SD — стандартное отклонение; Weight — взвешенный размер эффекта; Total — общее количество пациентов; Std. Mean Difference — стандартизированная разница средних значений; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 8. Forest plot for range of motion at operated level

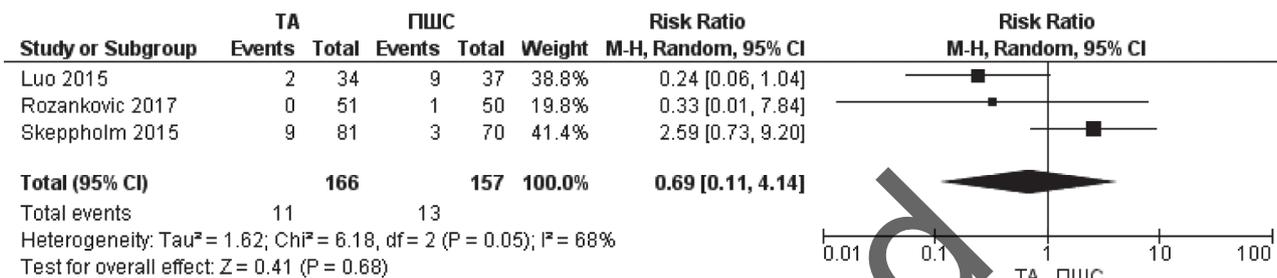


Рис. 9. Частота выполнения повторных оперативных вмешательств

Events — количество случаев; Total — общее количество пациентов; Weight — взвешенный размер эффекта; Risk Ratio — относительный риск; M-H — критерий Мантеля-Хензеля; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 9. Forest plot for secondary surgery

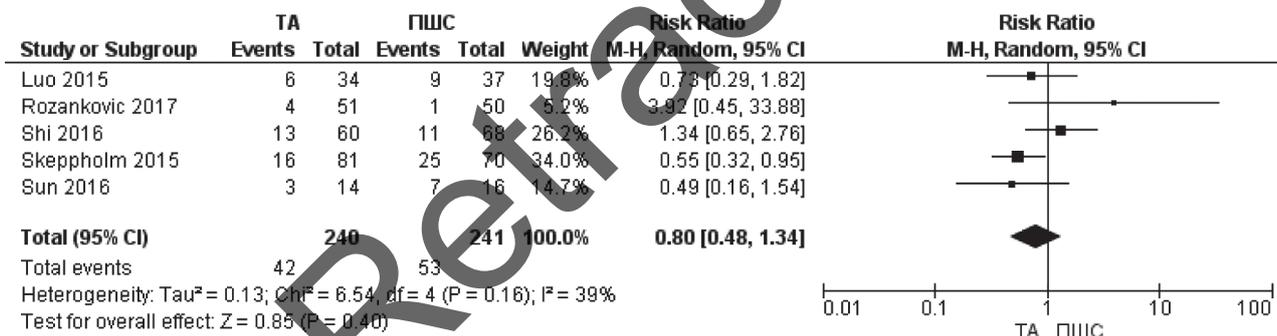


Рис. 10. Распространенность нежелательных явлений

Events — количество случаев; Total — общее количество пациентов; Weight — взвешенный размер эффекта; Risk Ratio — относительный риск; M-H — критерий Мантеля — Хензеля; Random — модель случайных эффектов; 95% CI — 95% доверительный интервал

Fig. 10. Forest plot for adverse events

Нежелательные явления

Информация о частоте нежелательных явлений после операций ТА и ПШС представлена во всех исследованиях, включенных в метаанализ [8–12]. Значимых различий не выявлено (OR = 0,80, 95% ДИ: 0,48, 1,34, p = 0,40; I² = 39%) (рис. 10).

Обсуждение

Поиск литературных источников в базах данных показал наличие нескольких метаанализов, сравнивающих эффективность методик ТА и ПШС в хирургическом лечении дегенеративного забо-

левания шейных МПД. Так, в работе L. Xie с соавторами показано, что ТА является более эффективным методом хирургического лечения пациентов с дегенерацией МПД шейного отдела позвоночника [15]. S. Zou с соавторами [16] доказали, что методика ТА позволяет достигнуть статистически значимо лучших клинических результатов, чем операция ПШС у пациентов с двухуровневым дегенеративным заболеванием шейных МПД [16]. При этом авторы указанных исследований считают, что клиническая эффективность применения ТА шейных межпозвонковых дисков у пациентов

с дегенерацией МПД шейного отдела позвоночника во многом зависит от вида имплантируемых протезов. Безусловно, каждый искусственный МПД имеет отличительные особенности строения, геометрии его составных частей и биомеханики. По этой причине проведение исследований, сравнивающих эффективность использования различных видов протезов, является одной из актуальных задач современной спинальной хирургии.

Согласно результатам нашего метаанализа, продолжительность оперативного вмешательства при выполнении ТА статистически значимо меньше, чем при ПШС. Эти данные противоречат результатам предыдущих исследований [17–19]. Тем не менее, по мнению ряда исследователей, большая продолжительность операций ТА может быть обусловлена особенностью техники установки искусственных протезов межпозвоночных дисков с применением большого количества вспомогательного инструментария, в отличие от операции ПШС. С другой стороны, установка имплантатов при ПШС предполагает использование вспомогательного инструментария [20]. Отметим, что полученные нами данные о продолжительности оперативного вмешательства в сравниваемых группах пациентов не являются убедительными. Это связано с разными методиками установки имплантатов во включенных рандомизированных исследованиях и их высокой степенью гетерогенности.

Некоторые авторы наглядно продемонстрировали, что операция ПШС позволяет достигнуть статистически значимого улучшения качества жизни пациентов по NDI по сравнению с ТА [21, 22]. Необходимо отметить, что метаанализы, подтверждающие значительное улучшение качества жизни пациентов по NDI в группе ПШС имели ряд методологических недостатков дизайна исследования, что не позволяет объективно оценить полученные результаты. Согласно результатам настоящего метаанализа, статистически значимых различий в параметрах уровня жизни пациентов по NDI между группами пациентов не выявлено.

Как известно, одним из основных нежелательных явлений операции ПШС, является дегенерация смежных позвоночно-двигательных сегментов [23]. По мнению R. Davis с соавторами, после выполнения операции ПШС амплитуда движений оперированного сегмента резко снижается, что компенсируется значительным увеличением амплитуды движений смежных позвоночно-двигательных сегментов [24]. В отличие от методики ПШС, ТА позволяет сохранить нормальную биомеханику оперированного сегмента и всего шейного отдела позвоночника в целом, тем самым предотвращая развитие дегенерации смежных позвоночно-двигательных сегментов [25]. В наблюдении S. Yin с соавторами отмечено, что методика ТА

шейных МПД позволяет сохранить физиологический объем движений оперированного сегмента, что подтверждается результатами настоящего метаанализа. Однако для более объективной оценки состояния оперированного и смежных с ним позвоночно-двигательных сегментов необходимо проведение исследований, изучающих биомеханические и кинематические особенности последних.

Выполненный метаанализ проспективных рандомизированных исследований не выявил различий в распространенности нежелательных явлений в исследуемых группах пациентов. Полученные нами данные согласуются с результатами метаанализов S. Lei с соавторами [27], S. Yi с соавторами [28] и M. Qi с соавторами [29]. Отметим, что наиболее распространенным нежелательным явлением и в обеих группах пациентов являлась дисфагия.

Ограничения исследования

Настоящий метаанализ имеет ряд недостатков. Во-первых, в метаанализ включено 6 проспективных рандомизированных клинических исследований с незначительным количеством респондентов, что не могло не отразиться на результатах статистической обработки данных. Во-вторых, большая часть включенных в метаанализ исследований имела краткосрочный период послеоперационного наблюдения, что значительно снижает доказательность результатов. В-третьих, лишь одно рандомизированное исследование имело низкий риск предвзятости по всем параметрам, что также могло повлиять на результаты метаанализа.

Заключение

Выполненный нами метаанализ наглядно продемонстрировал, что методика ТА шейных МПД протезом Discover в сравнении с операцией ПШС обеспечивает значимо большую амплитуду движений в оперированном позвоночно-двигательном сегменте. При этом статистически значимых различий в значениях уровня качества жизни пациентов по NDI, выраженности болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях, а также частоте повторных оперативных вмешательств и нежелательных явлений между сравниваемыми группами респондентов не выявлено. Безусловно, необходимо дальнейшее выполнение метаанализов, включающих методологически качественные рандомизированные клинические исследования с длительным послеоперационным наблюдением за пациентами, которым выполнены операции ТА и ПШС по поводу дегенеративного заболевания шейных МПД.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А., Калинин А.А., Бельх Е.Г. Анализ результатов переднего шейного спондилодеза с использованием гибридного кейджа PCB Evolution за двухлетний период. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2013;77(1):37-54. Byval'tsev V.A., Sorokovikov V.A., Kalinin A.A., Belykh E.G. [Analysis of anterior cervical interbody fusion using plate cage PCB Evolution for a 2 year period]. *Zhurnal "Voprosy neurokhirurgii" imeni N.N. Burdenko* [Burdenko's Journal of Neurosurgery]. 2013;77(1):37-54.
2. Klingler J.-H., Krüger M.T., Sircar R., Kogias E., Scholz C., Volz F. et al. PEEK cages versus PMMA spacers in anterior cervical discectomy: comparison of fusion, subsidence, sagittal alignment, and clinical outcome with a minimum 1-year follow-up. *ScientificWorldJournal*. 2014;2014:398396. DOI: 10.1155/2014/398396.
3. Guan L., Hai Y., Yang J.-C., Zhou L.-J., Chen X.-L. Anterior cervical discectomy and fusion may be more effective than anterior cervical corpectomy and fusion for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:29. DOI: 10.1186/s12891-015-0490-9.
4. Oh C.H., Kim D.Y., Ji G.Y., Kim Y.J., Yoon S.H., Hyun D. et al. Cervical arthroplasty for moderate to severe disc degeneration: clinical and radiological assessments after a minimum follow-up of 18 months: pfirrmann grade and cervical arthroplasty. *Yonsei Med J*. 2014;55(4):1072-1079. DOI: 10.3349/yhj.2014.55.4.1072.
5. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Степанов И.А., Пестряков Ю.Я., Шепелев В.В. Анализ результатов применения тотальной артропластики межпозвоночного диска шейного отдела позвоночника протезом М6-С: мультицентровое исследование. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2017;81(5):46-55. DOI: 10.17116/neuro201781546-55. Byval'tsev V.A., Kalinin A.A., Stepanov I.A., Pestryakov Yu.Ya., Shepelev V.V. [Analysis of the results of total cervical disc arthroplasty using a M6-C prosthesis: a multicenter study]. *Zhurnal "Voprosy neurokhirurgii" imeni N.N. Burdenko* [Burdenko's Journal of Neurosurgery]. 2017;81(5):46-55.
6. Maharaj M.M., Mobbs R.J., Hogan J., Zhao D.F., Rao P.J., Phan K. Anterior cervical disc arthroplasty (ACDA) versus anterior cervical discectomy and fusion (ACDF): a systematic review and meta-analysis. *J Spine Surg.* 2015;1(1):72-85. DOI: 10.3978/j.issn.2414-469X.2015.09.01.
7. Chen Y., Wang X., Lu X., Yang H., Chen D. Cervical disk arthroplasty versus ACDF for preoperative reducible kyphosis. *Orthopedics*. 2013;36(7):958-965. DOI: 10.3928/01477447-20130624-29.
8. Luo C., Qu X., Chen B., Peng Z.Y., Zou Y.G. Cervical disc arthroplasty versus cervical discectomy and fusion for single-level cervical spondylosis: mid-term follow-up of a randomized controlled trial. *Chin J Tissue Engin Res*. 2015;19(9):1358-1364. 10.3969/j.issn.2095-4344.2015.09.008.
9. Rožanković M., Marasanov S.M., Vukic M. Cervical disc replacement with discover versus fusion in a single level cervical disc disease: a prospective single center randomized trial with a minimum two-year follow-up. *Clin Spine Surg*. 2017;30(5):E515-E522. DOI: 10.1097/BSD.000000000000170.
10. Shi S., Zheng S., Li X.F., Yang L.L., Liu Z.D., Yuan W. Comparison of 2 zero-profile implants in the treatment of single-level cervical spondylotic myelopathy: a preliminary clinical study of cervical disc arthroplasty versus fusion. *PLoS One*. 2016;11(7):e0159761. DOI: 10.1371/journal.pone.0159761.
11. Skeppholm M., Lindgren L., Henriques T., Vavruch L., Lofgren H., Olerud C. The Discover artificial disc replacement versus fusion in cervical radiculopathy – a randomized controlled outcome trial with 2-year follow-up. *Spine J*. 2015;15(6):1284-1294. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.02.039.
12. Sun Q., Lei S., Peijia L., Hanping Z., Hongwei H., Junsheng C., Jianmin L. A comparison of zero-profile devices and artificial cervical disks in patients with 2 noncontiguous levels of cervical spondylosis. *Clinical spine surgery*. 2016;29(2):E61-66. DOI: 10.1097/BSD.000000000000096.
13. Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gøtzsche P.C., Ioannidis J.P. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009;62(10):e1-34. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006.
14. Jadad A.R., Moore R.A., Carroll D., Jenkinson C., Reynolds D.J., Gavaghan D.J., McQuay H.J. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials*. 1996;17(1):1-12.
15. Xie L., Liu M., Ding F., Li P., Ma D. Cervical disc arthroplasty (CDA) versus anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) in symptomatic cervical degenerative disc diseases (CDDDs): an updated meta-analysis of prospective randomized controlled trials (RCTs). *SpringerPlus*. 2016;5(1):1188. DOI: 10.1186/s40064-016-2851-8.
16. Zou S., Gao J., Xu B., Lu X., Han Y., Meng H. Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) versus cervical disc arthroplasty (CDA) for two contiguous levels cervical disc degenerative disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Spine J*. 2017;26(4):985-997. DOI: 10.1007/s00586-016-4655-5.
17. Hu Y., Lv G., Ren S., Johansen D. Mid- to long-term outcomes of cervical disc arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion for treatment of symptomatic cervical disc disease: a systematic review and meta-analysis of eight prospective randomized controlled trials. *PLoS One*. 2016;11(2):e0149312. DOI: 10.1371/journal.pone.0149312.
18. Wu A.-M., Xu H., Mullinix K.P., Jin H.M., Huang Z.Y., Lv Q.B. et al. Minimum 4-year outcomes of cervical total disc arthroplasty versus fusion: a meta-analysis based on prospective randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(15):e665. DOI: 10.1097/MD.0000000000000665.
19. Rao M.J., Nie S.P., Xiao B.W., Zhang G.H., Gan X.R., Cao S.S. Cervical disc arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion for treatment of symptomatic cervical disc disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015;135(1):19-28. DOI: 10.1007/s00402-014-2122-5.
20. Yang B., Li H., Zhang T., He X., Xu S. The incidence of adjacent segment degeneration after cervical disc arthroplasty (CDA): a meta analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2012;7(4):e35032. DOI: 10.1371/journal.pone.0035032.
21. Hisey M.S., Bae H.W., Davis R.J., Gaede S., Hoffman G., Kim K.D. et al. Prospective, randomized comparison of cervical total disk replacement versus anterior cervical fusion: results at 48 months follow-up. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28(4):E237-243. DOI: 10.1097/BSD.000000000000185.

22. Phillips F.M., Geisler F.H., Gilder K.M., Reah C., Howell K.M., McAfee P.C. Long-term outcomes of the US FDA IDE prospective, randomized controlled clinical trial comparing PCM cervical disc arthroplasty with anterior cervical discectomy and fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(10):674-683. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000869.
23. Burkus J.K., Traynelis V.C., Haid R.W. Jr., Mummaneni P.V. Clinical and radiographic analysis of an artificial cervical disc: 7-year follow-up from the Prestige prospective randomized controlled clinical trial: Clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2014;21(4): 516-528. DOI: 10.3171/2014.6.SPINE13996.
24. Davis R.J., Kim K.D., Hisey M.S., Hoffman G.A., Bae H.W., Gaede S.E. et al. Cervical total disc replacement with the Mobi-C cervical artificial disc compared with anterior discectomy and fusion for treatment of 2-level symptomatic degenerative disc disease: a prospective, randomized, controlled multicenter clinical trial: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2013;19(5):532-545. DOI: 10.3171/2013.6.SPINE12527.
25. Nunley P.D., Jawahar A., Kerr E.J.3rd, Gordon C.J., Cavanaugh D.A., Birdsong E.M., et al. Factors affecting the incidence of symptomatic adjacent-level disease in cervical spine after total disc arthroplasty: 2- to 4-year follow-up of 3 prospective randomized trials. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(6):445-451. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822174b3.
26. Yin S., Yu X., Zhou S., Yin Z., Qiu Y. Is cervical disc arthroplasty superior to fusion for treatment of symptomatic cervical disc disease? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(6):1904-1919. DOI: 10.1007/s11999-013-2830-0.
27. Lei S., Ning G.-Z., Tang Y., Wang Z., Luo Z.-J., Zhou Y. Discover cervical disc arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion in symptomatic cervical disc diseases: A meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(3):e0174822. DOI: 10.1371/journal.pone.0174822.
28. Yi S., Kim K.N., Yang M.S., Yang J.W., Kim H., Ha Y. et al. Difference in occurrence of heterotopic ossification according to prosthesis type in the cervical artificial disc replacement. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(16):1556-1561. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c6526b.
29. Qi M., Chen H., Cao P., Tian Y., Yuan W. Incidence and risk factors analysis of heterotopic ossification after cervical disc replacement. *Chin Med J (Engl)*. 2014;127(22):3871-3875.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бывальцев Вадим Анатольевич — д-р мед. наук, заведующий кафедрой нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»; руководитель Центра нейрохирургии, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажи́рский»; заведующий научно-клиническим отделом нейрохирургии и ортопедии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», профессор кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии, ФГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования», Иркутск, Россия

Степанов Иван Андреевич — аспирант кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск, Россия

Алиев Марат Амангелдиевич — докторант кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск, Россия

Аглаков Бахыт Мейрамханович — аспирант кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск, Россия

Юсупов Бобур Рузбаевич — аспирант кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск, Россия

Шепелев Валерий Владимирович — докторант кафедры нейрохирургии и инновационной медицины, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Vadim A. Byvaltsev — Dr. Sci. (Med.), head of Neurosurgery and Innovative Medicine Department at Irkutsk State Medical University; chief of Neurosurgery in the JSC «Russian Railways»; head of Neurosurgical Center at Road Clinical Hospital at «Irkutsk-Passazhirskiy» Station; vice-president of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology; professor of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Ivan A. Stepanov — postgraduate student, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Marat A. Aliyev — doctoral student, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Bakhyt M. Aglakov — postgraduate student, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Bobur R. Yussupov — postgraduate student, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Valerii V. Shepelev — doctoral student, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russian Federation

Сухожильный шов Кюнео – история одной публикации

Д.Г. Наконечный¹, А.Н. Киселева¹, А. Cambon-Binder²

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

² Saint Antoine Hospital, Paris, France

Реферат

В России и странах ближнего зарубежья шов сухожилия по Кюнео широко применяется до сих пор благодаря прочности и простоте выполнения, а его схематическое можно найти в большинстве русскоязычных учебников по оперативной хирургии. При этом за рубежом шов Кюнео малоизвестен и практически не применяется в клинической практике, а методике наложения этого шва часто приписывается авторство Стерлинга Беннеля. Однако техника сухожильного шва, предложенная Беннелем, не соответствует известной нам схеме шва Кюнео, а шов Кюнео не может быть наложен с использованием предложенного Беннелем сухожильного зажима. Для подтверждения правомерности использования имени Кюнео в названии сухожильного шва авторы приводят перевод статьи Б. Кюнео и А. Тельхефера, в которой описан клинический случай применения шва сухожилия сгибателя пятого пальца.

Ключевые слова: хирургия кисти, сухожильный шов, повреждение сухожилий сгибателей пальцев кисти, *fexor tendon repair, tendon suture, flexor tendon leasure.*

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-148-154

Cuneo tendinous suture – the story of one publication

D.G. Nakonechny¹, A.N. Kiseleva¹, A. Cambon-Binder²

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

² Saint Antoine Hospital, Paris, France

Abstract

In Russia and in post-Soviet countries tendon Cuneo suture is still widely known and is applied in clinical practice because of its strength and simplicity. One can find its sketch along with the sketches of Rozov and Kozakov sutures in most Russian handbooks on operative surgery. In foreign literature, however, this term is never used, and the authorship of the technique is attributed to S. Bunnell. According to the original source, the tendon suture technique suggested by S. Bunnell is different from that of B. Cuneo. Likewise, Cuneo tendon suture cannot be applied with the use of tendon forceps, as suggested by S. Bunnell. Besides, to confirm proper use of B. Cuneo's name in the case of the tendon suture in question, we cite an adapted translation of a certain paper by B. Cuneo and A. Tailhefer, devoted to a case study where the authors used suture of flexor tendon of little finger. We also provide historical background, concerning some interesting facts and people relevant to the topic.

Keywords: hand surgery, tendon suture, damage to flexor tendons of fingers, *fexor tendon repair, tendon suture, flexor tendon leasure.*

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

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

We thank E.T. Samitova for translating the article „Cunéo B., Tailhefer. Surun cas de suture secondaire des tendons flechisseurs ducinquieme doigt“.

Наконечный Д.Г., Киселева А.Н., Cambon-Binder А. Сухожильный шов Кюнео – история одной публикации. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):148-154. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-148-154.

Cite as: Nakonechny D.G., Kiseleva A.N., Cambon-Binder A. [Cuneo tendinous suture – the story of one publication]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):148-154. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-148-154.

Наконечный Дмитрий Георгиевич / Dmitrii G. Nakonechny; e-mail: dnakonechny@rniito.ru

Рукопись поступила/Received: 19.10.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 30.11.2018.

Пожалуй, в России нет хирурга, не представляющего, как выглядит, по крайней мере на схеме, сухожильный шов Кюнео¹. Его изображение, обычно рядом со швом Розова, есть в каждом российском учебнике по оперативной хирургии, в том числе в руководствах советского периода [1, 2]. Многие отечественные хирурги и сейчас предпочитают шов Кюнео благодаря простоте выполнения и хорошим прочностным характеристикам. Однако в учебниках мы не нашли ссылок на работу автора, в которой он этот шов описывает. Не удалось их найти и периодической научной литературе. Подобная проблема возникала ранее и у других исследователей. Это обстоятельство заставило некоторых из них усомниться в существовании оригинальной публикации с описанием этого вида шва и, соответственно, в авторстве Бернарда Кюнео [3].

Есть мнение, что этот сухожильный шов был впервые предложен американским хирургом Стерлингом Бюннелем². Иногда используется название с двумя фамилиями (Bunnell–Cuneo). Причем, скорее не для соблюдения исторической справедливости, а для упрощения понимания термина читателями. Нас это тоже не оставило равнодушными, и мы решили обратиться к первоисточникам.

Отметим, что шов, описанный С. Бюннелем в его первой статье со словесным описанием метода наложения шва с использованием специального инструментария (клипсы для удержания сухожилия) и фотографией уже наложенного шва *in vitro* [6], внешне совершенно не похож на тот шов, который в нашей учебной литературе принято называть швом Кюнео. В упомянутом описании шов начинается с проведения иглы через сухожилие перпендикулярно последнему. Затем с одной стороны производится вкол иглы и проведение по диагонали и вниз через толщу сухожилия и выведение иглы в одной из щелей клипсы (внешне напоминающей заколку для волос «краб»), после чего по поверхности сухожилия в перпендикулярном ему направлению игла переводится обратно на сторону вкола, и процедура повторяется до выведения иглы в срез



Профессор Б. Кюнео
Professor B. Cuneo

из конца сухожилия. Аналогично поступают с другим концом нити, а затем так же прошивают и второй конец сухожилия. Наконец, нити связываются попарно на срезе участка. Шов на рисунке 1 а, выполненный точно по описанию С. Бюннеля, похож на шов с фотографии, опубликованной самим С. Бюннелем [6].

В своей следующей статье, посвященной тендопластике, С. Бюннелль пишет, что, проводя нить по поверхности в щели клипсы, достаточно захватить «некоторое количество волокон» [7]. Оба эти описания подразумевают технику, отличную от

привычной нам методики шва Кюнео. Последняя имеет ощутимые преимущества, поскольку нить проводится в толще сухожилия, что снижает адгезию, а также в меньшей степени нарушает внутрисуставное кровоснабжение сшитого сухожилия (рис. 1 б). Однако теоретически прочностные качества этого вида шва должны быть ниже по сравнению со швом, описанным С. Бюннелем, из-за отсутствия блокирующих петель, о важной роли которых было написано значительно позже [8].

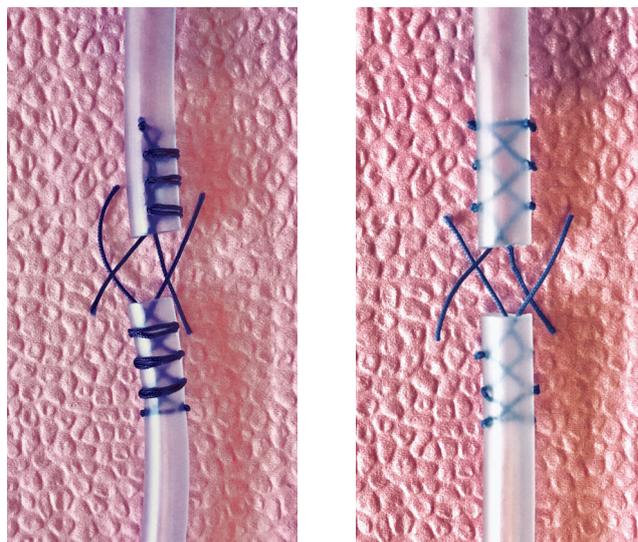


Рис. 1. Сухожильные швы Бюннелля (а) и Кюнео (б) на макете *in vitro*

Fig. 1. Tendon sutures of Bunnell (a) and Cuneo (b) on the layouts *in vitro*

¹ Бернард Кюнео (Bernard Joseph Cunéo, 1873–1944) — французский хирург и анатом. На родине более известен своими научными трудами по анатомии [4]. В процессе работы с библиографией нам попала лишь одна (кроме приведенной ниже) публикация, имеющая отношение к кисти — она посвящена физиологии кистевого сустава [5]. В годы, соответствующие клиническому наблюдению, он руководил отделением в госпитале Ларибуазьер (фр. Hôpital Lariboisière) в Париже.

² Стерлинг Бюннелль (Sterling Bunnell, 1882–1957) — американский хирург. Популяризировал хирургию кисти как отдельную дисциплину, основал Американское общество хирургов кисти (American Society for Surgery of the Hand), ставшее впоследствии базой для формирования Международного общества хирургов кисти.

По нашему мнению, имя С. Бюннелля было ошибочно приписано этому шву из-за схожести схемы проведения нитей в одном из концов сухожилий в предложенном им позже съёмном проволочном сухожильном шве [9]. К тому же в первых двух статьях С. Бюннель не приводит схем наложения шва, а дает лишь словесное описание и малоинформативные фотографии шва *in vitro*, по которым трудно воспроизвести процедуру. Понятная читателям схема появляется в книге С. Бюннелля (1944), и на ней изображен упомянутый выше съёмный шов. Но к тому времени термин «шов Кюнео» с известной нам схемой уже был распространен, во всяком случае, в Советском Союзе. Таким образом, нам удалось убедиться в ошибочности изображения шва Бюннелля, принятого в литературе. Однако авторство Б. Кюнео нам в полной мере подтвердить пока не удалось. Первоисточником, упоминающим «тот самый» сухожильный шов, благодаря которому авторство может быть приписано Б. Кюнео, является крайне редко цитируемая статья с описанием клинического наблюдения восста-

новления сухожилия в соавторстве с Тельхефером³. В этой статье не приведено схем, описания или фотографий шва. Есть лишь единственное сравнение, которое его характеризует — «шнуровка ботинка». Причем, эта характеристика больше подошла бы для истинного шва Бюннелля.

Тельхефер в своей последующей работе уже не только придерживается философии С. Бюннелля, предпочитая тендопластику шву [10], но и, как пишет его руководитель А. Муше [11], использует инструмент, аналогичный описанному в статье С. Бюннелля⁴. Сам же Б. Кюнео отмечает, что более подробное описание есть в диссертации его ученика Ф. Ла Марньера⁵. Подробное описание методики наложения сухожильного шва по методу Кюнео нам встретилось в исполнении Мориса Казэна (Maurice Cazin) [12]. Он рекомендовал выполнять его следующим образом: сухожилие пронизывают фронтально нитью с иглами на обоих концах в 1,5 см от края. Затем одну из игл от места выхода вводят в сухожилие, пронизывая его вниз и косо так, чтобы вывести углу на противоположной стороне



Сотрудники и интерны госпиталя Сент-Луи: во втором ряду второй слева А. Тельхефер

Staff members and interns of St. Louis Hospital: second from the left in the second row is A. Tailhefer

³ В оригинальном тексте статьи ни в списке авторов, ни в тексте не указаны инициалы Тельхефера. Однако из следующего за статьей отзыва становится ясно, что он являлся ассистентом доктора Муше (A. Mouchet, 1869–1963), в те годы — заведующего отделением детской хирургии госпиталя Сент-Луи в Париже, известного нам благодаря описанию синдромов, получивших его имя: Mouchet I и Mouchet II. В дальнейшем они с Тельхефером были соавторами монографии по травматологии. Тельхефер (Emile Marie André Tailhefer, 1896–1963) через 3 года написал диссертацию, посвященную технике восстановления сухожилий (сгибателей и разгибателей) пальцев кисти, впоследствии стал известен работами в хирургической онкологии. Интересен факт, что Тельхефер являлся не только соавтором, но и пациентом в описанном ниже клиническом наблюдении.

⁴ Справедливости ради отметим, что Тельхефер в своей последующей работе ссылается на методику С. Бюннелля по публикации М. Ислена (Marc Iselin, 1898–1987). Было бы странно, если бы оказалось, что в этой статье не упомянуто имя М. Ислена, считающегося продюсером идей С. Бюннелля и пионером хирургии кисти как направления во Франции. Однако важно отметить, что во время, соответствующее выполнению описанной ниже операции, М. Ислен был интерном.

⁵ Доктор Филипп де Ла Марньер (Daniel-Robert Phelippes de La Marnierre) в 1924 г. защитил диссертацию, посвященную восстановлению сухожилий сгибателей пальцев кисти. Проходил интернатуру в госпитале Ларибуазьер.

на 5 мм дистальнее выхода второй половины нити, которую, в свою очередь, аналогично вниз и косо проводят на противоположную сторону. Маневр повторяют еще раз, затем выводят иглы в срез сухожилия. Аналогично прошивают второй конец, затем стягивают и связывают концы нитей. Учитывая, что данное описание прозвучало в рамках обсуждения современных на тот момент подходов в лечении повреждений сухожилий в присутствии оппонентов Б. Кюнео, а также соавтора, Тельхефера, его можно считать подлинным, и, соответственно, авторство Б. Кюнео подтвержденным современниками фактом. Это описание вполне соответствует привычному нам схематическому изображению.

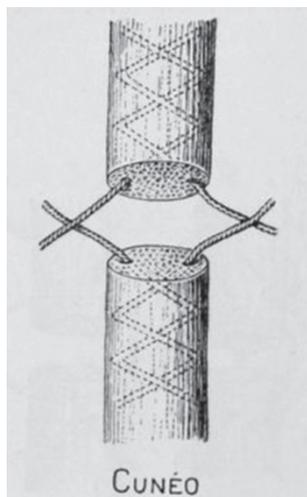


Рис. 2. Шов Кюнео (из статьи А. Dychno) [13]

Fig. 2. Cuneo tendon suture (from the article of A. Dychno) [13]

ресна не только для подтверждения факта существования авторской методики наложения шва. В ней дано подробнейшее описание техники операции и указано, что при соблюдении определенной тщательности в проведении операции и последующей реабилитации, возможно добиться отличного результата при первичном шве сухожилий сгибателей пальцев кисти. Дело в том, что авторитетными хирургами того времени, такими как Бюньель, Ислен и Масон [7, 14, 15], пропагандировался более осторожный подход, с предпочтением вторичного восстановления сухожилия с помощью трансплантата.

Сама же схема сухожильного шва Кюнео нам попадалась только у русскоязычных авторов, в т. ч. в иностранной периодической литературе, например, в статье А.М. Дыхно⁶, опубликованной в 1937 г. в журнале «*Lyon Chirurgial*» (рис. 2) [13].

Следуя инструкции, мы выполнили данный шов на макете и приводим его на рисунке 1b, чтобы сравнить со швом Бюньеля, а также со схемой, знакомой хирургам по русскоязычной учебной литературе.

Стоит отметить, что статья Б. Кюнео инте-

Разночтения в трактовке понятия «шов Кюнео», популярность в России не только этого термина, но и подразумеваемой под ним манипуляции, а также трудности, которые возникли у нас и наших коллег при библиографическом поиске, обусловили наше решение предоставить русскоязычным читателям возможность ознакомиться с первоисточником. Ниже мы приводим адаптированный перевод этой публикации [16].

Опыт выполнения вторичного шва сухожилий сгибателя пятого пальца⁷

Б. Кюнео, Тельхефер

Сообщение, которое наш молодой коллега господин Тельхефер и я имеем честь адресовать вам, касается раздела повреждения сухожилий кисти. Приводим следующее наблюдение.

Несчастный случай произошел 14 февраля 1925 года. Осколок стекла рассекает локтевой край левой кисти со стороны дистальной ладонной складки. Рана практически достигает тыльной стороны кисти с одной стороны и самой ладони, вплоть до четвертого луча, с другой стороны. Тут же констатируется повреждение обоих сухожилий сгибателей пятого пальца. Спустя два часа после несчастного случая под региональной анестезией локтевого канала запястья и местной анестезией кисти, после обработки и очистки раны, классическим способом был произведен сухожильный шов с помощью поддерживающей нити и узелков. Рассеченная капсула пятого пястно-фалангового сустава была сшита, гипотенарные мышцы восстановлены. Но при первом вмешательстве хирург обнаружил лишь центральный конец глубокого сгибателя, удерживаемого соответствующей червеобразной мышцей, и выполнил его шов с периферическими концами сухожилий и глубокого, и поверхностного сгибателей.

Палец иммобилизировали в положении сгибания, в течение 48 часов бинт обеспечивал дренаж раны. Двое суток наблюдалось легкое промокание повязки с температурой 38,5°, затем все пришло в норму. На семнадцатый день была предпринята попытка привести в движение палец и фаланги, а также выполнить разгибание. В последующие дни третья фаланга слегка согнулась, затем движения стали невозможны. По истечении месяца ситуация не изменилась: пассивное движение возможно, тугоподвижность суставов отсутствует, разгибание ограничено приблизительно до 100°, можно добиться активного сгибания только первой (основной) фаланги пальца. Электродиагностика, проведенная 20 марта

⁶ Дыхно Александр Михайлович, в то время ассистент кафедры факультетской хирургии Ростовского медицинского института. В 1935 г. защитил диссертацию кандидата медицинских наук на тему «Артериальное кровоснабжение сухожилий и сухожильных влагалищ предплечья кисти и пальцев».

⁷ Адаптированный перевод оригинальной статьи: Cunéo B., Tailhefer. Sur un cas de suture secondaire des tendons flechisseurs ducinquieme doigt // Bulletin set memoires de la societe de chirurgie. 1925. Vol. 51. P. 959-963. Перевод выполнен Е.Т. Самитовой; научный редактор перевода Д.Г. Наконечный.

в больнице Сальпетриер⁸ доктором Бургиньёном⁹, выявила атрофию длинных мышц сгибателей (*сноска* — мышц сгибателей пальцев).

Именно тогда этот случай и был представлен профессору Кюнео. Фиброзный, затрудняющий разгибание рубец, отсутствие чувствительности на всем участке поверхностной ветви локтевого нерва. Любой контакт с областью рубца крайне неприятен и провоцирует болезненные покалывания, что заставляет думать о существовании небольшой невромы. Более того, в этой области присутствуют некоторые трофические нарушения: истонченная, блестящая и более красная, чем на соседних участках, кожа. Хирургическое вмешательство признано необходимым, но перенесено на месяц или более в целях улучшения состояния кожи массажами и ионизацией. За 25 сеансов удалось добиться блестящих результатов.

6 мая 1925 года профессором Б. Кюнео была проведена операция под общей анестезией эфиром. После резекции рубцовой ткани обнаружилось, что сухожилие глубокого сгибателя состоятельно, и к месту шва сухожилия глубокого сгибателя прирос периферический конец сухожилия поверхностного сгибателя в том виде, как это сухожилие и было подшито во время первой операции. Сухожилия были освобождены от сращений, и после длительной и трудной процедуры глубокий сгибатель был полностью отделен от фиброзной ткани. Благодаря надрезу запястной связки был обнаружен центральный конец поверхностного сгибателя, который вывели в рану на ладони через карпальный канал, используя катетер. Затем сухожилие поверхностного сгибателя сшили льняной нитью способом «шнуровки ботинок», уже описанным профессором Б. Кюнео в научном труде де Ла Марньера, и изолировали сухожилия искусственными оболочками, сделанными из животных плёнок по Роллану. К этому моменту доктор Бургиньён провел электродиагностику, чтобы подобрать оптимальную длину сшитых сухожилий: поверхностный сгибатель, который только что был сшит, функционирует нормально, с максимальным результатом, в то время как длина глубокого сгибателя оказалась чрезмерной. Тем не менее, поскольку это сухожилие зарубцевалось после первого вмешательства, его не стали пытаться укоротить, рассчитывая на последующую функциональную адаптацию. Затем частично удалили неврому поверхностной ветви локтевого нерва и имплантировали в его основание обнаруженный (прежде) периферический конец собственного пальцевого нерва пятого пальца, не будучи уверенными в его точной идентификации. Наконец, укрыли ладонный дефект кожи при по-

мощи индийской пластики лоскутом, выкроенным на тыльной поверхности кисти вдоль локтевого края.

Область кисти, откуда пересадили фрагмент кожи, здорова и в ближайшее время восстановится. В положении неполного сгибания была выполнена иммобилизация. Продолжительность операции составила три четверти часа, что является, несомненно, важной частью успеха — хирургия должна быть предельно скрупулезной.

Мобилизация началась на шестой день, спонтанные движения первых двух фаланг — безупречны, движения же третьей фаланги сперва еле заметны, но с каждым днем амплитуда увеличивается. Ежедневно проводятся двухчасовые упражнения для активной мобилизации наряду с массажами и недельным курсом ионизации. Через месяц после хирургического вмешательства движения пришли в норму настолько, что стало возможно играть на скрипке, а это требует от пятого пальца напряженной флексии. 22 июня под местной анестезией было проведено иссечение дистальной части трансплантата, которая деформировалась в неблагоприятный отросток. 3 июля удалили тыльный кожный рубец, возникший на донорском месте. Эту зону закрыли путем мобилизации соседней кожи и пересадки по Тиршу. В то же время сухожилие разгибателя было освобождено от нескольких спаек. Движения были восстановлены в тот же день и стали более свободными.

В августе, через три месяца после выполнения шва, движения фаланг настолько безупречны, что можно говорить о полном восстановлении их амплитуды и движений самого пальца. Чувствительность стала появляться уже спустя полтора месяца после выполнения шва. В настоящее время чувствительность распространяется за пределы половины дистальной фаланги, и только анестезия пульпы пальца сохраняется. Полное восстановление чувствительности остается лишь вопросом нескольких недель.

Если мы и смеем надеяться, что это скромное, при первом приближении, наблюдение могло бы, тем не менее, на некоторое время привлечь ваше внимание, то только потому, что у нас сохранилось воспоминание о том пессимизме, с которым велась дискуссия на тему шва сгибателей пальцев два или три года назад. По итогам той дискуссии казалось, что шов сухожилий сгибателей, а особенно в зоне синовиальных каналов, обречен на провал.

Должен признаться, что тогда я разделял эту пессимистичную точку зрения, но с тех пор, как я накладываю сухожильные швы по строго выстроенной в мельчайших деталях схеме, я всегда добиваюсь успеха, даже

⁸ Больница Сальпетриер (фр. Hôpital de la Salpêtrière) — старинная больница в Париже, ныне университетский больничный комплекс.

⁹ Бургиньён Д.Г. (Bourguignon D.G.) — французский нейрофизиолог, в своей монографии [17], посвященной электростимуляции среди клинических наблюдений, описывает очень похожий случай. Однако клиническое наблюдение датировано раньше, чем указано в этой статье. Вероятно, упомянутое Б. Кюнео сотрудничество при хирургии сухожилий действительно могло носить постоянный характер.

в тех случаях, которые могут выглядеть совершенно неблагоприятными.

Не вдаваясь в детали этой схемы, которая описана в диссертации моего ученика Ла Марньера, я выделю следующие моменты:

В первую очередь необходимо, чтобы кожные покровы области шва были в настолько хорошем состоянии, насколько это возможно, поскольку возникает частая необходимость в предварительной или одномоментной кожной пластике.

С другой стороны, важно полностью восстанавливать нормальное анатомическое положение. Слаженность сухожилий сгибателей пальцев настолько тонка, что восстановление целостности сухожилий посредством приблизительных процедур приводит практически неизбежно к неудаче.

На примере только что приведенного случая шов периферических концов обоих сухожилий и центрального конца сухожилия глубокого сгибателя, а priori, ни к чему позитивному не должен был привести. В самом деле, длина сухожилий сгибателей отрегулирована до миллиметра. Она строго соотносится с длиной контрактной сократившейся части мышцы и индивидуальна для каждого сгибателя. Замена сухожилия на другое невозможна без коррекции длины, важность которой мы пока недооцениваем.

На основании опыта мы можем говорить о значимости подбора нормальной длины: у одного из наших пациентов сохранение вновь образованного сухожильного регенерата на центральном конце, удлиняющего его всего на два миллиметра, оказалось достаточным, чтобы нарушить функционирование сухожилия, на которое был наложен шов.

После того, как был наложен временный шов во время самой операции, необходимо позаботиться о том, чтобы вызвать сокращение мышцы с целью регулировки длины сухожилия. Если больного оперируют под региональной анестезией, можно прибегнуть к произвольному сокращению. Поскольку в различных случаях я использую общую анестезию, я прибегаю к помощи своего друга Бургиньона, чтобы с осторожностью, необходимой в таких случаях, вызвать сокращение различных мышц путем электростимуляции.

На мой взгляд, самым лучшим швом является шов «шнуровка ботинка». Я использую шелковую или тончайшую, но сверхпрочную льняную нить, которую необходимо смазывать растительным маслом. Можно использовать прямые или слегка изогнутые иглы. Из изогнутых я предпочитаю офтальмологические. Шов «шнуровкой» дает прекрасную коаптацию, прочное соединение, он держится во время тракции и не вызывает никаких утолщений в месте шва.

Не стоит пренебрегать, при возможности, восстановлением синовиального влагалища, при этом не сужая его. Если это возможно, я создаю искусственную синовиальную оболочку, оборачивая шов кишечной пленкой по Роллану, изготовленной Лемланом. Многочисленные

опыты показали мне, что такие мембраны мешают проникновению и адгезии соединительно-тканых компонентов на сухожилие, позволяя ему сдвигаться в глубину канала. Края искусственного влагалища необходимо прикрепить к соседним участкам, чтобы избежать гофрирования, подобно складкам аккордеона во время движения сухожилия.

К техническим моментам, касающимся наложению шва на сухожилия, думаю, необходимо добавить несколько слов о шве нервных волокон, представляющих предположительно медиальный коллатеральный нерв пятого пальца с центральным концом, в котором содержится неврома. В отличие от классических подходов, во время наложения шва на нервные волокна, я не удаляю неврому. Я довольствуюсь тем, что вскрываю ее с торцевой стороны, где находится клубок волокон. Я сохраняю ту часть центрального конца, где сосредоточены прямые волокна и периферические оболочки, на дистальном конце которых я накладываю шов, что и позволяет шву оставаться на достаточном расстоянии от места контакта обоих концов. Именно этой технике я обязан относительной быстротой восстановления чувствительности

Шов кожных покровов должен накладываться с предельной осторожностью, а любой дренаж, по возможности, исключен. Бережный уход и полная обездвиженность необходимы в течение недели. Накладывать же гипс, мне кажется, бессмысленно.

Не считаю необходимым говорить о значимости, несомненно существенной, последующего лечения. Массаж, разработка пассивных и активных движений, прогревание, ионизация, все известные средства должны быть использованы, чтобы как можно быстрее вернуть оперированному органу его естественную гибкость.

Всем известно, что главную роль в операциях такого рода играют благоразумие, смелость и терпение пациента. Как и в артропластике, успех зависит на 50% от этих качеств. Об этом даже не стоит много говорить.

Этот потрясающий результат, о котором мы вам рассказали, и о котором вы теперь можете судить сами, способен побороть пораженческие взгляды в области наложения шва на сгибатели кисти и пальцев, взгляды, разделяемые пока слишком многими!

В литературе того времени, посвященной восстановлению сухожилий сгибателей, многие авторы отдавали предпочтение тендопластике глубокого сгибателя с целью минимальной травматизации фиброзного канала и облегчения скольжения. Кюнео в некоторой степени противопоставляет это наблюдение популярным подходам. Однако, как показало время, а также наши трудности в поиске, его голос не был услышан и затерялся среди множества публикаций и выступлений специалистов, расширяющих показания к выполнению тендопластики. Даже пациент, который был соавтором этой статьи Б. Кюнео с отличным результатом — Тельхефер, вдохновившись темой

восстановления сухожилий, в последующей работе увлекся «современным» подходом С. Бюннеля, во Франции транслируемым М. Изелином. В сущности, этот метод отражал тенденцию улучшения общей статистики результатов за счет предпочтения замены поврежденного органа (тендопластика) восстановлению анатомии (шов сухожилия), несмотря на потерю естественной биомеханики и проприоцепции. Подход же проф. Б. Кюнео подразумевал скрупулезное восстановление анатомии, а также строгий послеоперационный режим, лечебную физкультуру, физиотерапию, по необходимости ревизионные операции. В данном случае их понадобилось еще две, но это обеспечило пациенту возможность не только играть на скрипке, но и сделать карьеру хирурга. Бум первичного сухожильного шва начался только спустя 20 с лишним лет после выступления С. Вердана (C. Verdan) [18] и открытия пенициллина.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Выражаем благодарность Е.Т. Самитовой за перевод статьи «Cunéo B., Tailhefer. Sur un cas de suture secondaire des tendons flechisseurs ducinquieme doigt».

Литература [References]

1. Розов В.И. Повреждения сухожилий кисти и пальцев и их лечение. М.: Медгиз; 1952. 192 с. Rozov V.I. [Damage to the tendons of the hand and fingers and their treatment]. Moscow: Medgiz; 1952. 192 p. (In Russ.).
2. Островерхов Г.Е., Лубоцкий Д.Н., Бомаш Ю.М. Курс оперативной хирургии и топографической анатомии. М.: Медгиз; 1963. 739 с. Ostroverkhov G.E., Lubotsky D.N., Bomash Yu.M. [The course of operative surgery and topographic anatomy]. Moscow: Medgiz; 1963. 739 p. (In Russ.).
3. Грицюк А.А., Середя А.П. Ахиллово сухожилие. РАЕН; 2010. 314 с. Gritsyuk A.A., Sereda A.P. [Achilles tendon]. RANS; 2010. 314 p. (In Russ.).
4. Poirer P., Charpy A., Cunéo B. Abrégé d'anatomie. Paris: Masson et cie, 1909. 1618 p.
5. Cunéo B., Veau V. Des articulation du poignet. *Lapresse Medicale*. 15.12.1987. N 104. P. 361-365.
6. Bunnell S. Repair of tendons in the fingers and description of two new instruments. *Gynecology and Obstetrics*. 1918;26:103-110.
7. Bunnell S. Repair of tendons in the fingers. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*. 1922;35:88-97.
8. Hotokezaka S., Manske P. Differences between locking loops and grasping loops: effects on two-strand core sutures. *J Hand Surg Am*. 1997;22(6):995-1003. DOI: 10.1016/S0363-5023(97)80038-X.
9. Bunnell S. *Surgery of the Hand*. Philadelphia : Lippincott Company; 1944. 734 p.
10. Bloch J.-C., Tailhefer A. La reparation des tendons flechisseurs des doigts. *Gazzete des Hopitaux*. 1929; 102e(1, 2):P5-6.
11. Mouchet A. These De Paris (Revue Des Theses), 1928, A. Tailhefer, Les techniques et les resultat sactuels de la reparation des tendons de la main et des doigts. *LaPresseMedicale*. Samedi, 20.10.1928. N 84:1337.
12. Cazin M. Évolution et traitement des plaies des tendons de la main et des doigts. Paris Chirurgical: XXXVIIIe CONGRÈS DE CHIRURGIE. Editions Medicales Norbert Malone: Paris, 1929. P. 179-190.
13. Dychno A. Sur la valeur comparée des différentes sutures des tendons avec présentation de deux nouvelles techniques. *Lyon Chirurgical*. 1937;34(3): 290-303.
14. Iselin M. Note sur l'reparation des tendons flechisseurs des doigts d'après 24 observations. *Bull Mem Soc Nat Chir*. 1931;57:1227-1231.
15. Mason M.L., Allen H.S. Therate of healing of tendons: an experimental study of tensile strength. *Ann Surg*. 1941;113(3):424-459.
16. Cunéo B., Tailhefer. Sur un cas de suture secondaire des tendons flechisseurs ducinquieme doigt. *Bulletin set memoires de la societe de chirurgie*. 1925;51: 959-963.
17. Bourguignon D.G. La chronaxie chez l'homme. Masson et cie; 1923. 417 p.
18. Verdan C.E. Primary repair of flexor tendons. *J Bone Joint Surg Am*. 1960;42-A:647-657.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наконецный Дмитрий Георгиевич — канд. мед. наук, заведующий отделением, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Киселева Анна Николаевна — врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Cambon-Binder Adeline — травматолог-ортопед, Saint Antoine Hospital, Paris, France

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Dmitrii G. Nakonechny — Cand. Sci. (Med.), head of the Trauma and Orthopedic Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Anna N. Kiseleva — orthopaedic surgeon, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Adeline Cambon-Binder — orthopaedic surgeon, hand surgeon, Saint Antoine Hospital, Paris, France

Геннадий Петрович Котельников к 70-летию со дня рождения

11 января 2019 г. исполняется 70 лет со дня рождения и 47 лет врачебной, научной, педагогической и общественной деятельности известного ученого, крупного организатора здравоохранения и высшей школы, видного общественного деятеля Геннадия Петровича Котельникова.

Г.П. Котельников родился в 1949 г. в селе Лещиново Головинщевского района Пензенской области. После окончания средней школы в 1966 г. он поступил в Куйбышевский медицинский институт им. Д.И. Ульянова на лечебно-профилактический факультет. С этого момента вся учебная и трудовая деятельность Геннадия Петровича неразрывно связана с медицинским университетом, где он прошел путь от студента и ординатора до заведующего кафедрой и ректора Самарского государственного медицинского университета. После успешного окончания института в 1972 г. Г.П. Котельников продолжил обучение в клинической ординатуре и аспирантуре. В этот период он избирался председателем студенческого профкома и секретарем комитета ВЛКСМ института, членом бюро Ленинского районного комитета ВЛКСМ и Куйбышевского горкома комсомола. Затем, работая ассистентом, одновременно заведовал поликлиническим блоком кафедры и клиники травматологии и ортопедии, возглавлял деканат лечебного факультета. В 1984 г. он был избран секретарем парткома института и занимал эту должность до 1989 г. В период с 1985 по 1989 г. Г.П. Котельников работал на должности доцента кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии, а с 1989 по 2003 г. — на должности профессора. В стенах родного института и кафедры под руководством своего учителя, выдающегося травматолога-ортопеда, академика РАН А.Ф. Краснова, Геннадием Петровичем были защищены кандидатская (1983) и докторская (1988) диссертации, посвященные посттравматическим деформациям нижних конечностей. В 1989 г. Геннадий Петрович назначен на должность проректора по учебной и воспитательной работе института, на которой проработал до 1998 г. С 2003 г. занимает должность заведующего кафедрой и клиникой травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова. На этом поприще Геннадий Петрович проявил себя как талантливый педагог и организатор, целеустремленный исследователь-клиницист и высококвалифицированный травматолог-ортопед.



Г.П. Котельников постоянно совершенствовал свой профессионализм преподавателя высшей школы, всегда искал новые, нередко пионерские пути обучения студентов, внедрял современные экспериментальные методологические подходы к подготовке медицинских кадров, умело использовал принципы воспитательной работы с будущими врачами. В 2002 г. Геннадий Петрович избран член-корреспондентом, в 2005 г. академиком РАМН, с 2013 г. является академиком РАН.

Приняв руководство Самарским государственным медицинским университетом в 1998 г. во время чрезвычайной социальной напряженности, экономических и финансовых потрясений, Г.П. Котельников как талантливый организатор сумел не только сохранить университет и клиники как единое образовательное, лечебное и научное учреждение, но и за последующие годы превратил СамГМУ в один из лучших, входящих в первую 100, вузов Российской Федерации. Именно поэтому в 2003, 2008 и 2013 гг. коллектив университета единогласно переизбирает Г.П. Котельникова на должность ректора. И по сей день академик РАН Г.П. Котельников всемерно укрепляет позицию профессиональной ориентированности абитуриентов, постоянно совершенствует учебный

процесс на основе инновационных образовательных технологий и практических навыков, создает условия для непрерывного профессионального развития врачей, формирует систему социальной защиты студентов и преподавателей.

В области травматологии и ортопедии одним из основных научных направлений деятельности академика РАН Г.П. Котельникова является сухожильно-мышечная пластика. За разработку этого научно-практического направления ему в 1997 г. была присуждена Государственная премия РФ в области науки и техники.

Еще одним из направлений научной деятельности академика РАН Г.П. Котельникова является изучение этиологии и патогенеза, улучшение диагностики и разработка новых оперативных методов лечения деструктивно-дистрофических заболеваний опорно-двигательной системы. За особый вклад в развитие российской травматологии и ортопедии он одним из первых в РФ был награжден медалью им. Н.Н. Приорова. За монографию «Остеосинтез стержневыми и спице-стержневыми аппаратами внешней фиксации» Г.П. Котельников удостоен премии имени академика Г.А. Илизарова.

Академик Г.П. Котельников был одним из первых в РФ, которого привлекла проблема травматической болезни как общей реакции организма на механическую травму. В 2002 г. была опубликована монография «Травматическая болезнь», удостоенная Губернской премии в области медицины.

В 2003 г. в клиниках Самарского государственного медицинского университета под руководством академика Г.П. Котельникова был открыт Центр остеопороза. На его базе проводятся многоплановые междисциплинарные научные исследования, и оказывается квалифицированная, научно обоснованная помощь пациентам с этим сложным полиэтиологическим заболеванием.

В 2006 г. академик РАН Г.П. Котельников стал лауреатом Национальной премии «Призвание» за разработку принципиально нового направления в медицине — гравитационной терапии. В 2005 г. по инициативе Г.П. Котельникова была открыта лаборатория клинической биомеханики, оснащенная самым современным комплексом для изучения, диагностики и контроля опорно-двигательной системы.

Новым научно-методологическим подходом в изучении патологии опорно-двигательной системы явился предложенный и реализованный Г.П. Котельниковым переход к использованию в травматологии и ортопедии метода математического моделирования и системного многофакторного анализа для обработки полученных результатов и прогнозирования заболеваний. Это дало возможность впервые в России издать монографии

«Основы статистического анализа и математического моделирования» (1994) и «Доказательная медицина» (2002, 2012). В 2004 г. был открыт Научно-образовательный центр доказательной медицины, а в 2010 году организована кафедра доказательной медицины и фармакологии.

Академик РАН Г.П. Котельников внес существенный вклад в развитие гериатрии и геронтологии. С учетом социально-экономической значимости этой проблемы по его инициативе и активном участии в Самаре в 1997 г. был открыт первый в РФ НИИ «Международный центр по проблемам пожилых», а в 2006 г. — «Научно-практический центр геронтологии и гериатрии». Впервые в России под редакцией Г.П. Котельникова выпущено «Руководство по гериатрии и геронтологии» для практических врачей.

Г.П. Котельников ведет большую общественную работу: вице-президент ассоциации травматологов-ортопедов Российской Федерации (с 1991 г.), член экспертного Совета высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации (1998–2013), председатель Совета ректоров вузов Самарской области (с 1999 г.), член Правления Российского Союза ректоров (2002–2014), председатель Совета ректоров медицинских и фармацевтических вузов РФ (2007–2014), член Совета Российского Союза ректоров (с 2014 г.), заместитель Председателя Совета ректоров медицинских и фармацевтических вузов России (с 2014 г.), заместитель председателя Комиссии по индустрии здоровья Российского союза промышленников и предпринимателей (2007–2012), член Межведомственного Совета по присуждению премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники (с 2008 г.), председатель Комиссии по здравоохранению, социальному развитию, демографии, здоровому образу жизни и спорту Общественной палаты Самарской области (2008–2011), председатель Комитета по образованию и науке Самарской Губернской Думы с 2011 г., а 2018 г. — председатель Самарской Губернской Думы, член Экспертного Совета по высшему и послевузовскому образованию Комитета Государственной Думы по образованию (с 2011 г.), член Высшего совета Всероссийской политической партии «Единая Россия» (с 2012 г.), член Коллегии Минздрава России с 2012 г., член Президиума Научного Совета Минздрава России (с 2013 г.), член Координационного совета по развитию непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России (с 2013 г.), член экспертного совета Российского Научного Фонда (Секция фундаментальных исследований для медицины) (2013–2014), председатель отделения Центральной аттестационной комиссии Минздрава России в Приволжском федераль-

ном округе (с 2013 г.), член Координационного совета учебно-методических объединений в области здравоохранения и медицинских наук Министерства образования и науки Российской Федерации (с 2014 г.), член Совета при Минздраве России по обеспечению перехода к проведению аккредитации специалиста (с 2014 г.), председатель диссертационного совета Д 208.085.01.

Геннадий Петрович входит в состав редакционных коллегий ведущих медицинских журналов страны.

Академик Г.П. Котельников является автором 868 научных трудов, в том числе: 21 монографии; 12 учебников для студентов и последипломной подготовки врачей; 15 руководств для врачей и студентов, а также 17 монотематических сборников научных работ; 16 учебных пособий и 16 методических рекомендаций. Вместе с академиком РАН С.П. Мироновым он является автором национальных руководств для врачей «Травматология» и «Ортопедия».

Геннадий Петрович — автор 119 изобретений.

Все эти годы, занимаясь педагогической деятельностью, одной из главных своих задач Геннадий Петрович считал создание профессионального, авторитетного коллектива с перспективными научными направлениями его развития. За ним стоит большая плеяда воспитанных им врачей, ученых и педагогов, самостоятельно работающих во многих уголках России. Под началом академика РАН Г.П. Котельникова сформировалась современная научно-педагогическая школа. Им подготовлено 77 учеников, среди которых 23 доктора и 54 кандидата наук. Под научным руководством академика РАН Г.П. Котельникова сформировалась научно-педагогическая школа травматологов ортопедов. Многие из его учеников работают профессорами, доцентами и ассистентами в СамГМУ и в других российских медицинских вузах.

Заслуги академика Г.П. Котельникова отмечены высокими наградами: орден Дружбы — «За большой вклад в укрепление дружбы и сотрудничества наций и народностей, укрепление дружественных отношений между государствами» (1996), орден Почета — «За большой вклад в развитие отечественной науки и подготовку квалифицированных научных кадров» (2004), орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени — «За большой вклад в развитие медицинской науки и здравоохранения, подготовку высококвалифицированных специалистов» (2008), почетное звание Заслуженный деятель науки Российской Федерации — «За заслуги в научной деятельности» (1999), государственная премия Российской Федерации 1997 г. в области науки и техники — «За разработку сухожильно-мышечной пластики — нового научно-практического направления

в системе реабилитации ортопедотравматологических больных», Премия Правительства Российской Федерации в области образования — «За разработку и внедрение в практику системы подготовки врача общей практики (семейного врача) для медицинских высших учебных заведений» (1999), премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники — «За разработку нового научного направления — гравитационной терапии и внедрение ее в практику» (2006), благодарность Президента РФ — За самоотверженное служение Отечеству (2002), благодарность Президента РФ — За активное участие в избирательной кампании по выборам Президента РФ (2004), знак отличия «За наставничество» (2018).

Ведомственные награды: медаль Министерства здравоохранения Российской Федерации «За заслуги перед отечественным здравоохранением» (2014), медаль Министерства обороны Российской Федерации «За укрепление боевого содружества» — За заслуги в укреплении боевого содружества и военного сотрудничества (2002), медаль Федеральной службы Российской Федерации по контролю за оборотом наркотиков «За содействие органам наркоконтроля» — За содействие органам наркоконтроля в решении возложенных на них задач (2013).

Общественные награды: дипломант Национальной премии лучшим врачам России «Призвание» — «За создание нового направления в медицине» (2003), лауреат Национальной премии лучшим врачам России «Призвание» — «За создание нового направления в медицине» (2004), лауреат Первой премии РАМН, Межведомственного научного совета РАМН, Минздрава России и медали РАМН «За научную работу. Геронтология. Гериатрия» — За прикладные научнопрактические достижения в области гериатрии и геронтологии — цикл работ «Научная разработка и внедрение в практику новой комплексной системы медикосоциальной геронтологической помощи в Самарской области» (1999), лауреат премии Фонда академика Г.А. Илизарова в сфере науки и техники — За монографию «Остеосинтез стержневыми и спице-стержневыми аппаратами внешней фиксации» (2002), медаль Н.Н. Приорова «За вклад в развитие травматологии и ортопедии» (2005), орден имени «Гиппократ» — высшая национальная награда Общественного признания — «За выдающиеся заслуги и вклад в развитие науки, медицины и здравоохранения» (2008), орден Николая Пирогова — решением Президиума Европейской Академии естественных наук и Европейской Академической Комиссии по наградам — «За выдающиеся достижения в медицинской науке и образовании» (2010), почетный знак Губернатора Пензенской области

«Во славу земли Пензенской» — За значительный вклад в развитие медицинских наук, подготовку высококвалифицированных кадров для здравоохранения Пензенской области, разработку и внедрение новых направлений и методов лечения больных (2003), почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Ингушетия» (2006), орден Русской Православной церкви Преподобного Сергия Радонежского III степени — За плодотворные труды по укреплению мира и дружбы между народами (2004), почетный доктор Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова (2014).

Областные награды: почетный знак Губернатора Самарской области «За труд во благо земли Самарской» (2005), знак отличия «За заслуги перед Самарской областью» (2009), лауреат Губернской премии (2005), лауреат премии Губернатора Самарской области (2007), почетный гражданин Самарской области (2013).

Неутомимый труженик, талантливый педагог и лектор, врач по призванию, академик РАН Г.П. Котельников щедро отдает свои знания и богатейший опыт своим ученикам, готовя новые научно-педагогические и врачебные кадры в духе лучших традиций Российской медицины.

Коллектив кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова сердечно поздравляют Геннадия Петровича с замечательным юбилеем, искренне желают ему крепкого здоровья, жизненного благополучия, дальнейших творческих, научных успехов и достижений во всех ипостасях его нелегкой многогранной деятельности Врача, Ученого, Педагога и Организатора.

Редакция журнала присоединяется к поздравлениям и желает юбиляру долгих лет творческой жизни на благо науки и крепкого здоровья!

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ» В 2018 ГОДУ

- ОТ РЕДАКТОРА I, 7
 ОТ РЕДАКТОРА III, 7
 ОТ РЕДАКТОРА IV, 7
- Решетов И.В., Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Шубняков И.И.**
 Научная специальность «травматология и ортопедия» в 2017 г.: анализ выполненных диссертаций III, 9
- Середа А.П.**
 Комментарий III, 19
- Середа А.П., Андрианова М.А.**
 Анализ публикаций отечественных травматологов-ортопедов в зарубежных высокорейтинговых журналах IV, 8
- КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**
- Дианов С.В.**
 Адьювантное криовоздействие в лечении гигантоклеточной опухоли кости I, 8
- Тихилов Р.М., Шубняков М.И., Бояров А.А., Денисов А.О., Шубняков И.И.**
 Влияние различных факторов на темпы износа полиэтиленового вкладыша в эндопротезах тазобедренного сустава I, 18
- Howard L.C., Duncan C.P.**
 Periprosthetic Fractures after Joint Replacement: a Unified Classification System I, 29
- Соломин Л.Н., Корчагин К.Л., Розбрух Р.С.**
 Классификация дефектов костей, образующих коленный сустав, у пациентов с противопоказаниями к эндопротезированию I, 36
- Чугаев Д.В., Коновальчук Н.С., Сорокин Е.П., Коган П.Г., Гудз А.И., Ласунский С.А., Стафеев Д.В.**
 Наш подход к оперативному лечению застарелых повреждений ахиллова сухожилия. Существует ли простое решение? I, 44
- Бывальцев В.А., Калинин А.А., Шепелев В.В., Крутько А.В., Пестряков Ю.Я.**
 Мультицентровый анализ результатов хирургического лечения пациентов с симптоматичным тандем-стенозом шейного и поясничного отделов позвоночника на основе дифференцированного клинко-инструментального алгоритма I, 53
- Скворцов Д.В., Кауркин С.Н., Ахпашев А.А., Загородний Н.В., Агзамов Д.С.**
 Анализ ходьбы и функции коленного сустава до и после резекции мениска I, 65
- Моренко Е.С., Кенис В.М., Сапоговский А.В.**
 Воспроизводимость основных рентгенометрических параметров деформаций нижних конечностей у детей с системными дисплазиями скелета I, 74
- Шубняков И.И., Несинов А.А., Гончаров М.Ю., Плиев Д.Г.**
 Оценка методов терапии послеоперационной боли при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава: результаты проекта «КВЕСТ» I, 80
- Доколин С.Ю., Варфоломеев А.П., Кузьмина В.И., Артюх В.А., Марченко И.В.**
 Среднесрочные результаты реверсивного эндопротезирования у пациентов с артропатией плеча после массивного разрыва вращательной манжеты II, 7
- Зиновьев М.П., Паськов Р.В., Сергеев К.С., Римашевский Д.В.**
 Остаточная деформация после двустороннего эндопротезирования коленных суставов: влияние на краткосрочные результаты II, 19
- Puente Reyna A.L., Holderied M., Jäger M., Schilling C., Grupp T.M.**
 Articulation and Backside Wear Analysis after Long-Term *in vitro* Wear Simulation of Vitamin E Stabilized Polyethylene Acetabular Liners with a Press-Fit Locking Mechanism II, 29
- Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Хусаинов Н.О., Кокушин Д.Н., Барт В.А., Белецкий А.В.**
 Особенности лучевой картины у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков II, 41
- Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Пояров К.А.**
 Сравнительный анализ эффективности холодноплазменной нуклеопластики и радиочастотной аннулопластики при лечении дискогенных болевых синдромов II, 49
- Середа А.П.**
 Застарелые разрывы ахиллова сухожилия — как их лечить и возможно ли спонтанное сращение? Результаты укорачивающей тенопластики II, 59
- Иржанский А.А., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н.**
 Валидация и культурная адаптация шкал оценки исходов заболеваний, повреждений и результатов лечения коленного сустава WOMAC, KSS и FJS-12 II, 70
- Емельяненко М.В., Лазко Ф.Л., Гажонова В.Е.**
 Валидация русскоязычной шкалы-опросника уровня боли в плечевом суставе для выявления пациентов с субакромиальным импиджмент-синдромом II, 80
- Ефимов Н.Н., Стафеев Д.В., Ласунский С.А., Машков В.М., Парфеев Д.Г., Шубняков И.И., Тихилов Р.М.**
 Использование связанных вкладышей и систем двойной мобильности для профилактики вывихов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава III, 22
- Корыткин А.А., Эль Мудни Ю.М., Ковалдов К.А., Новикова Я.С., Белоусов Б.Ю.**
 Результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава III, 34
- Черкасов М.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Мугутдинов З.А.**
 Удовлетворенность пациентов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава: предикторы успеха III, 45

- Корыткин А.А., Зыкин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С.**
Применение обогащенной тромбоцитами плазмы при замещении очага аваскулярного некроза головки бедренной кости аллотрансплантатами.....I, 115
- Ткаченко М.В., Хоминец В.В., Иванов В.С.**
Пересадка свободного кожно-костного малоберцового лоскута у раненого с огнестрельным дефектом диафизов костей предплечья.....I, 123
- Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Кройтору И.И., Соломин Л.Н., Бовкис Г.Ю., Корчагин К.Л., Иванов П.П.**
Сколько ревизионных эндопротезирований выполнять до того, как принять решение об артродезе? (клиническое наблюдение пациентки с ревматоидным артритом коленных суставов).....III, 113
- Павлов В.В., Пронских А.А., Мамуладзе Т.З., Базлов В.А., Ефименко М.В., Жиленко В.Ю., Цегельников М.М.**
Лечение пациента с обширным постимплантационным дефектом костей тазаIII, 125
- Гуляев Д.А., Годанюк Д.С., Каурова Т.А., Красношлык П.В., Майков С.В.**
Миграция спицы Киршнера в позвоночный канал после фиксации акромиально-ключичного сочленения (обзор литературы и клиническое наблюдение).....IV, 121
- ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ВРАЧЕЙ**
- Голубев И.О., Саутин М.Е., Балюра Г.Г.**
Артроскопия в лечении патологии кистевого сустава.....I, 169
- ОБЗОРЫ**
- Божкова С.А., Касимова А.Р., Накопия В.Б., Корнилов Н.Н.**
Все ли мы знаем о профилактике венозных тромбоэмболических осложнений после больших ортопедических операций?I, 129
- Середа А.П.**
Ацетилсалициловая кислота для профилактики тромбоэмболических осложнений. Реально работает или гримаса доказательной медицины?I, 144
- Лесняк О.М., Баранова И.А., Белова К.Ю., Гладкова Е.Н., Евстигнеева Л.П., Ершова О.Б., Каронова Т.Л., Кочиш А.Ю., Никитинская О.А., Скрипникова И.А., Торопцова Н.В., Арамисова Р.М.**
Остеопороз в Российской Федерации: эпидемиология, медико-социальные и экономические аспекты проблемы (обзор литературы)I, 155
- Колесов С.В., Михайлова Л.К., Колбовский Д.А., Переверзев В.С.**
Хирургическое лечение цервикального стеноза у пациентов с мукополисахаридозом: систематический обзор.....II, 127
- Мурылев В.Ю., Цыгин Н.А., Шутов Е.В., Жучков А.Г., Рукин Я.А.**
Тотальное эндопротезирование тазобедренных и коленных суставов у пациентов с хронической болезнью почек (обзор литературы)II, 138
- Цед А.Н., Дулаев А.К.**
Первичное эндопротезирование тазобедренного сустава у больных с терминальной стадией хронической болезни почек (обзор литературы)II, 146
- Родоманова Л.А., Орлова И.В.**
Хирургическое лечение остеоартроза седловидного сустава (обзор литературы).....III, 135
- Петрушин А.Л., Прялухина А.В.**
Расхождение лонного сочленения при беременности и родах (обзор литературы)III, 145
- Карякин Н.Н., Шубняков И.И., Денисов А.О., Качко А.В., Алыев Р.В., Горбатов Р.О.**
Правовое регулирование изготовления изделий медицинского назначения с использованием 3D-печати: современное состояние проблемы.....IV, 129
- Бывальцев В.А., Степанов И.А., Алиев М.А., Аглаков Б.М., Юсупов Б.Р., Шепелев В.В.**
Сравнение результатов тотальной артропластики протезом Discover и переднего шейного спондилодеза в хирургическом лечении дегенеративного заболевания шейных межпозвонковых дисков: метаанализ рандомизированных исследованийIV, 137
- ИСТОРИЯ МЕДИЦИНЫ**
- Наконечный Д.Г., Киселева А.Н., Cambon-Binder A.**
Сухожильный шов Кюнео — история одной публикацииIV, 148
- ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ**
- Бережной С.Ю.**
Комментарий к статье Д.В. Чугаева с соавторами «Наш подход к оперативному лечению застарелых повреждений ахиллова сухожилия. Существует ли простое решение?»II, 154
- ЮБИЛЕИ**
- Пономаренко Г.Н., Большаков В.А., Щербина К.К., Буров Г.Н.**
135 лет Федеральному научному центру реабилитации инвалидов им. Г.А. АльбрехтаI, 176
- Ахтямов И.Ф., Панков И.О.**
К 100-летию казанской школы травматологов-ортопедовIII, 157
- Геннадий Петрович Котельников**
к 70-летию со дня рожденияIV, 155
- Указатель статей, опубликованных в 2018 году*IV, 159
- Авторский указатель за 2018 год*IV, 162

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЗА 2018 ГОД

- Агзамов Д.С. I, 65
 Аглаков Б.М. IV, 137
 Алексеев С.С. IV, 95
 Алиев М.А. IV, 137
 Альев Р.В. IV, 129
 Андрианова М.А. IV, 8
 Анисимова Л.О. II, 95
 Арамисова Р.М. I, 155
 Артюх В.А. II, 7
 Афанасьев А.П. III, 91
 Ахпашев А.А. I, 65
 Ахтямов И.Ф. III, 157
 Базлов В.А. III, 125
 Баиндурашвили А.Г. II, 41; IV, 53
 Балюра Г.Г. I, 169
 Баранова И.А. I, 155
 Барсуков Д.Б. III, 74
 Барт В.А. II, 41
 Басков В.Е. III, 74
 Белецкий А.В. II, 41
 Белова К.Ю. I, 155
 Белоусов Б.Ю. III, 34
 Бережной С.Ю. II, 154
 Бердяшин Р.Р. IV, 32
 Бильк С.С. II, 95
 Бовкис Г.Ю. III, 113
 Богосьян А.Б. IV, 64
 Божкова С.А. I, 129; IV, 20
 Большаков В.А. I, 176
 Бортулёв П.И. III, 74
 Бояров А.А. I, 18
 Буров Г.Н. I, 176
 Бухтин К.М. III, 65
 Бывальцев В.А. I, 53; IV, 137
 Варфоломеев А.П. II, 7
 Васильев А.В. II, 95
 Введенский П.С. IV, 64
 Виссарионов С.В. II, 41; III, 74; IV, 53
 Власов М.В. IV, 64
 Волков И.В. II, 49
 Вологовский П.А. IV, 105
 Гаждонова В.Е. II, 80
 Гатамов О.И. IV, 32
 Германов В.Г. IV, 95
 Гладкова Е.Н. I, 155
 Годанюк Д.С. IV, 121
 Голубев И.О. I, 169
 Гончаров Е.Н. I, 88
 Гончаров М.Ю. I, 80
 Гончаров Н.Г. I, 88
 Горбатов Р.О. IV, 129
 Гордиенко Д.И. IV, 81
 Гордий А.С. I, 96
 Гофман И.В. II, 95
 Григоровская А.В. I, 96
 Григоровский В.В. I, 96
 Григорьев А.В. IV, 81
 Гудз А.И. I, 44
 Гуляев Д.А. IV, 121
 Гурьев В.В. IV, 72
 Давыдкин И.Л. III, 55
 Денисов А.О. I, 18; II, 95; IV, 129
 Дианов С.В. I, 8
 Доколин С.Ю. II, 7
 Долгушкин Д.А. III, 55
 Дулаев А.К. II, 146
 Евсеев В.А. IV, 44
 Евстигнеева Л.П. I, 155
 Егиазарян К.А. II, 108; IV, 81
 Елизаров П.М. IV, 95
 Емельяненко М.В. II, 80
 Ершова О.Б. I, 155
 Ефименко М.В. III, 125
 Ефимов Н.Н. III, 22
 Ефремов И.М. I, 108
 Жиленко В.Ю. III, 125
 Жумагазиев С.Е. II, 117
 Жучков А.Г. II, 138
 Забавская О.А. III, 103
 Загородний Н.В. I, 65
 Заднепровский Н.Н. IV, 111
 Захарова Д.В. I, 115
 Зиновьев М.П. II, 19
 Золотовская И.А. III, 55
 Зорин В.И. IV, 44
 Зыкин А.А. I, 115
 Иваненко Л.Р. IV, 95
 Иванов В.С. I, 123
 Иванов П.А. III, 103; IV, 111
 Иванов П.П. III, 113
 Ильин Д.О. III, 91
 Ильин Р.Е. IV, 72
 Иржанский А.А. II, 70
 Каданцев П.М. III, 91
 Казьмин А.И. III, 65
 Каленский В.О. III, 103; IV, 111
 Калинин А.А. I, 53
 Карабаев И.Ш. II, 49
 Каронова Т.Л. I, 155
 Карякин Н.Н. IV, 129
 Касимова А.Р. I, 129; IV, 20
 Кауркин С.Н. I, 65
 Каурова Т.А. IV, 121
 Качко А.В. IV, 129
 Кенис В.М. I, 74
 Киселева А.Н. IV, 148
 Ковалдов К.А. III, 34
 Коваленко А.Н. III, 45
 Коваль О.А. I, 88
 Коган П.Г. I, 44
 Козлова А.И. IV, 105
 Кокушин Д.Н. II, 41; IV, 53
 Колбовский Д.А. II, 127
 Колесов С.В. II, 127; III, 65
 Комаров А.В. II, 117
 Конев В.А. II, 95
 Коновалов Н.А. II, 49
 Коновальчук Н.С. I, 44
 Корнилов Н.Н. I, 129; II, 70; III, 113
 Королев А.В. III, 91
 Корчагин К.Л. I, 36; III, 113
 Корыткин А.А. I, 115; III, 34
 Котельников Г.П. III, 55
 Кочиш А.Ю. I, 155; III, 9
 Краснов Г.О. I, 88
 Красношлык П.В. IV, 121
 Кройтору И.И. III, 113
 Крутько А.В. I, 53
 Кузьмина В.И. II, 7
 Куковенко Г.А. IV, 95
 Куляба Т.А. II, 70; III, 113
 Лазко Ф.Л. II, 80
 Ласунский С.А. I, 44; III, 22
 Леончук С.С. IV, 32
 Лесняк О.М. I, 155
 Ливенцов В.Н. IV, 20
 Лобачев Е.В. II, 108
 Лютко О.Б. I, 96
 Магнитская Н.Е. III, 91
 Майков С.В. IV, 121
 Мамуладзе Т.З. III, 125
 Марченко И.В. II, 7
 Машков В.М. III, 22
 Медведев Г.В. IV, 89
 Миронов А.Н. I, 88
 Миронов С.П. III, 65
 Михайлов С.В. II, 117
 Михайлова Л.К. II, 127
 Михайлова П.М. II, 95
 Моренко Е.С. I, 74
 Мугутдинов З.А. III, 45
 Мурылев В.Ю. II, 138; IV, 95
 Мушкин А.Ю. III, 83; IV, 44
 Наконечный Д.Г. IV, 148
 Накопия В.Б. I, 129
 Наумов Д.Г. III, 83; IV, 44
 Неведров А.В. IV, 111
 Негров Д.А. IV, 72
 Нетинов А.А. I, 80
 Нетьлюк Г.И. II, 95
 Никитинская О.А. I, 155
 Новиков А.В. IV, 64
 Новикова Я.С. I, 115; III, 34
 Овечкина А.В. III, 74; IV, 53
 Овчаренко Н.В. IV, 81
 Орлова И.В. III, 135
 Павлов В.В. III, 125
 Панков И.О. III, 157
 Пантелеев А.А. III, 65
 Парфеев Д.Г. III, 22
 Паськов Р.В. II, 19
 Переверзев В.С. II, 127; III, 65
 Пестряков Ю.Я. I, 53
 Петрушин А.Л. III, 145
 Плиев Д.Г. I, 80
 Повереннова И.Е. III, 55
 Поздникин И.Ю. III, 74
 Познович М.С. IV, 53
 Полякова Е.М. IV, 20
 Пономаренко Г.Н. I, 176
 Попков Д.А. IV, 32
 Поярков К.А. II, 49
 Пронских А.А. III, 125
 Прялухина А.В. III, 145
 Пташников Д.А. II, 49
 Ратьев А.П. IV, 81
 Резник Л.Б. IV, 72
 Решетов И.В. III, 9
 Римашевский Д.В. II, 19
 Родоманова Л.А. III, 135; IV, 89
 Розбрух Р.С. I, 36
 Рукин Я.А. II, 138; IV, 95
 Рукина А.Н. IV, 20
 Рязанцев М.С. III, 91
 Сажнев М.Л. III, 65
 Сапоговский А.В. I, 74
 Саутин М.Е. I, 169
 Сергеев К.С. II, 19
 Середя А.П. I, 144; II, 59; III, 19; IV, 8
 Сибаяев Ф.Я. I, 108
 Синицкий М.А. III, 91
 Ситник А.А. IV, 105
 Скворцов Д.В. I, 65
 Скворцова М.А. II, 108
 Скрипникова И.А. I, 155
 Соломин Л.Н. I, 36; III, 113
 Сорокин Е.П. I, 44
 Сорокина Г.Л. IV, 95
 Стафеев Д.В. I, 44; III, 22
 Степанов И.А. IV, 137
 Тапальский Д.В. IV, 105
 Тенилин Н.А. IV, 64
 Тихилов Р.М. I, 7, 18; II, 95; III, 7, 9, 22, 45; IV, 7, 20
 Ткаченко М.В. I, 123
 Торопова Н.В. I, 155
 Турушев М.А. IV, 72
 Уменушкина Е.Ю. III, 83
 Хоминец В.В. I, 123; II, 117
 Хусаинов Н.О. II, 41
 Цегельников М.М. III, 125
 Цед А.Н. II, 146
 Цыгин Н.А. II, 138
 Черкасов М.А. III, 45
 Чибиров Г.М. IV, 32
 Чугов Д.В. I, 44
 Чуловская И.Г. II, 108
 Шабанова В.В. IV, 20
 Шакун Д.А. II, 117
 Шарифуллин Ф.А. III, 103
 Шевалаев Г.А. I, 108
 Шепелев В.В. I, 53; IV, 137
 Шубняков И.И. I, 18, 80; II, 95; III, 9, 22, 45; IV, 129
 Шубняков М.И. I, 18
 Шутов Е.В. II, 138
 Щербина К.К. I, 176
 Щурова Е.Н. IV, 32
 Эль Мудни Ю.М. III, 34
 Юсупов Б.Р. IV, 137
 Cambon-Binder A. IV, 148
 Duncan C.P. I, 29
 Grupp T.M. II, 29
 Holderied M. II, 29
 Howard L.C. I, 29
 Jäger M. II, 29
 Puente Reyna A.L. II, 29
 Schilling C. II, 29

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Общие положения

В журнале «Травматология и ортопедия России» публикуются статьи по широкому кругу проблем травматологии и ортопедии, а также смежным специальностям: реконструктивно-восстановительной микрохирургии, комбустиологии, протезированию и др.

Журнал имеет следующие **основные рубрики**:

- Клинические исследования
- Теоретические и экспериментальные исследования
- Методы исследований
- Организация травматолого-ортопедической помощи
- Случаи из практики
- Новые технологии в травматологии и ортопедии
- Дискуссии
- Обзоры
- Письма в редакцию.

Также мы публикуем материалы к юбилейным и памятным датам, очерки по истории травматологии и ортопедии, отчеты о научно-практических конференциях и симпозиумах.

В разделах «**Клинические исследования**», «**Теоретические и экспериментальные исследования**», «**Методы исследований**» публикуются законченные оригинальные работы, в которых представлены результаты новых научных исследований, не опубликованные ранее в других изданиях.

В разделе «**Случаи из практики**» публикуются интересные и редкие клинические наблюдения с обязательным обсуждением и списком литературы по данной теме.

Обзоры литературы должны носить аналитический характер, отражать наиболее актуальные проблемы специальности, представляющие интерес для широкой читательской аудитории и основываться на анализе научной литературы за последние 5–10 лет. Обязательно следует указывать цель обзорной статьи, базы данных, в которых проводился информационный поиск, и его хронологические рамки. Объем обзорных статей не должен превышать 25–30 страниц, количество литературных источников — не более 100 наименований.

В разделе «**Письма в редакцию**» публикуются комментарии и критические замечания по поводу напечатанных ранее в журнале статей, а также ответные реплики затронутых в публикациях сторон (объем — до 4 страниц формата А4).

Не допускается направление в редакцию работ, уже напечатанных или отправленных в другие редакции. Редакция имеет право редактировать и сокращать рукописи. Принятые статьи публикуются бесплатно. Рукописи статей авторам не возвращаются.

Порядок подачи рукописей

Основным способом подачи статьи является загрузка через сайт журнала: <https://journal.rniito.org>. Для этого необходимо зарегистрироваться на сайте или, если у вас уже есть аккаунт, авторизоваться, используя ваши логин и пароль для входа, затем перейти в раздел «Подать статью» в личном кабинете (доступен для зарегистрированных и авторизованных пользователей).

В исключительных случаях, при невозможности отправить статью через сайт журнала, редакция принимает рукописи, присланные по электронной почте в форме присоединенных файлов на адрес редакции: journal@rniito.org. Дата получения рукописи по электронной почте считается датой ее поступления в редакцию. В качестве дополнительного файла следует загрузить электронный вариант направления от организации, подтверждающего право автора на публикацию данного материала, заверенного печатью. В направлении должно быть указано, что представленный материал не был ранее опубликован или направлен в другие периодические издания с целью публикации, а также что в статье не содержится информации ограниченного доступа и она может быть опубликована в открытой печати.

Согласно вступившей в действие IV части Гражданского кодекса РФ, с 2012 года между авторами статей и редакцией журнала заключается **Лицензионный договор о предоставлении права использования произведения**, согласно которому автор передает свои права на использование произведения издателю. Электронный вариант заполненного и подписанного всеми авторами договора также следует загрузить в качестве дополнительного файла.

Рецензирование

Этап **предварительного рецензирования** предусматривает оценку правильности оформления статей, соответствия ее требованиям журнала, качества списков литературы и перевода реферата на английский язык. Кроме того, все публикуемые материалы рассматриваются экспертом по статистике, который дает заключение о правильности статистической обработки материала. Если при предварительном рецензировании

были выявлены недочеты, рукопись возвращается авторам на доработку.

Рукописи статей, прошедших предварительное рецензирование, направляются на **научное рецензирование**, которое организовано по принципу двойного слепого. В соответствии с ним рукописи направляются экспертам без указания авторов и их институциональной аффилиации. Аналогичным образом редакция не раскрывает личности экспертов авторам и третьим лицам в соответствии с общепринятыми международными стандартами экспертного рецензирования в научных журналах.

Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов, имеют научные звания и публикации по тематике рецензируемой статьи в течение последних 3 лет. Рецензирование осуществляется как членами редакционного совета, так и приглашенными рецензентами. Рецензенты уведомляются о том, что содержание присланных им рукописей не подлежит разглашению. Средний срок рецензирования составляет один месяц, но в некоторых случаях может быть продлен. Если рецензия не позволяет создать адекватное представление о рукописи и перспективах ее публикации, редакция может направить работу на повторное рецензирование другому эксперту.

Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный секретарь журнала направляет текст рецензии авторам. В течение трех месяцев статья должна быть представлена на повторное рецензирование. Если авторы нарушают эти сроки, статья рассматривается как вновь поступившая. Окончательное решение о публикации статьи принимается редколлегией журнала, после чего ответственный секретарь информирует об этом автора и указывает сроки публикации. В случае отказа в публикации статьи автору направляется мотивированный отказ. Рукописи статей и оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение пяти лет.

Порядок оформления рукописей

Требования к оформлению рукописей обусловлены стремлением следовать общемировым тенденциям развития доказательной медицины и соответствовать международным стандартам качества научных изданий. Требования составлены на основании «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов (ICMJE) с учетом последних пересмотров (www.ICMJE.org).

Текст статьи печатается на одной стороне листа формата А4 с полуторными интервалами между строчками, стандартными полями (сле-

ва — 3 см, справа — 1 см, сверху и снизу — 2,5 см) и нумерацией страниц (сверху в центре, первая страница — без номера). Текст можно печатать в редакторе Word любой версии шрифтом Times New Roman, 14 кеглем, **без переносов**.

В редакцию должны быть представлены следующие файлы:

1. Основной файл

Рукописи, поступающие в редакцию, проходят процедуру двойного слепого рецензирования, в соответствии с которой они направляются экспертам без указания авторов и их институциональной аффилиации. Поэтому основной файл не должен содержать фамилий авторов и названия учреждений. Он должен состоять из следующих разделов:

- Название статьи.
- Структурированное резюме на русском языке объемом 300–400 слов, в котором излагается краткое содержание статьи: актуальность, цель исследования, материал и методы, результаты (конкретные данные и их статистическая значимость) и выводы. По авторскому резюме должна быть понятна суть статьи, в нем следует приводить фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. Сокращений следует избегать.

• Ключевые слова или словосочетания (от 3 до 6), которые будут способствовать правильному индексированию статьи. Рекомендуется использовать термины из списка медицинских предметных заголовков U.S. National Library of Medicine (Medical Subject Headings): <https://meshb-prev.nlm.nih.gov/#/fieldSearch>.

• Текст статьи с таблицами и рисунками по месту их упоминания.

• Информация о конфликте интересов и финансировании.

• Благодарности (если таковые имеются).

• Список литературы.

2. Титульный лист:

• Название статьи

• Фамилии и инициалы авторов

• Полное наименование учреждения, в котором работают авторы в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности; город, страна, почтовый адрес. Если авторы работают в разных организациях, принадлежность их к своему учреждению обозначается цифрами

• e-mail автора статьи, ответственного за связь с редакцией

3. Полные данные об авторах, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования:

• Ф.И.О. полностью

• ученая степень, ученое звание

• должность и наименование учреждения, в котором работает автор

4. Информация на английском языке:

- заглавие статьи
- транслитерация фамилий авторов в латинском алфавите (<http://www.translit.ru> (вариант BSI))
- название организации с указанием города, страны и почтового адреса, структурированное резюме и ключевые слова
- сведения об авторах в том же объеме, как на русском языке

Переводы на английский язык с применением компьютерных переводчиков не принимаются

Структура научных статей

Во введении описывается состояние изучаемой проблемы, ее актуальность и значимость. Следует упомянуть опубликованные работы по данной теме, обозначить их достоинства и недостатки, то есть показать необходимость проведения исследования. Объем данного раздела не должен превышать одной страницы. В конце раздела указывается цель исследования или гипотеза, проверяемая исследованием или наблюдением.

В раздел **«Материал и методы»** необходимо включать только ту информацию, которая была доступна на момент составления плана или протокола исследования. Вся информация, полученная во время исследования, указывается в разделе «Результаты». Сокращения и аббревиатуры расшифровываются при первом их использовании в тексте и в дальнейшем используются в неизменном виде. В данном разделе должны быть четко отражены следующие моменты: тип исследования; способ отбора участников исследования; методика проведения измерений; способы представления и обработки данных; этические принципы. Детально следует описывать только новые методы. На ранее опубликованные и общеизвестные достаточно сослаться в списке литературы.

Следует четко описать принципы, в соответствии с которыми проводился отбор участников клинического исследования или эксперимента (пациенты или лабораторные животные, включая контрольные группы), указывая при этом критерии соответствия и исключения. В связи с тем, что значение таких показателей, как пол и возраст, для цели исследования не всегда ясно, авторам следует объяснить, почему, например, они включили в исследование только участников определенного возраста, или почему исключили женщин. Ведущим принципом должна быть ясность по поводу того, как и почему исследование было выполнено именно так.

Поскольку рукописи подвергаются двойному слепому рецензированию, не следует указы-

вать учреждение, на базе которого выполнялось исследование.

Рекомендуется использовать название действующего вещества, а не торгового (коммерческого названия). Обязательно должны указываться названия аппаратуры, оборудования, реактивов и т.д. с указанием фирмы-изготовителя.

Защита участников исследований

При представлении результатов исследований с участием человека авторы должны указать, были ли проведены процедуры оценки протокола исследования официальным комитетом по этике (локальным и национальным) или, в его отсутствие — соответствует ли исследование требованиям Хельсинкской декларации пересмотра 2013 г. (www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html). Пациенты имеют право на защиту информации личного характера, которая не может быть раскрыта без информированного согласия. Персональная информация, включающая имена, инициалы или номера историй болезни, не должна публиковаться ни в письменном виде, ни в виде фотографий, если только она не является необходимой для научных целей. В частности, для обеспечения анонимности недостаточно замаскировать на фотографии область глаз пациента. Пациент (родитель или опекун) должен предоставить письменное информированное согласие на подобную публикацию. При получении информированного согласия опознаваемому пациенту необходимо показать рукопись, которая будет публиковаться. Авторы должны сообщить пациенту, будут ли его персональные сведения доступны в Интернете или в печатных изданиях после публикации рукописи. С учетом соответствующих требований и законодательства письменное согласие пациента должно храниться у авторов. Автор должен предоставить журналу письменное заявление о получении и архивировании письменного согласия пациента.

При описании экспериментов на животных авторы должны указать, действовали ли они в соответствии с локальными и национальными стандартами по использованию и обращению с лабораторными животными. Дальнейшие указания в отношении этических норм, касающихся животных, представлены в консенсусном руководстве по вопросам этики и благополучия животных, разработанном Международной ассоциацией редакторов ветеринарных журналов (<http://veteditors.org/ethicsconsensusguidelines.html>).

При представлении сведений об экспериментах на животных авторам следует указать, действовали ли они в соответствии с местными и национальными руководствами по уходу и использованию

лабораторных животных, а также «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (<http://conventions.coe.int/Treaty/RUS/Treaties/Html/123.htm>).

Статистическая обработка результатов исследования

Обязательно следует описать используемые статистические методы. Желательно представить количественную оценку данных и указать соответствующие параметры, отражающие ошибку измерения либо вероятностный характер результатов (например, доверительные интервалы). Не следует полагаться только на проверку статистической гипотезы, например, определение значений p , поскольку можно ошибиться в подаче важной информации о величине эффекта. Если для обработки данных применяется пакет статистических программ, следует указывать его название и версию.

Материал раздела «**Результаты исследования**» следует излагать в логической последовательности. Вместо объемных таблиц лучше использовать графики, но при этом не должно быть дублирования данных в графиках, таблицах и тексте. При обобщении данных следует представлять числовые результаты не только в виде производных (например, процентов), но и в виде абсолютных значений, на основании которых были рассчитаны эти производные.

Вместо формулировок $p < 0,05$; $p > 0,05$ или «различия не значимы» следует указывать абсолютное значение величины p с точностью до тысячных долей (например, $p = 0,023$). Помимо достигнутого уровня значимости рекомендуется приводить фактические значения критериев и число степеней свободы. Следует помнить, что выявление статистически значимых различий еще не означает наличия достоверных или клинически важных различий, а также причинно-следственных связей.

В разделе «**Обсуждение**», **который является обязательным для всех статей**, приводится интерпретация полученных результатов и сопоставление их с данными отечественной и зарубежной литературы. Вместо перечисления предыдущих исследований следует объяснить, почему полученные результаты отличаются от результатов, полученных другими авторами, или совпадают с ними. Не надо повторять фактические данные или другую информацию, представленную в разделах «Введение» или «Результаты». Акцентируйте внимание на новых и важных аспектах исследования и выводах, следующих из них, в контексте современной доказательной базы. Следует критически описать имеющиеся ограничения и недостатки данного исследования, особенно если они

оказали существенное влияние на полученные результаты или их интерпретацию, а также преимущества проведенного исследования по сравнению с аналогичными исследованиями других авторов. Укажите возможность применения полученных результатов в будущих исследованиях и клинической практике.

Выводы необходимо сопоставлять с целями исследования, избегая невалифицированных заявлений и выводов, неподтвержденных фактами. Не стоит заявлять о первостепенной значимости исследования или ссылаться на работу, которая полностью не закончена.

Информация о конфликте интересов. Конфликтом интересов может считаться любая ситуация (финансовые отношения, служба или работа в учреждениях, имеющих финансовый или политический интерес к публикуемым материалам, должностные обязанности и др.), способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных или изменить их трактовку. Выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи. Необходимо также указать источник финансирования научной работы (фонд, коммерческая или государственная организация, частное лицо и др.). Если вышеперечисленные аспекты работы проводились без участия спонсоров, авторы должны это также указать.

Иллюстрации следует вставить в текст статьи, а также представить отдельными файлами в формате TIFF или JPEG с реальным разрешением 300–600 dpi. Иллюстрации должны быть четкими и контрастными, их общее количество не должно превышать 15 (учитываются все рентгенограммы, фотографии в сгруппированных иллюстрациях). Не допускается тройная нумерация, например рис. 1 а-1, 2 б-2 и т.д. Все рисунки (фотографии, рентгенограммы, графики, диаграммы, схемы) должны иметь последовательную нумерацию, а нумерация цифровых файлов должна соответствовать их номеру в тексте статьи. Диаграммы и графики следует представлять в файлах Excel. Перед каждым рисунком в тексте обязательно должна быть ссылка. Символы, стрелки или буквы, используемые на фотографиях, должны контрастировать с фоном. Подписи к иллюстрациям располагаются непосредственно под рисунком. Все обозначения и надписи на рисунках (в т. ч. графиках и диаграммах) должны быть на русском и английском языках. В подписях к микрофотографиям обязательно следует указывать метод окраски и увеличение. Если рисунок публиковался ранее, необходимо указать ссылку на оригинальный источник и получить письменное разрешение от владельца

авторских прав на его репродукцию за исключением документов, находящихся в общественном доступе.

Таблицы, количество которых в тексте не должно превышать шести, позволяют представить информацию с любым желаемым уровнем точности и детализации. Включение данных в таблицы вместо текста позволяет уменьшить объем рукописи. Таблицы необходимо последовательно пронумеровать в порядке их первого упоминания в тексте, каждая таблица должна иметь название. Следует уточнить, какие параметры статистической вариабельности, например, стандартное отклонение или стандартная ошибка среднего, были оценены.

В **список литературы** включаются все источники литературы, цитируемые в тексте статьи. Не допускается делать ссылки на учебную и методическую литературу. Нормативные документы (ГОСТы, инструкции, приказы), а также патенты на изобретения приводятся в примечаниях или в скобках после их упоминания в тексте статьи. Диссертации и авторефераты диссертаций, которые являются неопубликованными документами, следует заменять статьями автора по теме диссертации.

Не следует включать в список тезисы научных конференций: их можно привести в тексте, в скобках. Ссылки на принятые в печать, но еще не опубликованные статьи следует указывать как «в печати» или «готовится к выпуску». При ссылке на электронные ресурсы надо давать точный адрес страницы в Интернете. Библиографические ссылки в тексте должны даваться цифрами в квадратных скобках в соответствии со списком литературы в конце статьи. Количество литературных источников в списке не должно превышать 40 наименований, для обзоров литературы — 100.

Ссылки должны быть пронумерованы последовательно, в соответствии с порядком их упоминания в тексте («по мере цитирования»).

Сокращения названий иностранных журналов должны соответствовать сокращениям, принятым в MEDLINE, без точек. Список цитируемой литературы составляется с указанием фамилий и инициалов **всех авторов**. Требования к оформлению списка литературы основаны на стиле NLM (Национальной медицинской библиотеки США), адаптированном для MEDLINE (<http://ncbi.nlm.nih.gov/books/nbk7256/>).

Оформление списка литературы должно удовлетворять требованиям международных баз данных. В связи с этим при описании русскоязычных источников под тем же порядковым номером необходимо дополнительно указывать следующую информацию для цитирования на латинице: транслитерация фамилий и инициалов авторов + перевод названий статей на английский язык в квадратных скобках + транслитерация названия журнала + перевод названия журнала на английский язык. На сайте <http://www.translit.ru/> (вариант BSI) можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

Многие зарубежные и русскоязычные статьи зарегистрированы в системе CrossRef и имеют уникальный идентификатор цифрового объекта — Digital Object Identifier (DOI), который необходимо указывать в конце библиографической ссылки. Проверять наличие DOI следует на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com> путем введения в поисковую строку названия статьи на английском языке.

Список литературы должен быть пронумерован автоматически. Ручная нумерация не допускается!

Готовый список литературы должен выглядеть следующим образом:

1. Алексеева Л.И. Препараты замедленного действия в лечении остеоартроза. *Русский медицинский журнал*. 2012;(7):389-393.

Alekseeva L.I. [Preparations delayed action in the treatment of osteoarthritis]. *Russkii meditsinskii zhurnal* [Russian Medical Journal]. 2012;(7):389-393. (In Russ.).

2. Лескова И.В., Ермаков Д.Н., Матушевская Е.Г., Нишнианидзе О.О. Социально-медицинские аспекты нормализации массы тела. *Ожирение и метаболизм*. 2016;13(4):49-52.

DOI: 10.14341/OMET2016449-52.

Leskova I.V., Ermakov D.N., Matushevskaya E.G., Nishnianidze O.O. [Socio-medical aspects of the normalization of body mass]. *Ozhirenie i metabolism* [Obesity and metabolism]. 2016;13(4):49-52. (In Russ.).

DOI: 10.14341/OMET2016449-52.

3. Keeney J.A., Nunley R.M., Baca G.R., Clohisey J.C. Are younger patients undergoing THA appropriately characterized as active? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(3):1083-1092.

DOI: 10.1007/s11999-014-3952-8.