

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



ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

2021 • Т. 27 • № 4

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

Учредители

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России
ООО «Эко-Вектор»

Издатель ООО «Эко-Вектор»

Том 27, № 4, 2021

Травматология и ортопедия России

Главный редактор

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

Заместитель главного редактора

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

Ответственный секретарь редколлегии

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

Беленький И.Г. – д-р мед. наук
(СПбНИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия)

Белов М.В. – канд. мед. наук (Клиническая больница скорой
медицинской помощи им. Н.В. Соловьева, Ярославль, Россия)

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

Борзунов Д.Ю. – д-р мед. наук (Уральский ГМУ, Екатеринбург, Россия)

Губин А.В. – д-р мед. наук, профессор
(НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия)

Дулаев А.К. – д-р мед. наук, профессор
(СПбНИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия)

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

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

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

Корыткин А.А. – канд. мед. наук
(Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия)

Кочич А.Ю. – д-р мед. наук, профессор
(НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

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

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

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

Мироманов А.М. – д-р мед. наук, профессор
(Читинская ГМА, Чита, Россия)

Митрофанов В.Н. – канд. мед. наук (Приволжский исследовательский
медицинский университет, Н. Новгород, Россия)

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

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

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

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

Рябых С.О. – д-р мед. наук
(НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия)

Серета А.П. – д-р мед. наук
(НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия)

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

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

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

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

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. Выходит ежеквартально.

Печатное периодическое издание «Травматология и ортопедия России» зарегистрировано Госкомитетом печати, телерадиовещания и массовых коммуникаций 12 апреля 1993 г. (Свидетельство № 0110540). Перерегистрировано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия СМИ 10 декабря 2021 г. (Свидетельство о регистрации ПИ No ФС77-22768).

Воспроизведение или использование другим способом любой части издания без согласия редакции является незаконным и влечет ответственность, установленную действующим законодательством РФ.

Учредители

• ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России

Адрес: 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8, тел.: +7 (812) 670-86-84; e-mail: journal@rniito.org

• ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург, Аптекарский переулок, д. 3, литера А, помещение 1 Н. E-mail: info@eco-vector.com

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>

Контент журнала доступен под лицензией Creative Commons – Attribution 4.0 International, CC-BY.



ООО «Типография Лесник», 197183, Санкт-Петербург, ул. Сабировская, дом 37.

Цена свободная.

Редактор Колесникова И.В.

Технический редактор Гаврилова С.В.



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

SCIENTIFIC AND PRACTICAL PEER-REVIEWED JOURNAL

TRAVMATOLOGIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

Founders

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics
Eco-Vector

Publisher Eco-Vector

Vol. 27, N 4, 2021

Traumatology and Orthopedics of Russia

Editor-in-Chief

Rashid M. Tikhilov – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Deputy Editor-in-Chief

Igor I. Shubnyakov – Dr. Sci. (Med.)

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Executive secretary

Irina V. Kolesnikova

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

EDITORIAL BOARD

Ildar F. Akhtyamov – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Kazan State Medical University, Kazan, Russia)

Aleksey G. Baindurashvili – Dr. Sci. (Med.), Professor,

(Turner National Medical Research Center of Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia)

Igor G. Belenkiy – Dr. Sci. (Med.)

(St. Petersburg Dzhanelidze Emergency Research Institute, St. Petersburg, Russia)

Mikhail V. Belov – Cand. Sci. (Med.)

(Solovyov Clinical Emergency Hospital, Yaroslavl, Russia)

Svetlana A. Bozhkova – Dr. Sci. (Med.)

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Dmitry Yu. Borzunov – Dr. Sci. (Med.)

(Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia)

Aleksander V. Gubin – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia)

Aleksander K. Dulaev – Dr. Sci. (Med.), Professor

(St. Petersburg Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia)

Luigi Zagra – MD, Professor

(Galeazzi Orthopedic Institute, Milan, Italy)

Nikolay N. Kornilov – Dr. Sci. (Med.)

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Andrey V. Korolev – Dr. Sci. (Med.), Professor

(European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia)

Andrey A. Korytkin – Cand. Sci. (Med.)

(Tsvyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia)

Aleksander Yu. Kochish – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

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

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

Dmitry A. Malanin – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia)

Alexander M. Miromanov – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Chita State Medical Academy, Chita, Russia)

Vyacheslav N. Mitrofanov – Cand. Sci. (Med.)

(Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia)

Valery Yu. Murylev – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, 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 National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Sergey O. Ryabykh – Dr. Sci. (Med.)

(Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia)

Andrey P. Sereda – Dr. Sci. (Med.)

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Leonid N. Solomin – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia)

Marc Thomsen – MD, Professor

(Mittelbaden Clinics Baden-Baden Balg, Baden-Baden, Germany)

Vladimir V. Khominets – Dr. Sci. (Med.), Professor

(Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia)

Robert Hube – MD, Professor (Center of Arthroplasty, Munich, Germany)

The journal is listed among the peer-reviewed scientific periodicals recommended

by Higher Attestation Commission at the Ministry of Education and Science.

The journal is currently indexed in Emerging Sources Citation Index (Web of Science), Russian Science Citation Index,

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 Orthopedics of Russia" founded in 1993. The journal publishes regular issues quarterly, four times per year.

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.

Registration certificate PI No. FC77-82474 was issued on December 10, 2021.

Editorial office takes no responsibility for the contents of advertising material. No part of this issue may be reproduced without permission from the publisher.

FOUNDERS

• Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics

Address: 8, Akademika Baikova str., St. Petersburg, Russia, 195427, e-mail: journal@rniito.org. <https://journal.rniito.org>, Phone: +7 (812) 670-86-84


• Eco-Vector

Address: 3A Aptekarskiy lane, office 1N, Saint Petersburg, 191186, Russia, e-mail: info@eco-vector.com, WEB: <https://eco-vector.com>

Phone: +7(812)648-83-67

Editorial office address: 8, Akademika Baikova str., St. Petersburg, Russia, 195427.

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

The content is available under the Creative Commons – Attribution 4.0 International, CC-BY license. 

Printed in "Typography Lesnik", 197183, St. Petersburg, Sabirovskaya str., 37. Free price.

Editor: I.V. Kolesnikova

Layout: S.V. Gavrilova



СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА	7	НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ	
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		Иванов П.А., Касацкий А.В., Заднепровский Н.Н., Неведров А.Н.	
Расулов М.Ш., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Сараев А.В., Петухов А.И., Банцер С.А., Петленко И.С.		Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек	93
Особенности и результаты эндопротезирования коленного сустава после остеосинтеза внутрисуставных переломов	9	<i>Редакционный комментарий к статье П.А. Иванова с соавторами «Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек»</i>	99
Цед А.Н., Муштин Н.Е., Дулаев А.К., Шмелев А.В.		СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ	
Среднесрочные результаты тотального эндопротезирования у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости, находящихся на хроническом гемодиализе	21	Наумов Д.Г., Вишневецкий А.А., Ткач С.Г., Аветисян А.О.	
Егиазарян К.А., Максимов Б.И., Аскеров А.А., Ведерников Н.Н., Матвиенко М.И.		Эхинококковое поражение шейно-грудного отдела позвоночника у беременной: клинический случай и обзор литературы	102
Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости с использованием малоинвазивного накостного остеосинтеза и перкутанной спицевой фиксации: сравнительный анализ результатов	31	Кузнецов В.В., Гуди С.М., Скуратова Л.К., Пахомов И.А.	
Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н.		Эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай ...	111
Классификация и алгоритм лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза.....	42	ОБЗОРЫ	
Мушкин М.А., Дулаев А.К., Аликов З.Ю., Мушкин А.Ю.		Мироманов А.М., Гусев К.А.	
Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника	53	Гормональная регуляция остеогенеза: обзор литературы	120
<i>Редакционный комментарий к статье М.А. Мушкина с соавторами «Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у больных с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника»</i>	65	Новиков В.Б., Новикова О.Н., Чурносков М.И.	
Маланин Д.А., Сикилинда В.Д., Горбатенко А.И., Демещенко М.В., Сучилин И.А., Кондрашенко В.В., Костяная Н.О.		Полногеномные исследования остеоартроза коленного сустава: обзор литературы	131
Внутрикостное введение аутологичных концентрата костного мозга и обогащенной тромбоцитами плазмы при лечении остеоартрита коленного сустава	69	ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ВРАЧЕЙ	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		Пилипсон Ж.Ю., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Васильев И.А., Бессонов Д.А., Ачкасов Е.Е., Королев А.В.	
Варсегова Т.Н., Дюрягина О.В., Антонов Н.И., Рябых С.О.		Дискинезия лопатки.....	145
Гистологические и морфометрические изменения бедренного нерва при моделировании бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника в эксперименте	82	ЛЕКЦИИ	
		Богопольский О.Е.	
		Инструментальная диагностика и предоперационное планирование артроскопии тазобедренного сустава при фемороацетабулярном импинджмент-синдроме: лекция.....	155
		КОММЕНТАРИИ	
		Беленький И.Г.	
		Комментарий к статье О.А. Каплунова с соавторами «Лечение гипотрофического псевдоартроза ключицы: клинический случай»	169
		ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ	
		Хоминец В.В., Гладков Р.В.	
		95 лет первому в России научному обществу травматологов-ортопедов	173
		НЕКРОЛОГ	
		Николай Гаврилович Фомичев	180

CONTENTS

EDITORIAL	7	NEW TECHNIQUES IN TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS	
CLINICAL STUDIES		Ivanov P.A., Kasatskiy A.V., Zadneprovskiy N.N., Nevedrov A.V.	
Rasulov M.Sh., Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Saraev A.V., Petukhov A.I., Bantser S.A., Petlenko I.S.		A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps.....	93
Features and Results of Knee Arthroplasty after Knee Fractures Fixation	9	<i>Editorial Comment on the Article by P.A. Ivanov et al. "A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps"</i>	99
Tsed A.N., Mushtin N.E., Dulaev A.K., Schmeljewa A.V.		CASE REPORTS	
Mid-Term Results of Total Hip Arthroplasty for Femoral Neck Nonunions in Long-Term Hemodialysis Patients	21	Naumov D.G., Vishnevskiy A.A., Tkach S.G., Avetisyan A.O.	
Egiazaryan K.A., Maximov B.I., Askerov A.A., Vedernikov N.N., Matvienko M.I.		Spinal Hydatid Disease of Cervico-Thoracic in Pregnant Women: A Case Report and Review	102
Functional and Radiographic Outcomes for Distal Radius Fractures Treated with Volar-Locked Plates and Percutaneous K-Wires: A Comparative Study	31	Kuznetsov V.V., Gudi S.M., Skuratova L.K., Pakhomov I.A.	
Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N.		Total Talar Replacement with Ceramic Implant in Combination with Tibial Component of Ankle Endoprosthesis: A Case Report	111
Classification of Proximal Tibial Fractures and Algorithm of Intramedullary Nailing: Efficacy Evaluation	42	REVIEWS	
Mushkin M.A., Dulaev A.K., Alikov Z.Yu., Mushkin A.Yu.		Miromanov A.M., Gusev K.A.	
Effect of Prehospital Pause on the Outcomes of Emergency Decompression and Stabilization Procedures in Patients with Tumor and Infectious Spine Diseases	53	Osteogenesis Hormonal Regulation: Review	120
<i>Editorial Comment on the Article by Mushkin M.A. et al. "Effect of Prehospital Pause on the Outcomes of Emergency Decompression and Stabilization Procedures in Patients with Tumor and Infectious Spine Diseases"</i>	65	Novakov V.B., Novakova O.N., Churnosov M.I.	
Malanin D.A., Sikilinda V.D., Gorbatenko A.I., Demeshchenko M.V., Suchilin I.A., Kondrashenko V.V., Kostyanaya N.O.		Genome-wide Studies of Knee Osteoarthritis: Review	131
Intraosseous Injection of Autologous Bone Marrow Aspirate Concentrate and Platelet-Rich Plasma for Treatment of Knee Osteoarthritis	69	FOR PRACTICAL PHYSICIANS	
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES		Pilipson Zh.Yu., Il'in D.O., Logvinov A.N., Frolov A.V., Vasiliev I.A., Bessonov D.A., Achkasov E.E., Korolev A.V.	
Varsegova T.N., Diuriagina O.V., Antonov N.I., Ryabykh S.O.		Scapula Dyskinesia	145
Histological and Morphometric Changes in the Femoral Nerve During Lateral Interbody Fusion of the Lumbar Spine: Experimental Study	82	LECTURES	
		Bogopolskiy O.E.	
		Instrumental Diagnosis and Preoperative Planning of Hip Arthroscopy in Femoroacetabular Impingement Syndrome: Lecture	155
		COMMENTS	
		Belenkiy I.G.	
		Comment to the Article by O.A. Kaplunov et al. "Hypotrophic Clavicle Pseudoarthrosis Treatment: A Case Report"	169
		MEMORABLE DATES	
		Khominets V.V., Gladkov R.V.	
		95 th Anniversary of the First Russian Society of Orthopedic Surgeons	173
		OBITUARY	
		Nikolay G. Fomichev	180

Дорогие читатели!

Четвертый выпуск журнала «Травматология и ортопедия России» закрывает 2021 год — год юбилеев центров травматологии и ортопедии в нашей стране: Центру им. Р.Р. Вредена исполнилось 115 лет, Центру им. Н.Н. Приорова — 100 лет, институту им. А.Л. Цивьяна — 75 лет и Центру им. Г.А. Илизарова — 50 лет (филиал ЛНИИТО им. Р.Р. Вредена преобразован в Курганский научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической ортопедии и травматологии приказом МЗ РСФСР № 300 от 8 декабря 1971 г.). Мы поздравляем всех наших коллег, желаем процветания и благодарим за долгое плодотворное сотрудничество!

В уходящем году все мы продолжали бороться с COVID-19, но успешная вакцинационная кампания позволила вернуться к проведению конференций в очном или частично очном формате: «Вреденовские чтения – 2021» прошли в штатном режиме, и все были рады видеть друг друга. Надеемся, что важные травматологические конференции грядущего 2022 года не попадут под какие-либо ограничения.

В декабре 2021 года в нашем журнале произошли важные изменения — его соучредителем стало научное издательство «Эко-Вектор». Это событие не спонтанное, необходимость этого шага давно назревала, поскольку выполнять постоянно рас-

тущие требования международных баз данных в одиночку становится все сложнее.

Как, вероятно, вы уже заметили, изменился дизайн сайта журнала, который соответствует современным международным требованиям. Также планируется перевод всех статей на английский язык, что, надеемся, увеличит аудиторию наших зарубежных читателей, сделает журнал привлекательнее для новых, в том числе иностранных авторов, привлечет ведущих специалистов в качестве рецензентов и повысит цитируемость журнала в зарубежных базах данных.

Однако вместе с преимуществами новой платформы появляются и новые обязательства для всех участников редакционного процесса. Мы обязаны соблюдать сроки опубликования каждого выпуска. А для этого необходимо, чтобы авторы строго соблюдали все правила оформления и загрузки статей на сайт, а рецензенты — сроки рецензирования.

Выпуски нашего журнала в уходящем году были наполнены прекрасными разнопрофильными статьями, комментариями и продуктивными обсуждениями, за что мы благодарим всех авторов и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

Дорогие коллеги, приближается новый 2022 год. Позвольте пожелать всем счастья, успехов, благ, здоровья вам и вашим близким!

*С уважением,
главный редактор журнала
«Травматология и ортопедия России»
профессор Р.М. Тихилов
член редколлегии журнала д-р мед. наук А.П. Середа*



Особенности и результаты эндопротезирования коленного сустава после остеосинтеза внутрисуставных переломов

М.Ш. Расулов¹, Т.А. Куляба¹, Н.Н. Корнилов^{1,2}, А.В. Сараев¹, А.И. Петухов¹,
 С.А. Банцер¹, И.С. Петленко¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

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

Реферат

Цель исследования — оценить результаты и риск развития осложнений первичного тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с остеосинтезом внутрисуставных переломов в анамнезе. **Материал и методы.** Проведенное исследование интегрирует в себе ретроспективный и проспективный анализ результатов первичного тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС), выполненного у 140 пациентов в период с 2015 по 2019 г. Ретроспективная часть исследования включала результаты артропластики, выполненной у 100 пациентов, проспективная — у 40. Каждая из этих групп подразделялась на 2 подгруппы: с предшествующим металлостеосинтезом (МОС) внутрисуставных переломов перед эндопротезированием и без оперативных вмешательств на коленном суставе до артропластики. Для оценки результатов ТЭКС использованы адаптированные русскоязычные версии шкал KSS, WOMAC и FJS-12, рентгенологическое положение компонентов эндопротеза оценивали по шкале KRESS. **Результаты.** Выявлены статистически значимые различия в следующих показателях между ретроспективными группами с наличием МОС в анамнезе и без него: длительность операции, объем интраоперационной кровопотери, необходимость в имплантации конструкций с повышенной степенью связанности компонентов эндопротеза. Частота послеоперационных осложнений была больше в группе МОС. Среднесрочные функциональные результаты по шкалам KSS и WOMAC не имели статистически значимых различий, показатели удовлетворенности пациентов по шкале FJS-12 были хуже в группе МОС. У пациентов проспективной подгруппы с наличием в анамнезе МОС по поводу внутрисуставных переломов выполнение ТЭКС позволило увеличить амплитуду движений в коленном суставе с 89° до 108°, то есть на 19°. Динамика восстановления функции по шкалам KSS, WOMAC и FJS-12 была замедленной на сроках 3 и 6 мес., а по шкалам WOMAC и FJS-12 также и через 12 мес. после операции. **Заключение.** Внутрисуставные переломы коленного сустава и их остеосинтез приводят к более раннему развитию посттравматического артроза. МОС в анамнезе статистически значимо замедляет динамику восстановления функции в раннем послеоперационном периоде. Среднесрочные функциональные результаты не имеют статистически значимых отличий между группами. Количество послеоперационных осложнений больше в группе пациентов с МОС в анамнезе.

Ключевые слова: посттравматический артроз коленного сустава, эндопротезирование коленного сустава, внутрисуставные переломы костей коленного сустава, металлостеосинтез.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Расулов М.Ш., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Сараев А.В., Петухов А.И., Банцер С.А., Петленко И.С. Особенности и результаты эндопротезирования коленного сустава после остеосинтеза внутрисуставных переломов. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):9-20. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1694>.

Cite as: Rasulov M.Sh., Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Saraev A.V., Petukhov A.I., Bantser S.A., Petlenko I.S. [Features and Results of Knee Arthroplasty after Knee Fractures Fixation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):9-20. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1694>.

✉ Расулов Магомед Шамилович / Magomed Sh. Rasulov; e-mail: magomed93r@yandex.ru

Рукопись получена: 27.10.2021. Рукопись одобрена: 06.12.2021. Статья опубликована онлайн: 15.12.2021.
 Submitted: 27.10.2021. Accepted: 06.12.2021. Published Online: 15.12.2021.



Features and Results of Knee Arthroplasty after Knee Fractures Fixation

Magomed Sh. Rasulov¹, Taras A. Kulyaba¹, Nikolai N. Kornilov^{1,2}, Alexander V. Saraev¹, Alexey I. Petukhov¹, Sergey A. Bantser¹, Irina S. Petlenko¹

¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

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

Abstract

The purpose of the study — to assess the results and risk of complications of primary total knee arthroplasty in patients with a history of osteosynthesis of intra-articular fractures. **Materials and Methods.** Our study integrates the retrospective and prospective analysis of the results of primary total knee arthroplasty (TKA) performed in 140 patients, in period from 2015 to 2019. The retrospective part of the study included the arthroplasty results of 100 patients, prospective — 40 patients. Each of the groups was divided into 2 subgroups: with previous osteosynthesis (MOS) of intra-articular fractures before arthroplasty and without history of knee surgery before arthroplasty. To assess the results of TKA, adapted to Russian-language versions of the KSS, WOMAC and FJS-12 scales were used. The X-ray of the endoprosthesis components positioning was assessed using the KRESS scale. **Results.** Statistically significant differences were found between retrospective groups with MOS and without it in the duration of the surgery, in the volume of intraoperative blood loss, in the higher frequency for implantation of the endoprosthesis systems with an increased degree of coupling of the components. The rate of postoperative complications was higher in retrospective group MOS. Mid-term functional results did not show statistically significant differences on the KSS and WOMAC scales, patient satisfaction rates on the FJS-12 scale were worse in retrospective group MOS. Prospective group of patients with a history of MOS for intraarticular fractures demonstrated statistically significant increase of the knee ROM from 89° to 108°, after the TKA. The function recovery dynamics according to the KSS, WOMAC and FJS-12 was slowed down at 3 and 6 months, and according to the WOMAC and FJS-12 scales, even after 12 months post-operation. **Conclusion.** The previous trauma and knee intra-articular fractures fixation leads to an earlier development of post-traumatic osteoarthritis. Functional results in the retrospective and prospective groups do not have statistically significant differences. The number of postoperative complications is greater in the retrospective groups. MOS in the history statistically significantly slows down the dynamics of function recovery in the early postoperative period.

Keywords: knee posttraumatic osteoarthritis, knee arthroplasty, knee intra-articular fractures, knee fracture fixation.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Тотальное эндопротезирование коленного сустава является одним из наиболее эффективных и часто используемых методов лечения терминальной стадии посттравматических дегенеративных заболеваний коленного сустава. Постоянно увеличивающееся количество первичных артропластик ведет к росту числа ревизионных вмешательств, и в настоящее время доля последних составляет 6–8% от общего числа операций тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) [1]. Переломы проксимального отдела большеберцовой кости составляют 1,5–2,0%, дистального отдела бедренной кости — 4,0–6,0%, надколенника — 0,7–1,0% в структуре переломов всех костей скелета и являются фактором, повышающим частоту развития гонартроза в среднем в 7 раз [2, 3, 4, 5]. По данным литературы, у 75% пациентов с внутри-

суставными переломами коленного сустава можно ожидать развития посттравматического остеоартроза, а его терминальная стадия развивается уже через 7 лет после травмы [6, 7].

ТЭКС при деформирующем артрозе после переломов является высокоэффективной хирургической операцией, уменьшающей болевой синдром, значительно улучшающей функциональные возможности и качество жизни пациентов [8, 9, 10]. Показания к ТЭКС после переломов возникают при развитии выраженного посттравматического остеоартроза, как правило, сопровождающегося деформациями суставных поверхностей, осевыми нарушениями конечности, стабильности коленного сустава и его контрактурами [11]. Анализ литературы о влиянии остеосинтеза внутрисуставных переломов на результаты ТЭКС демонстрирует противоречивые взгляды исследователей на оп-

тимальный объем предоперационного обследования, особенности оперативного вмешательства и функциональные результаты [12, 13, 14, 15].

Цель исследования — оценить результаты и риск развития осложнений первичного тотального эндопротезирования коленного сустава у пациентов с остеосинтезом внутрисуставных переломов в анамнезе.

Материал и методы

Дизайн исследования

Проведенное исследование интегрирует в себе ретроспективный и проспективный анализ результатов первичного ТЭКС, выполненного у 140 пациентов в клинике НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена в период с 2015 по 2019 г. Ретроспективная часть исследования включала результаты артропластики, выполненной у 100 пациентов, проспективная — у 40.

По половозрастным параметрам распределение пациентов было следующим: средний возраст составил $56,0 \pm 7,3$ лет, женщин было 97 (69,2%), мужчин — 43 (30,8%).

Пациенты ретроспективной группы были стратифицированы в две группы в зависимости от наличия в анамнезе остеосинтеза внутрисуставных переломов коленного сустава:

- 50 пациентов с выполнением металлоостеосинтеза (МОС) внутрисуставных переломов перед эндопротезированием коленного сустава (группа А);

- 50 пациентов без оперативных вмешательств на коленном суставе до эндопротезирования (группа В).

Анализ частоты развития послеоперационных осложнений в ретроспективных группах исследования выявил статистически значимое ($p = 0,008$) различие: у пациентов группы А выявлено 12% послеоперационных осложнений, в группе В осложнений не было. Также установлена значительно большая необходимость в имплантации пациентам с внутрисуставными переломами конструкций с повышенной степенью механической связанности и использования модульных элементов эндопротеза для компенсации костных дефектов и достижения стабильной фиксации компонентов эндопротеза.

Данные факторы явились основанием для разработки и внедрения в клиническую практику алгоритма пред- и интраоперационного обследования пациентов и схемы антибиотикопрофилактики инфекционных осложнений после ТЭКС у пациентов с наличием в анамнезе оперативных вмешательств по поводу переломов костей, формирующих коленный сустав.

Для оценки клинической эффективности предложенного алгоритма и схемы антибиотикопрофилактики инфекционных осложнений были

сформированы две равновеликие проспективные группы пациентов, стратифицированные по тому же признаку:

- 20 пациентов с наличием в анамнезе МОС внутрисуставных переломов перед эндопротезированием коленного сустава (группа С);

- 20 пациентов без оперативных вмешательств на коленном суставе до артропластики (группа D).

Критериям включения в исследование соответствовали:

- пациенты любого пола и возраста с 3-й стадией гонартроза по классификации Н.С. Косинской;

- с наличием в анамнезе МОС внутрисуставных переломов коленного сустава;

- без операций на коленном суставе.

Критерии исключения:

- наличие в анамнезе оперативных вмешательств на контралатеральной конечности;

- наличие неудаленных металлоконструкций и использование расширенного хирургического доступа при ТЭКС;

- наличие эндопротезов тазобедренного или голеностопного сустава исследуемой конечности;

- наличие сопутствующей нозологии (ревматоидный и другие специфические артриты, гонит и т.д.), влияющей на частоту послеоперационных осложнений и постоперационное реабилитационное лечение.

Оценка результатов

Для изучения результатов ТЭКС у пациентов ретроспективных групп был проведен заочный опрос по разосланным анкетам, представляющим собой адаптированные русскоязычные версии балльных шкал KSS, WOMAC и FJS-12 [16] или осмотр пациентов в клинике НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена для оценки функционального состояния коленного сустава. У пациентов проспективных групп проводилась оценка динамики восстановления функции коленного сустава в сроки 3, 6 и 12 мес. после ТЭКС с использованием тех же балльных шкал.

Статистический анализ

Статистический анализ полученных данных выполняли в программе STATISTICA for Windows (версия 10) на основе таблицы результатов, сформированной в Microsoft Excel. Сравнение количественных параметров (возраст, кровопотеря, тип имплантата и др.) в группах проводили с использованием критерия Манна–Уитни. Частоту осложнений анализировали с помощью критериев χ^2 , Фишера и χ^2 с поправкой Йейтса для малых групп. Для оценки динамики применяли критерий знаков. 95% ДИ для оценки частот осложнений рассчитывали на основе углового преобразования Фишера. Критерием статистической значимости различий являлась величина $p < 0,05$.

Результаты

Результаты лечения пациентов ретроспективных групп

В таблице 1 представлены показатели и критерии различия между ретроспективными группами А и В.

По возрастному показателю пациенты ретроспективной группы А были моложе пациентов группы В на 8 лет ($p = 0,002$). Средний срок от МОС до ТЭКС составил 6,3 года. Выявленное статистически значимое различие в длительности операций в группе А ($p = 0,0012$) было обусловлено существенно большей частотой применения различных способов компенсации костных дефектов, а также имплантации заднестабилизированных, варус-вальгус-связанных и шарнирных конструкций, требующих выполнения дополнительных манипуляций на костях и параартикулярных мягких тканях. При оценке объема интраоперационной кровопотери статистически значимая разница выявлена в группе А (366 мл) в сравнении с группой В (205 мл) ($p = 0,000$), что было обусловлено как большей длительностью оперативного вмешательства, так и дополнительными манипуляциями на костях и мягких тканях, необходимыми для установки

компонентов эндопротеза. У больных ретроспективной группы А чаще ($p = 0,001$) при выполнении ТЭКС приходилось имплантировать конструкции с повышенной степенью механической связанности между компонентами, чем у больных в группе В (табл. 2).

Функциональные результаты ТЭКС у пациентов ретроспективных групп, оцененные по шкалам KSS и WOMAC, а также оценка удовлетворенности ТЭКС по шкале FJS-12 при средних сроках наблюдения представлены в таблице 3.

Функциональные результаты по шкалам KSS и WOMAC не имели статистически и клинически значимых различий. Тем не менее в абсолютных числах показатели в группе А в аналогичные сроки были несколько хуже. Основной причиной снижения функциональных результатов явилась тугоподвижность в оперированном коленном суставе.

При оценке удовлетворенности по шкале FJS-12 статистически значимое различие ($p = 0,016$), на наш взгляд, было обусловлено более молодым возрастом и, следовательно, более высокими требованиями к функции сустава у пациентов как до предшествующего перелома и остеосинтеза, так и после выполненного ТЭКС.

Таблица 1

Показатели и критерии различия между ретроспективными группами А и В

Показатель	Группа А M±SD, min-max, ME (Q1-Q3)	Группа В M±SD min-max ME (Q1-Q3)	p
Возраст, лет	52±7,9 32–70 52 (48–60)	60±7,3 45–81 60 (57–65)	0,002
ИМТ	29±3,8 20–35 28 (27,8–32,2)	28±6 21–36 29 (31,1–33,2)	>0,05
Длительность операции, мин.	107±36 60–240 100 (85–125)	78±10 60–110 80 (70–85)	0,0012
Интраоперационная кровопотеря, мл	366 ±249 100–1500 300 (200–400)	205±90 50–400 200 (150–250)	0,000
Связанность эндопротеза	22 (44%) (CR) 17 (34%) (PS) 7 (14%) (VVC) 4 (8%) (РНК)	49 (98%) (CR) 1 (2%) (PS)	0,001
Осложнения	6 (12%)	0	0,008

Таблица 2

Использование эндопротезов различной степени связанности в ретроспективных группах пациентов

Тип связанности эндопротеза	Количество имплантаций, n (%)	
	Группа А	Группа В
С сохранением ЗКС (CR)	24 (48%)	49 (98%)
Заднестабилизированные (PS)	17 (34%)	1 (2%)
Варус/вальгус-связанные (VVC)	7 (14%)	0
Шарнирные (РНК)	2 (4%)	0
Всего	50	50

Таблица 3

Функциональные результаты у пациентов ретроспективных групп, баллы

Шкала	Группа А M±SD min-max ME (Q1-Q3)	Группа В M±SD min-max ME (Q1-Q3)
KSS	83,9±7,8 64–92 84 (78–94)	86,6±6,0 70–96 87 (82–90)
WOMAC	19,6±8,2 0–50 19 (14–21)	18,4±8,5 0–44 19 (15–21)
FJS-12	72,3±6,5 48–86 71 (66–75)	85,0±5,4 60–96 86 (78–86)

В ретроспективной группе А было выявлено 6 (12%) послеоперационных осложнений: в 3 (6%) наблюдениях развилось септическое воспаление, в 2 (4%) — комбинированная контрактура и в одном случае (2%) отмечалось замедленное заживление послеоперационной раны. В ретроспективной группе В осложнений не было.

Данные осложнения, а также необходимость значительно чаще имплантировать у пациентов с внутрисуставными переломами конструкции с повышенной степенью механической связанности между компонентами и использовать модульные элементы для компенсации костных дефектов и достижения стабильной фиксации компонентов эндопротеза явились основанием для разработки и внедрения в клиническую практику алгоритма пред- и интраоперационного обследования пациентов (рис. 1) и схемы антибиотикопрофилактики инфекционных осложнений после ТЭКС у пациен-

тов с наличием в анамнезе оперативных вмешательств по поводу переломов костей, формирующих коленный сустав (табл. 4).

Статистически значимое ($p = 0,008$) различие в частоте послеоперационных осложнений в ретроспективных группах А и В позволило сделать заключение о необходимости выполнения пункции коленного сустава у данной категории больных при наличии у них клинических или лабораторных признаков воспаления в анамнезе или при госпитализации для исключения их септического характера. При наличии микроорганизмов в пунктате первым этапом показана санирующая операция с установкой антимикробного спейсера, а после купирования воспаления, подтвержденного данными повторного клинико-лабораторного обследования, — ТЭКС. У пациентов при отсутствии клинико-лабораторных признаков воспаления и отрицательных результатах микроскопического и микробиологического исследований пунктата выполняется ТЭКС, в ходе операции обязательно осуществляется забор пяти тканевых биоптатов для их микробиологического исследования. Для выбора модели эндопротеза в ходе предоперационного планирования не всегда достаточно стандартного клинического и рентгенологического обследований для оценки состояния капсульно-связочного аппарата и анатомических особенностей суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей. При положительных тестах «заднего выдвигающего ящика» или приведения/отведения голени показана МРТ сустава и на основании полученных данных о состоянии связочного аппарата и характеристик перелома — планирование оптимальной степени связанности предполагаемой к имплантации модели искусственного сустава и способа компенсации имеющегося костного дефекта.

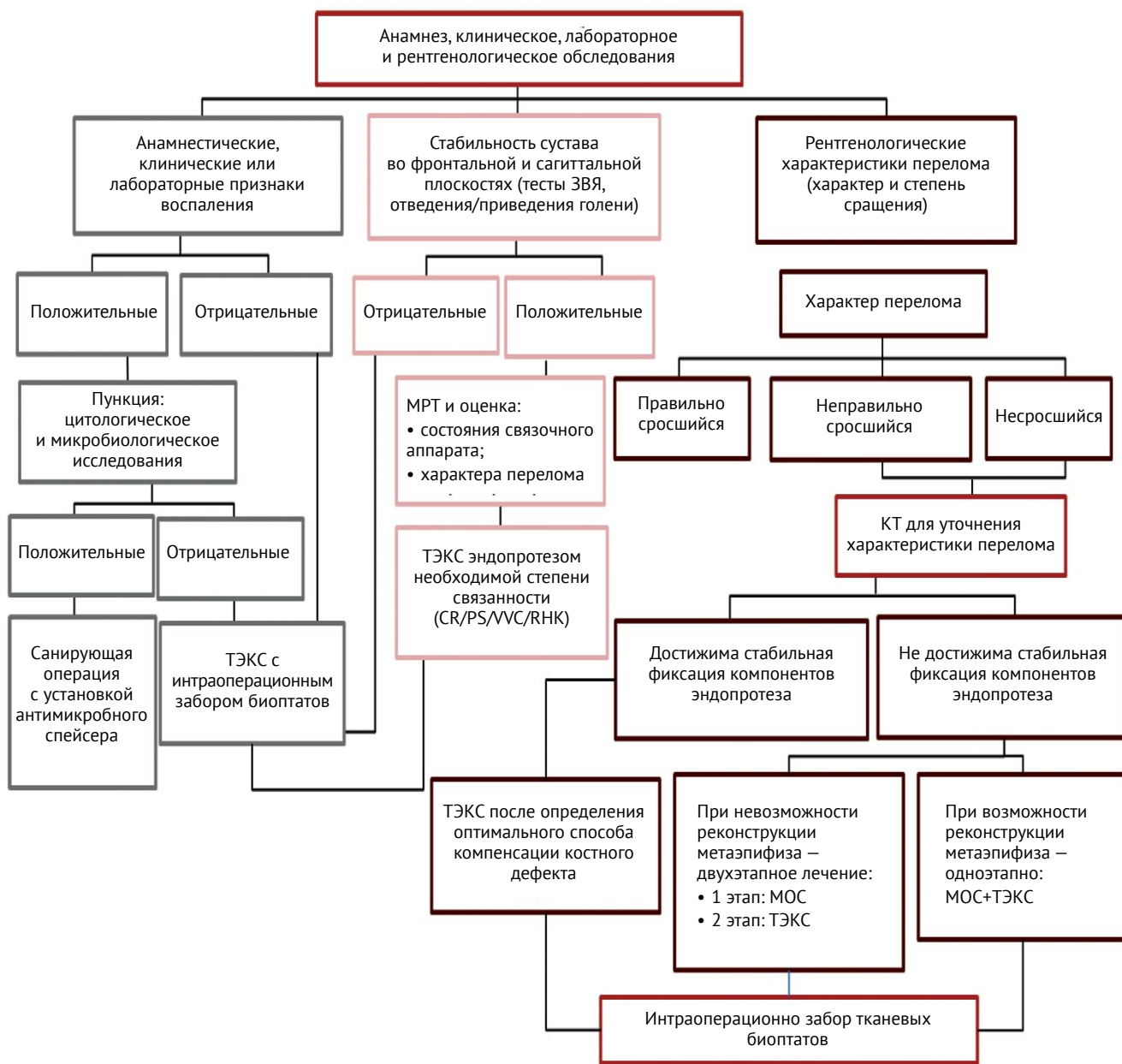


Рис. 1. Алгоритм пред- и интраоперационного обследования пациентов с остеосинтезом внутрисуставных переломов костей в анамнезе

Fig. 1. Algorithm of pre- and intra-operative evaluation of patients with the fixation of knee intra-articular fractures in history

Таблица 4

Схема антибиотикопрофилактики послеоперационных осложнений после ТЭКС у пациентов с наличием оперативных вмешательств на коленном суставе в анамнезе

Срок после операции, сут.	Лечебные мероприятия, проводимые исследования и их результаты	Антибиотикопрофилактика / антибиотикотерапия	Клинический и лабораторный контроль
Первые	Оперативное вмешательство — забор тканевых биоптатов	Стандартная антибиотикопрофилактика, утвержденная в клинике	Контроль местных признаков воспаления, температуры ежедневно, СОЭ, СРБ, лейкоциты и лейкоцитарная формула на 1-е и 3–4-е сут.
7–10-е	При положительных результатах микробиологического исследования — консультация клинического фармаколога При отрицательных результатах микробиологического исследования	Этиотропная антибиотикотерапия в зависимости от выявленной микрофлоры и ее чувствительности Не проводится	Контроль на амбулаторном этапе Клинический и биохимический анализ крови через 7 дней после выписки
Амбулаторный этап	При положительных результатах микробиологического исследования	Этиотропная антибиотикотерапия в зависимости от выявленной микрофлоры и ее чувствительности	Контроль местных и лабораторных показателей воспаления (СРБ до начала курса АБ, после окончания курса АБ через 10–14 дней) Контроль АЛТ и креатинина в середине курса и после курса на 10–14-й дни

У пациентов с правильно сросшимися переломами и состоятельным/несостоятельным связочным аппаратом можно планировать ТЭКС моделью искусственного сустава, позволяющей компенсировать недостаточность поврежденных связок (CR/PS/VVC/RHK) и с интраоперационным забором тканевых имплантатов. Если данных стандартного рентгенологического обследования недостаточно для определения характера и степени сращения перелома, то показано выполнение КТ для выбора оптимальной модели имплантата, способа компенсации дефицита костной массы или дополнительных манипуляций в ходе операции. При достижимой стабильной фиксации компонентов эндопротеза планируется ТЭКС после определения способа компенсации костного дефекта (костная пластика, металлические блоки, втулки, конусы и т.д.). При недостижимой стабильной фиксации, но при возможности реконструкции метафиза планируется одноэтапное ТЭКС и МОС. При невозможности реконструкции метафиза и стабильной фиксации планируется

двухэтапное лечение: первым этапом выполняется МОС, вторым этапом, не менее чем через 6 мес., — ТЭКС.

Оценка эффективности предложенного алгоритма пред- и интраоперационного обследования пациентов и схемы антибиотикопрофилактики инфекционных осложнений проведена у проспективных групп пациентов.

Результаты лечения пациентов проспективных групп

Клинические и лабораторные признаки активного воспаления отсутствовали у 18 пациентов проспективной группы С (с наличием в анамнезе МОС внутрисуставных переломов). У двух пациентов отмечалось незначительное повышение лабораторных показателей воспаления при госпитализации. В соответствии с актуальной версией протокола предоперационного обследования всем пациентам данной группы выполнялась пункция коленного сустава. У 14 (70%) пациентов лабораторное (микроскопическое и микробиологиче-

ское) исследование пунктата не выявило наличия микроорганизмов или других лабораторных признаков инфекционного воспаления, в том числе и у 2 пациентов с повышенным количеством лейкоцитов и СРБ, что явилось основанием для выполнения ТЭКС. Еще у 6 (30%) больных получить пункционный материал не удалось, в связи с чем для исследования отправлен раствор анестетика, введенный, а затем аспирированный из полости сустава.

МРТ коленного сустава в соответствии с разработанным алгоритмом была выполнена 11 (55%) пациентам проспективной группы С. Ее данные повлияли на результаты предоперационного планирования у 8 (72,7%) пациентов: в 4 (50%) случаях запланирована установка заднестабилизированной конструкции, в 2 (25%) — костная пластика в качестве способа компенсации имеющегося дефекта и имплантация заднестабилизированной конструкции, в 2 (25%) наблюдениях в план операции включили использование металлического модульного блока в качестве способа компенсации имеющегося глубокого дефекта и имплантацию варус/вальгус-связанной и шарнирной моделей эндопротеза. У 3 (27,3%) пациентов МРТ подтвердила правильность сращения переломов бедренной или большеберцовой кости, состоятельность связочного аппарата и возможность имплантации стандартного эндопротеза с сохранением ЗКС.

КТ коленного сустава была выполнена 14 (70%) пациентам проспективной группы С. Данные, полученные в ходе исследования, повлияли на предоперационное планирование и на оперативное вмешательство у 9 (64,3%) пациентов: у 4 (44,4%) пациентов был диагностирован несросшийся перелом метаэпифиза большеберцовой кости. В 3 (33,3%) случаях наблюдались сращение перелома с импрессией латерального или медиального мыщелка большеберцовой кости и вторичная несостоятельность коллатеральных связок. У 2 (22,2%) пациентов — сращение перелома с импрессией одного мыщелка большеберцовой кости.

У всех пациентов проспективной группы С в ходе оперативного вмешательства осуществлялся забор 5 образцов тканей для проведения микробиологического исследования. По результатам посевов на микрофлору выявлено наличие микроорганизмов в суставе у двух (10%) пациентов (95% ДИ 1,1–26,5%). В обоих случаях в соответствии со схемой антибиотикопрофилактики инфекционных осложнений клиническим фармакологом назначена этиотропная антибактериальная терапия.

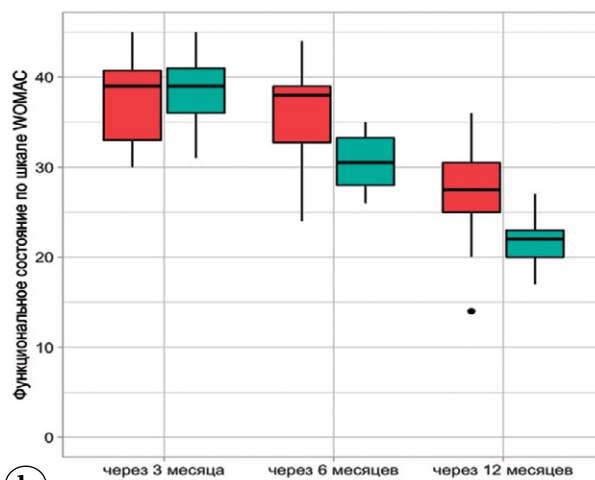
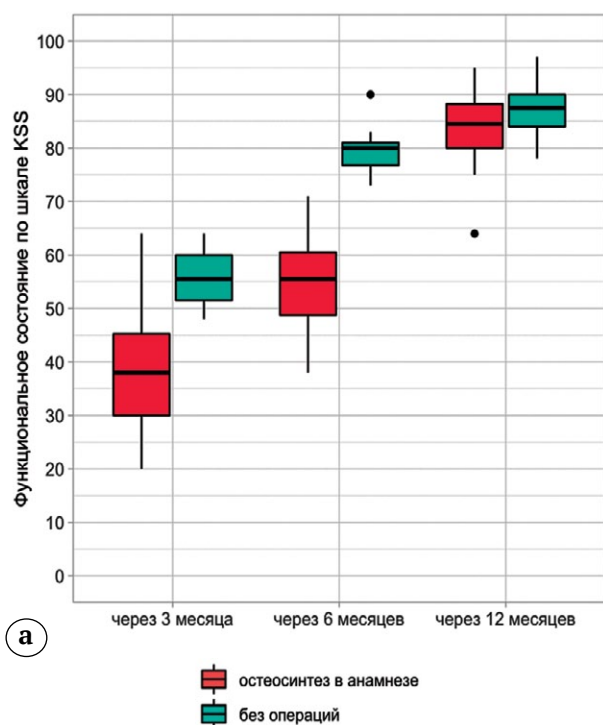
Срок наблюдения пациентов группы С составил 12 мес., в ходе которого инфекционного воспаления в области протезированных суставов не отмечалось.

Следовательно, предшествующий МОС требует интраоперационного забора тканевых биоптатов даже в случае отсутствия у пациентов клинических, анамнестических и лабораторных признаков воспаления в области хирургического вмешательства. Данная тактика позволяет корректировать антибиотикопрофилактику с учетом чувствительности микроорганизмов и предотвратить послеоперационные инфекционные осложнения. В ходе исследования не было выявлено корреляции результатов микробиологического исследования пунктата и тканевых биоптатов сустава, что свидетельствует о том, что посев пунктата является малоинформативным методом предоперационного обследования и его целесообразно выполнять больным с клиническими или лабораторными признаками воспаления при госпитализации или в анамнезе для выбора оптимальной тактики лечения.

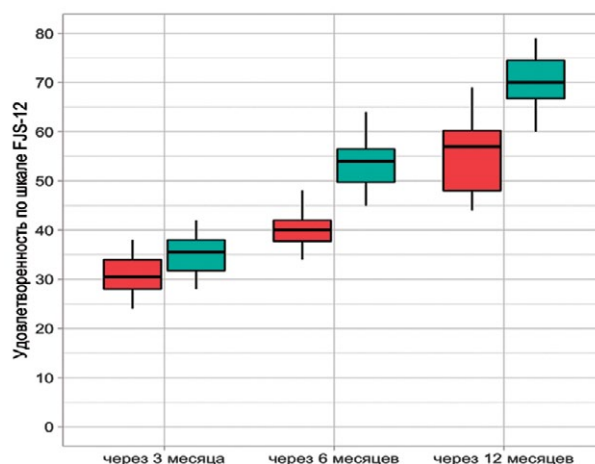
Средняя амплитуда движений в коленном суставе до оперативного вмешательства у пациентов группы С составляла 89°, в группе D — 104°. Спустя 12 мес. после операции амплитуда движений в коленном суставе у пациентов группы С составила 108°, в группе D — 110°, между группами не обнаружено статистически значимых различий ($p > 0,05$). Тем не менее ТЭКС у пациентов с остеосинтезом дистального отдела бедренной кости или проксимального отдела большеберцовой кости в анамнезе, в отличие от пациентов без МОС внутрисуставных переломов костей коленного сустава, позволило увеличить амплитуду движений в коленном суставе с 89° до 108°, то есть на 19° ($p = 0,000$).

Результаты ТЭКС через 3, 6 и 12 мес. отображены на рисунке 2.

Оценка по шкалам KSS и WOMAC показала, что наличие в анамнезе МОС замедляет динамику восстановления функции сустава на сроках 3 ($p = 0,001$; $p = 0,004$) и 6 мес. ($p = 0,001$; $p = 0,001$), а по шкале WOMAC — также через 12 мес. после ТЭКС ($p = 0,001$). Основной причиной ухудшения функциональных результатов явилась тугоподвижность в оперированном суставе. Также были получены статистически значимые различия на сроках 3 ($p = 0,007$), 6 ($p = 0,001$) и 12 ($p = 0,001$) мес. по шкале FJS-12: в основном ощущение искусственного сустава беспокоило пациентов группы С в течение 12 мес. после операции.



(b)



(c)

Рис. 2. Функциональные результаты ТЭКС в группах С и D:
 а – по шкале KSS;
 б – по шкале WOMAC;
 с – оценка удовлетворенности пациентов результатами ТЭКС по шкале FJS-12

Fig. 2. Functional results of TKA in groups C and D:
 а – according to the KSS;
 б – according to the WOMAC;
 с – assessment of the patients satisfaction according to the FJS-12

Обсуждение

В литературе встречаются различные, зачастую противоположные мнения о влиянии МОС внутрисуставных переломов на особенности оперативного вмешательства, частоту возникновения осложнений и функциональные результаты первичного ТЭКС. По мнению ряда авторов, у пациентов с МОС внутрисуставных переломов неизбежно быстрое развитие и прогрессирование артроза до терминальной стадии, требующей эндопротезирования коленного сустава [2, 3, 4, 5]. Наше исследование также показало, что перелом и последующий остеосинтез ускоряют развитие тяжелого артроза, приводя к необходимости эндопротезирования в среднем через 6,3 года, а средний возраст подвергнутых ТЭКС пациентов на 8 лет меньше в сравнении с пациентами без операций в анамнезе. В. S. Kester с соавторами показали, что предшествующий МОС приводит к увеличению продолжительности ТЭКС в среднем на 26,7 мин., создавая технические проблемы при эндопротези-

ровании [14]. В нашей работе продолжительность операции у пациентов ретроспективной группы А была больше на 29,0 мин., чем в ретроспективной группе В. Увеличение продолжительности артропластики обусловлено существенно большей необходимостью компенсации костных дефектов и частотой применения эндопротезов с повышенной степенью связанности между компонентами, имплантация которых предусматривает дополнительные манипуляции на костях и параартикулярных мягких тканях.

Большинство авторов указывают на то, что остеосинтез внутрисуставных переломов в анамнезе приводит к более высокой частоте послеоперационных осложнений при первичном ТЭКС [12, 14, 15, 17, 18, 19, 20]. При этом риск развития интра- и послеоперационных осложнений после переломов проксимального отдела большеберцовой кости существенно выше в обеих ситуациях – при выполнении артропластики после МОС или по первичным показаниям в сравнении с первичной

артропластикой при идиопатическом гонартрозе [21, 22, 23, 24, 25]. В проведенном нами исследовании при сроке наблюдения за пациентами в среднем 38 мес. после ТЭКС также выявлена большая частота осложнений в ретроспективной группе А (12% против 0%). Причем в 3 наблюдениях развившееся септическое воспаление сустава потребовало повторного ревизионного вмешательства. Двое больных с комбинированной контрактурой в раннем послеоперационном периоде нуждались в интенсификации реабилитационного лечения. Еще одному пациенту потребовался комплекс мероприятий, направленных на достижение заживления послеоперационной кожной раны в связи с возникшими проблемами. Однако в литературе отсутствуют убедительные данные, касающиеся мер профилактики развития осложнений после ТЭКС у пациентов с переломами в анамнезе. В нашей работе, учитывая статистически значимое различие в частоте инфекционных осложнений у пациентов ретроспективной группы А, в соответствии с разработанным алгоритмом всем больным проспективной группы С интраоперационно осуществляли забор тканевых биоптатов для микробиологического исследования, эндопротез имплантировали на цемент, содержащий антибиотик. Данная мера позволила выявить у 2 пациентов рост микроорганизмов в полости сустава, осуществить профилактические мероприятия согласно разработанной схеме антибиотикопрофилактики инфекционных осложнений и добиться неосложненного течения послеоперационного периода. У этих пациентов отсутствовали клинико-лабораторные признаки воспаления, а также не было роста микроорганизмов в синовиальной жидкости в дооперационных посевах.

В отдаленном периоде, по мнению некоторых авторов, остеосинтез не оказывает негативного влияния на функциональный результат эндопротезирования коленного сустава [13, 17]. Данные нашего исследования подтверждают это мнение. Однако в литературе мы не встретили результатов исследования динамики восстановления функции у данной когорты пациентов в сравнении с пациентами без операций в анамнезе. Мы провели оценку динамики восстановления функции коленного сустава и удовлетворенности пациентов результатами ТЭКС на сроках 3, 6 и 12 мес. и установили, что ранее перенесенный остеосинтез внутрисуставных переломов замедляет восстановление функции коленного сустава на сроках 3 и 6 мес. по шкале KSS, а по шкале WOMAC — также через 12 мес. после операции. Следовательно, у данной когорты пациентов необходимо интенсифицировать восстановительное лечение в раннем послеоперационном периоде, особенно если к 4 неделям

после ТЭКС амплитуда сгибания голени менее 90° или имеется дефицит полного разгибания голени. Также выявлены различия по шкале FJS-12 на всех сроках после операции. Следовательно, пациенты с остеосинтезом в анамнезе менее удовлетворены результатами ТЭКС в связи с сохраняющимися ограничениями в быту, трудовой деятельности и при спортивных занятиях.

Заключение

Перенесенная травма и последующее оперативное лечение внутрисуставных переломов коленного сустава приводят к более раннему развитию посттравматического артроза 3 ст. и необходимости ТЭКС. Функциональные среднесрочные результаты артропластики не имеют статистически значимых отличий, удовлетворенность результатами ТЭКС у данной категории больных меньше в группе МОС, а число послеоперационных осложнений больше. МОС в анамнезе статистически значимо замедляет динамику и степень восстановления функции коленного сустава в раннем послеоперационном периоде.

Информированное согласие

Пациенты дали добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов.

Литература [References]

1. Зубрицкий В.Ф., Козлов Ю.А. Инфекционные осложнения в эндопротезировании крупных суставов. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2012;7(1):98-103. Zubritsky V.F., Kozlov Yu.A. [Infectious complications during large joint replacement]. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova* [Bulletin of Pirogov National Medical Surgical Center]. 2012;7(1):89-103.
2. Беленький И.Г., Кочиш А.Ю., Кислицын М.А. Переломы мыщелков большеберцовой кости: современные подходы к лечению и хирургические доступы (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2016;(4):114-122. doi: 10.18019/1028-4427-2016-4-114-122. Belen'kii I.G., Kochish A.Yu., Kislitsyn M.A. [Fractures of the tibial condyles: current treatment methods and surgical approaches (literature review)]. *Genij Ortopedii*. 2016;4:114-122. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2016-4-114-122.
3. Кочиш А.Ю., Беленький И.Г., Сергеев Б.А., Майоров Б.А. Анатомо-клиническое обоснование малоинвазивной установки дополнительной медиальной пластины при частом остеосинтезе у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости. *Гений ортопедии*. 2020;26(3):306-312. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312. Kochish A. Yu., Belen'kii I.G., Sergeev B.A., Maiorov B.A. [Anatomical and clinical rationale for minimally invasive placement of an additional medial plate for extramedullary osteosynthesis in patients with fractures of the distal femur]. *Genij Ortopedii*. 2020;26(3):306-312. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312

4. Larsen P., Court-Brown C.M., Vedel J.O., Vistrup S., Elsoe R. Incidence and Epidemiology of Patellar Fractures. *Orthopedics*. 2016;39(6):e1154-e1158. doi: 10.3928/01477447-20160811-01.
5. Lunebourg A., Parratte S., Gay A., Ollivier M., Garcia-Parra K., Argenson J.N. Lower function, quality of life, and survival rate after total knee arthroplasty for posttraumatic arthritis than for primary arthritis. *Acta Orthop*. 2015;86(2):189-194. doi: 10.3109/17453674.2014.979723.
6. Schenker M.L., Mauck R.L., Ahn J., Mehta S. Pathogenesis and prevention of posttraumatic osteoarthritis after intra-articular fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(1):20-28. doi: 10.5435/JAAOS-22-01-20.
7. Wang X.S., Zhou Y.X., Shao H.Y., Yang D.J., Huang Y., Duan F.F. Total Knee Arthroplasty in Patients with Prior Femoral and Tibial Fractures: Outcomes and Risk Factors for Surgical Site Complications and Reoperations. *Orthop Surg*. 2020;12(1):210-217. doi: 10.1111/os.12610.
8. Kornah B.A., Safwat H.M., Abdel-Hameed S.K., Abdel-Aal M., Abdelaziz M., Abuelesoud M.I. et al. Managing of post-traumatic knee arthritis by total knee arthroplasty: case series of 15 patients and literature review. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):168. doi: 10.1186/s13018-019-1180-3.
9. Marczak D., Synder M., Sibiński M., Okoń T., Kowalczewski J. One-stage total knee arthroplasty with pre-existing fracture deformity: post-fracture total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014;29(11):2104-2108. doi: 10.1016/j.arth.2014.07.007.
10. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Тихилов Р.М. (ред.) *Руководство по первичному эндопротезированию коленного сустава*. СПб.; 2021. Гл. 9. С. 225-275. Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Tikhilov R.M. (ed.) [Guide to Primary Knee Arthroplasty]. Saint Petersburg; 2021. Ch. 9. p. 225-275. (In Russian).
11. Brockman B.S., Maupin J.J., Thompson S.F., Hollabaugh K.M., Thakral R. Complication Rates in Total Knee Arthroplasty Performed for Osteoarthritis and Post-Traumatic Arthritis: A Comparison Study. *J Arthroplasty*. 2020;35(2):371-374. doi: 10.1016/j.arth.2019.09.022.
12. Phruetthiphath O.A., Zampogna B., Vasta S., Tassanawipas B., Gao Y., Callaghan J.J. TKR after posttraumatic and primary knee osteoarthritis: a comparative study. *J Orthop Surg Res*. 2021;16(1):173. doi: 10.1186/s13018-021-02322-8.
13. Lizaaur-Utrilla A., Collados-Maestre I., Miralles-Muñoz F.A., Lopez-Prats F.A. Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis Secondary to Fracture of the Tibial Plateau. A Prospective Matched Cohort Study. *J Arthroplasty*. 2015;30(8):1328-1332. doi: 10.1016/j.arth.2015.02.032.
14. Kester B.S., Minhas S.V., Vigdorichik J.M., Schwarzkopf R. Total Knee Arthroplasty for Posttraumatic Osteoarthritis: Is it Time for a New Classification? *J Arthroplasty*. 2016;31(8):1649-1653.e1. doi: 10.1016/j.arth.2016.02.001.
15. Bala A., Penrose C.T., Seyler T.M., Mather R.C. 3rd, Wellman S.S., Bolognesi M.P. Outcomes after Total Knee Arthroplasty for post-traumatic arthritis. *Knee*. 2015;22(6):630-639. doi: 10.1016/j.knee.2015.10.004.
16. 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. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):70-79. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79.
- Irzhanski A.A., Kulyaba T.A., Kornilov N.N. [Validation and Cross-Cultural Adaptation of Rating Systems Womac, KSS and FJS-12 in Patients with Knee Disorders and Injuries]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):70-79. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79.
17. Мальшев Е.Е., Павлов Д.В., Горбатов Р.О. Эндопротезирование коленного сустава после переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2016;(1):65-73. Malyshev E.E., Pavlov D.V., Gorbatov R.O. [Total knee arthroplasty after proximal tibia fracture]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):65-73. (In Russian).
18. Best M.J., Amin R.M., Raad M., Kreulen R.T., Musharbash F., Valaik D. et al. Total Knee Arthroplasty after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Knee Surg*. 2020;Nov 26. doi: 10.1055/s-0040-1721423.
19. Weiss N.G., Parvizi J., Trousdale R.T., Bryce R.D., Lewallen D.G. Total knee arthroplasty in patients with a prior fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(2):218-221. doi: 10.2106/00004623-200302000-00006.
20. Scott C.E., Davidson E., MacDonald D.J., White T.O., Keating J.F. Total knee arthroplasty following tibial plateau fracture: a matched cohort study. *Bone Joint J*. 2015;97-B(4):532-538. doi: 10.1302/0301-620X.97B4.34789.
21. Saleh H., Yu S., Vigdorichik J., Schwarzkopf R. Total knee arthroplasty for treatment of post-traumatic arthritis: Systematic review. *World J Orthop*. 2016;7(9):584-591. doi: 10.5312/wjo.v7.i9.584.
22. Liu Y., Zhao X.D., Zou C. Lingering risk: A meta-analysis of outcomes following primary total knee arthroplasty for patients with post-traumatic arthritis. *Int J Surg*. 2020; 77:163-172. doi: 10.1016/j.ijisu.2020.03.053.
23. Brockman B.S., Maupin J.J., Thompson S.F., Hollabaugh K.M., Thakral R. Complication Rates in Total Knee Arthroplasty Performed for Osteoarthritis and Post-Traumatic Arthritis: A Comparison Study. *J Arthroplasty*. 2020;35(2):371-374. doi: 10.1016/j.arth.2019.09.022.
24. Houdek M.T., Watts C.D., Shannon S.F., Wagner E.R., Sems S.A., Sierra R.J. Posttraumatic Total Knee Arthroplasty Continues to Have Worse Outcome Than Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis. *J Arthroplasty*. 2016;31(1):118-123. doi: 10.1016/j.arth.2015.07.022.
25. Mehin R., O'Brien P., Broekhuysen H., Blachut P., Guy P. Endstage arthritis following tibia plateau fractures: average 10-year follow-up. *Can J Surg*. 2012;55(2):87-94. doi: 10.1503/cjs.003111.
26. Середа А.П., Грицюк А.А., Зеленьяк К.Б., Серебряков А.Б. Факторы риска инфекционных осложнений после эндопротезирования коленного сустава. *Инфекции в хирургии*. 2010;8(4):67-76. Sereda A.P., Gritsyuk A.A., Zelenyak K.B., Serebryakov A.B. [Risk factors for infectious complications after knee replacement]. *Infektsii v khirurgii* [Infections in Surgery]. 2010;8(4):67-76. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Расулов Магомед Шамилович — аспирант, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: magomed93r@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0003-3392-1853>

Куляба Тарас Андреевич — д-р мед. наук, заведующий научным отделением патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: taraskuliaba@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-3175-4756>

Корнилов Николай Николаевич — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ведущий научный сотрудник отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: drkornilov@hotmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

Сараев Александр Викторович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, младший научный сотрудник отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: saraeff@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0002-6330>

Петухов Алексей Иванович — канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: drpetukhov@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-2403-6521>

Банцер Сергей Александрович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, преподаватель кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: serg249_spb@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7291-7032>

Петленко Ирина Сергеевна — клинический ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: petlenko1995@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-3600-3583>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Magomed Sh. Rasulov — Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
e-mail: magomed93r@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0003-3392-1853>

Taras A. Kulyaba — Dr. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
e-mail: taraskuliaba@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0003-3175-4756>

Nikolai N. Kornilov — Dr. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: drkornilov@hotmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

Alexander V. Saraev — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
e-mail: saraeff@mail.ru
<http://orcid.org/0000-0002-6330>

Aleksey I. Petukhov — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
e-mail: drpetukhov@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-2403-6521>

Sergey A. Bantser — Cand. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
e-mail: serg249_spb@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7291-7032>

Irina S. Petlenko — Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia
e-mail: petlenko1995@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-3600-3583>

Научная статья

УДК 616.718.42-001.59-089.844:616.61-008.64

<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1653>

Среднесрочные результаты тотального эндопротезирования у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости, находящихся на хроническом гемодиализе

А.Н. Цед, Н.Е. Муштин, А.К. Дулаев, А.В. Шмелев

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

Реферат

Актуальность. Выполнение первичной артропластики на фоне ренальной остеодистрофии сопряжено с рядом трудностей, обусловленных низкой минеральной плотностью костной ткани, что усложняет фиксацию компонентов эндопротеза, наличием костных дефектов, а также функциональной недостаточностью ягодичных мышц.

Цель исследования — оценка среднесрочных результатов первичного эндопротезирования тазобедренного сустава с применением цементных бедренных и ацетабулярных компонентов у пациентов с ложными суставами шейки бедренной кости (ШБК), находящихся на гемодиализе. **Материал и методы.** Проведено исследование 26 пациентов гемодиализного профиля с ложными суставами ШБК. Пациенты были распределены на 3 группы: группа I (12 человек) — тип А псевдоартроза ШБК по классификации авторов, группа II (10 человек) — тип В, группа III (4 больных) — тип С, которым было выполнено тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Результаты. Наибольшая длительность операции отмечена у больных III группы исследования — $121,25 \pm 19,26$ мин. Между пациентами II и III групп статистически значимых отличий не обнаружено. Наименьший показатель интраоперационной кровопотери отмечен среди больных I группы исследования — $440,83 \pm 133,65$ мл, статистическая значимость отличий получена как между I и II, так и между I и III группами исследования. Наименьшее общее число осложнений после операции получено в I группе — 4 (8,33%). Ревизионные вмешательства были выполнены у 8 (30,7%) пациентов всех трех групп. Отмечено значимое улучшение функциональных показателей по шкале Oxford Hip Score через 12 мес. (среднее значение 29,8) и 24 мес. (среднее значение 33,1) во всех группах в сравнении с предоперационными результатами (среднее значение 12,5). Через 12 мес. после операции среднее значение выраженности боли было снижено на 72,6% и составляло 2,01. Риск развития любого ортопедического осложнения при тотальном цементном эндопротезировании у пациентов с ложным суставом ШБК типа А составляет 2,5; при типе В — 3,4; при типе С — 5,7. **Заключение.** Предложенная рабочая классификация псевдоартрозов ШБК у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, позволяет определять тактику хирургического лечения. Цементные ацетабулярные компоненты двойной мобильности эффективны при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава при всех типах псевдоартроза ШБК.

Ключевые слова: ложный сустав шейки бедренной кости, тотальное цементное эндопротезирование тазобедренного сустава, хронический гемодиализ, ренальная остеодистрофия.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Цед А.Н., Муштин Н.Е., Дулаев А.К., Шмелев А.В. Среднесрочные результаты тотального эндопротезирования у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости, находящихся на хроническом гемодиализе. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):21-30. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1653>.

Cite as: Tsed A.N., Mushtin N.E., Dulaev A.K., Schmeljew A.V. [Mid-Term Results of Total Hip Arthroplasty for Femoral Neck Nonunions in Long-Term Hemodialysis Patients]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):21-30. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1653>.

Муштин Никита Евгеньевич / Nikita E. Mushtin; mushtin.nikita@yandex.ru

Рукопись получена: 16.07.2021. Рукопись одобрена: 25.10.2021. Статья опубликована онлайн: 12.11.2021.
Submitted: 16.07.2021. Accepted: 25.10.2021. Published Online: 12.11.2021.

© Цед А.Н., Муштин Н.Е., Дулаев А.К., Шмелев А.В., 2021
© Tsed A.N., Mushtin N.E., Dulaev A.K., Schmeljew A.V., 2021

Mid-Term Results of Total Hip Arthroplasty for Femoral Neck Nonunions in Long-Term Hemodialysis Patients

Alexander N. Tsed, Nikita E. Mushtin, Alexander K. Dulaev, Anton V. Schmeljew

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Department of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. Performing primary arthroplasty in patient with renal osteodystrophy is associated with a number of difficulties due to low bone mineral density, which complicates the fixation of the endoprosthesis components, the presence of bone defects, and functional insufficiency of the gluteal muscles. **The aim of the study** — evaluation of the mid-term results of primary total hip arthroplasty using cemented femoral and acetabular implants in hemodialysis patients with nonunions of the femoral neck. **Materials and Methods.** The authors conducted a study of 26 hemodialysis patients with pseudarthrosis of the femoral neck. The patients were divided into 3 groups: group I (12 patients) — classification type A of the femoral neck nonunion, group II (10 patients) — classification type B, group III (4 patients) — of type C who underwent total hip arthroplasty. **Results.** The longest surgery duration was observed in patients of the III study group — 121.25±19.26 minutes. There were no statistically significant differences between the patients of the II and III study groups. The smallest rate of intraoperative blood loss was noted among patients of the 1st study group — 440.83±133.65 ml, the statistical significance of the differences was obtained both between the 1st and II, and between the I and III study groups, respectively. The smallest total number of complications after surgery was obtained in the 1st group — 4 (8.33%). Revisions were performed in 8 (30.7%) patients among all three groups. There was a significant improvement on the Oxford hip score after 12 months (mean 29.8) and 24 months (mean 33.1) in all groups compared with preoperative results (mean 12.5). Twelve months after surgery, the average value of the pain severity was reduced by 72.6% and amounted to 2.01. The risk of getting any orthopedic complication in cemented total hip arthroplasty of the classification type A of the pseudarthrosis is 2.5, with type B — 3.4, with type C — 5.7. **Conclusion.** The classification of femoral neck nonunions in hemodialysis patients allows to determine the tactics of surgical treatment. Cemented dual mobility cups are effective in patients with any type of femoral neck nonunions.

Key words: femoral neck nonunions, cemented total hip arthroplasty, chronic hemodialysis, renal osteodystrophy.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Актуальность

Ежегодное увеличение частоты внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости (ПБК) является глобальной проблемой современной травматологии и ортопедии. Актуальными остаются вопросы высокой летальности (14–40%) [1, 2, 3, 4], общесоматических осложнений (пролежни, пневмонии, тромбозы, сердечно-сосудистые и т. д.) (9–25%) [5, 6, 7] и ортопедических осложнений, среди которых наиболее часто встречаются ложные суставы шейки бедра [8, 9]. В обычной популяции риски различных осложнений и неудовлетворительного исхода лечения ПБК имеют прямую корреляцию с возрастом. В популяции пациентов, имеющих терминальную стадию хронической болезни почек (ХБП) и нуждающихся в заместительной почечной терапии (ЗПТ), частота как общесоматических, так и ортопедических осложнений значимо выше и не имеет связи с возрастом и полом [10, 11].

На фоне нарушений кальций-фосфорного обмена и процессов ремоделирования костной тка-

ни и ее минерализации возникает проблема не только восстановления целостности кости, но и прочности фиксации различных металлических имплантов. Кроме того, при выполнении различных видов остеосинтеза по поводу патологического перелома шейки бедренной кости у пациентов молодого возраста, находящихся на хроническом гемодиализе, развиваются инфекционные осложнения, что существенно усложняет дальнейшее лечение [12]. Наиболее частыми возбудителями инфекционных осложнений области хирургического вмешательства у пациентов, получающих хронический гемодиализ, являются *Staphylococcus aureus* и *Streptococcus epidermis*, распространяющиеся гематогенно через артерио-венозную фистулу [13]. В случае выявления глубокой инфекции области ПБК после различных вариантов фиксации перелома артропластика тазобедренного сустава выполняется в два этапа [14].

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава является методом выбора для пациентов с терминальной ХБП не только в случаях развития

ложного сустава ШБК, но и при свежих внутрикапсульных переломах ПОВК вне зависимости от возраста. Однако выполнение первичной артропластики на фоне ренальной остеодистрофии сопряжено с рядом трудностей, обусловленных низкой минеральной плотностью костной ткани, что усложняет фиксацию компонентов эндопротеза, наличием костных дефектов как вертлужной впадины, так и ПОВК [15], а также функциональной недостаточностью ягодичных мышц, что отражается в высокой частоте вывихов эндопротеза [16].

Цель исследования — оценка среднесрочных результатов первичного эндопротезирования тазобедренного сустава с применением цементных бедренных и ацетабулярных компонентов у пациентов с ложными суставами ШБК, находящихся на гемодиализе.

Материал и методы

Дизайн исследования

Проведено ретроспективное одноцентровое рандомизированное исследование 26 пациентов гемодиализного профиля с ложными суставами ШБК, пролеченных в клинике травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» с 2017 по 2020 г.

Критерии включения в исследование:

- ложный сустав ШБК (давность перелома не менее 12 мес.);
- наличие ХБП 5Д стадии (хронический гемодиализ не менее 3 лет);
- цементные ацетабулярные и бедренные компоненты эндопротезов тазобедренно-

го сустава, предназначенные для первичного эндопротезирования;

- наличие костных дефектов вертлужной впадины и ПОВК, в том числе требующих выполнения костной пластики.

Критерии исключения:

- срок наблюдения менее 12 мес. после операции;
- отсутствие лабораторных показателей любой степени ренальной остеодистрофии (увеличение паратиреоидного гормона более 300 пг/мл, уменьшение сывороточного уровня 1,25 ОН-D3 менее 40 нг/мл, увеличение костной фракции щелочной фосфатазы более 100 МЕ/л);
- отсутствие гистологического подтверждения ренальной остеодистрофии (из биоптата головки бедренной кости).

В исследовании участвовало 15 (57,7%) женщин и 11 (42,3%) мужчин, их средний возраст — 59,2 лет (min — 36, max — 80). Средние сроки наблюдения за пациентами составили 27,3 мес. (95% ДИ: 23–31 мес.). Основные характеристики клинического материала представлены в таблице 1.

Классификация

На сегодняшний день отсутствует общепринятая классификация ложных суставов ШБК, которая позволяла бы прогнозировать исход эндопротезирования тазобедренного сустава в зависимости от рентгенологических и функциональных изменений ПОВК. В связи с этим нами для проведения объективной оценки результатов проведенных операций предложено 3 классификационных типа псевдоартроза ШБК (рис. 1):

Таблица 1

Основные характеристики клинического материала

Параметр	Количество	
	абс.	%
Пол:		
муж.	11	42,3
жен.	15	57,7
Сторона повреждения:		
правая нижняя конечность	12	46,1
левая нижняя конечность	14	53,9
Вертлужный компонент:		
цементный стандартный (низкопрофильный)	17	65,4
цементный двойная мобильность	9	34,6
Бедренный компонент:		
цементный стандартный (тип Müller)	16	61,5
цементный стандартный (тип Exeter)	10	38,5

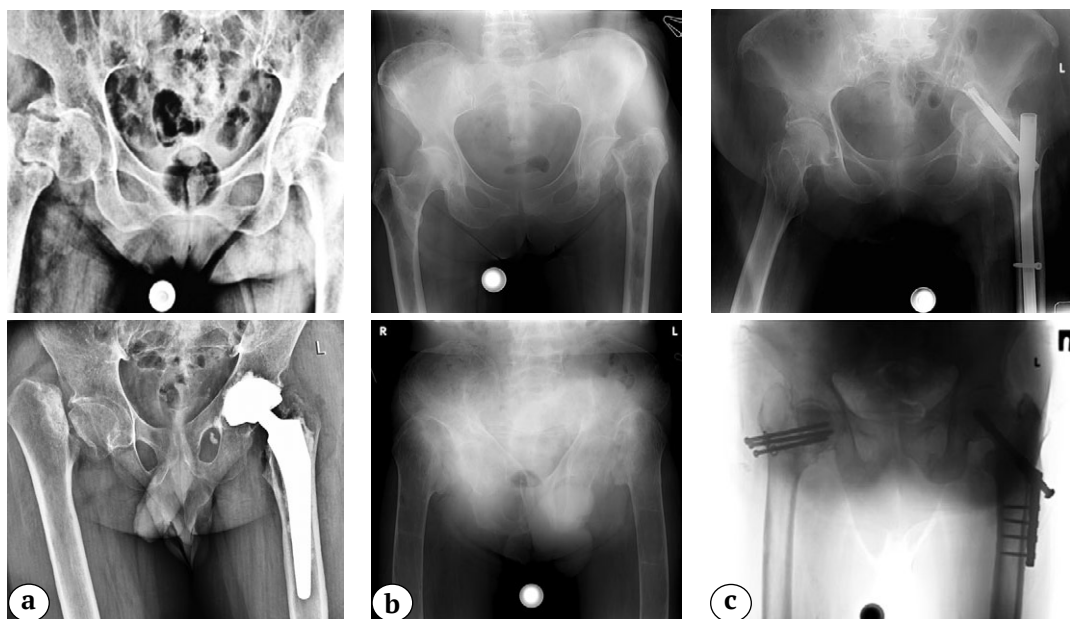


Рис. 1. Типы ложных суставов шейки бедренной кости по классификации авторов: а — тип А; б — тип В; с — тип С (объяснение в тексте)

Fig. 1. Types of the femoral neck false joints according to the authors' classification: а — type А; б — type В; с — type С (explanation in the text)

Тип А — укорочение нижней конечности (не более 2 см); отсутствие дополнительных локальных признаков остеопороза (величина морфокортикального индекса Barnet-Nordin более 0,4 ед.); отсутствие функциональной недостаточности ягодичных мышц (способность пациента выполнять активные движения в тазобедренном суставе); отсутствие остеолитического дефекта головки бедренной кости.

Тип В — укорочение нижней конечности более 2 см; признаки локального остеопороза (индекс Barnet-Nordin $\leq 0,4$ ед.); функциональная недостаточность ягодичных мышц (отсутствие активных движений в тазобедренном суставе); остеолитический дефект головки бедренной кости.

Тип С — псевдоартроз ШБК, осложненный наличием ранее установленного металлического фиксатора, который привел к инфицированию тазобедренного сустава и/или развитию дефекта вертлужной впадины или ПОВБ в результате его миграции.

Для диагностики инфекции тазобедренного сустава у пациента с наличием ранее установленных металлических имплантатов мы рекомендуем придерживаться алгоритма, принятого на Втором согласительном консенсусе по перипротезной инфекции в 2018 г. [17]. В дополнение к лаборатор-

ным показателям необходимо выполнять пункцию оперированного сустава с цитологическим исследованием жидкости и посевом для определения спектра чувствительности антибиотиков. Хирургическая тактика при диагностике глубокой ППИ на фоне псевдоартроза ШБК у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, предполагает двухэтапное лечение.

В соответствии с предложенной нами классификацией ложных суставов ШБК пациенты были распределены на 3 группы: группа I — 12 (46,1%) человек — классификационный тип А псевдоартроза ШБК, группа II — 10 (38,4%) человек — тип В, группа III — 4 (15,5%) больных — тип С. Эндопротезирование тазобедренного сустава во всех случаях производилось одной хирургической бригадой с использованием доступа Хардинга под спинально-эпидуральной анестезией.

На рисунке 2 приведено распределение цементных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава в исследуемых группах пациентов. Среди пациентов I и III групп имплантированные компоненты распределились приблизительно одинаково. Пациентам II группы значительно чаще устанавливались низкопрофильные цементные ацетабулярные компоненты и бедренные компоненты типа Müller.

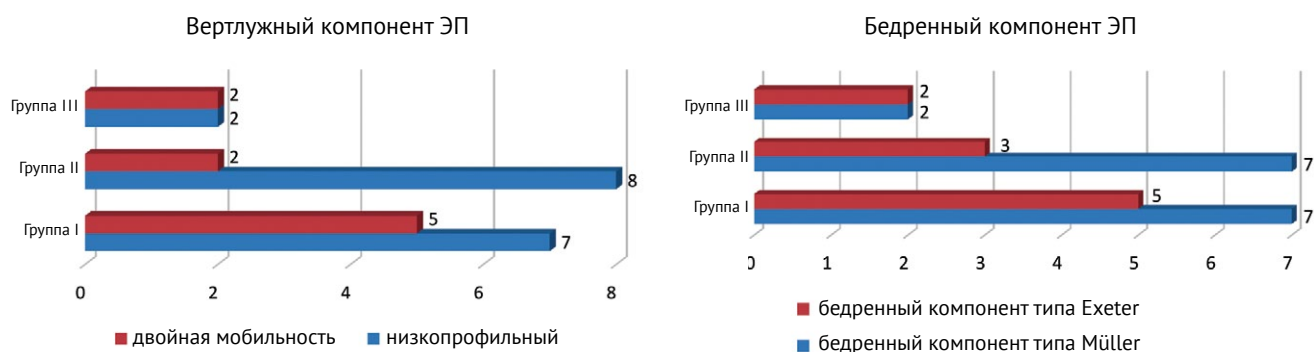


Рис. 2. Распределение цементных компонентов эндопротеза по группам
Fig. 2. Distribution of cemented components by groups

Оценка результатов

Функциональные результаты оценивались по 48-балльной шкале Oxford Hip Score (OHS) через 12 и 24 мес. после тотального цементного эндопротезирования и сравнивались с предоперационными исходными данными. Выраженность боли оценивалась по 10-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ) через 12 мес.

Статистический анализ

Нормальность распределения количественных показателей проводилась на основании критерия Шапиро–Уилка. При ненормальном распределении проводилось логарифмирование. Значимость различий количественных показателей длительности оперативного вмешательства и величины кровопотери оценивалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа с использованием модуля ANOVA. При выявлении статистической разницы дополнительно проводился анализ путем попарного сравнения совокупностей с помощью апостериорного критерия Тьюки. При проведении статистического анализа качественных парамет-

ров в структуре осложнений и частоты ревизионных вмешательств использовался точный критерий Фишера для малых выборок. Статистическая обработка полученных данных выполнялась при помощи программы IBM SPSS v.20.

Результаты

Средний показатель давности первичного перелома составил 13,5 (SD = 2,02) мес. Данное значение тождественно срокам выполнения первичного сложного эндопротезирования тазобедренного сустава у данных пациентов. Средний срок наблюдения за пациентами всех групп исследования составил 27,3 (SD = 3,64) мес. В таблице 2 приведены результаты периоперационных показателей и общей частоты осложнений и ревизионных вмешательств в группах исследования. Наибольшая длительность тотального цементного эндопротезирования отмечена в III группе пациентов (тип С псевдоартроза ШБК) — 121,25±19,26 мин. Такие результаты связаны с необходимостью одноэтапного удаления металлических конструкций, установленных ранее по поводу перелома ШБК.

Таблица 2

Основные периоперационные показатели и общая частота осложнений

Показатель	Тип А (n = 12)	Тип В (n = 10)	Тип С (n = 4)	p
Длительность операции, мин.	99,58±14,11	109,5±13,56	121,25±19,26	$p_{I-II} = 0,15085$ $p_{I-III} = 0,02394^*$ $p_{II-III} = 0,64492$
Интраоперационная кровопотеря, мл	440,83±133,65	654,03±141,59	750±158,11	$p_{I-II} = 0,01400^*$ $p_{I-III} = 0,00038^*$ $p_{II-III} = 0,32305$
Количество ревизий, n	1 (8,33%)	5 (50,00%)	2 (50,00%)	
Осложнения, n	4 (33,32%)	8 (80,00%)	3 (75,00%)	$p_{I-II} = 0,043^*$ $p_{I-III} = 0,26$ $p_{II-III} = 1,01$

* Значение статически значимо.

Однако при сравнении длительности операции между пациентами II и III групп статистически значимых отличий не обнаружено. При оценке интраоперационной кровопотери наименьший показатель выявлен у больных I группы исследования — 440,83±133,65 мл, причем статистическая значимость отличий получена как между I и II, так и между I и III группами исследования. Наименьшее общее число осложнений после тотального цементного эндопротезирования получено в I группе (тип А псевдоартроза) — 4 (8,33%).

В структуре ортопедических осложнений наиболее часто встречались послеоперационные гематомы (30,7% во всех группах исследования), что, с одной стороны, связано с нарушением системы гемостаза у пациентов гемодиализного профиля, а с другой стороны, объясняет высокую частоту инфекционных осложнений (23,07% среди всех пациентов). Статистически значимо чаще глубокая ППИ встречалась среди пациентов после артропластики тазобедренного сустава по поводу псевдоартроза ШБК классификационных типов В и С (табл. 3). Такие же результаты получены и при других ортопедических осложнениях, таких как перипротезные переломы, вывихи, остеолит вокруг цементной мантии установленных имплантатов. Частота интраоперационных кровотечений у пациентов всех групп не превышала 10%, что связано с применением оригинального алгоритма кровесбережения для пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, предполагающем последовательное введение эритропоэтина, конъюгированных эстрогенов и десмопрессина, а также обязательное переливание двух доз эритроцитарной массы для увеличения показателя гематокрита выше 30 ммоль/л [18].

При подробном анализе ортопедических осложнений по группам исследования нами установлен относительный риск осложнений с отношением шансов (ОШ) в зависимости от типа

псевдоартроза ШБК. Риск развития любого ортопедического осложнения при тотальном цементном эндопротезировании тазобедренного сустава классификационного типа А ложного сустава ШБК составляет 2,5 (ДИ 95%: 0,6797–9,6078; $p=0,1649$), ОШ — 3,33 (ДИ 95%: 0,605–18,371; $p=0,1232$); при типе В — 3,4 (ДИ 95%: 1,0524–11,0321; $p=0,0408$), ОШ — 5,33 (ДИ 95%: 1,156–24,559; $p=0,0125$); при типе С — 5,7 (ДИ 95%: 1,7365–19,0401; $p=0,0042$), ОШ — 6,6 (ДИ 95%: 0,895–49,676; $p=0,0118$).

За исследуемый период времени ревизионные вмешательства были произведены у 8 (30,7%) пациентов всех трех групп. При этом в группе I, т.е. среди пациентов с наиболее благоприятной клинической картиной псевдоартроза ШБК, ревизионное протезирование выполнено только у одного больного, а наибольшее количество ревизий выполнено пациентам группы II.

Одноэтапное ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава выполнялось только у двух пациентов (7,69%) (остеолиз бедренного компонента эндопротеза), причем оба имели классификационный тип В ложного сустава ШБК. У 8 (30,7%) пациентов ревизии выполнялись в 2 этапа в связи с развитием у них инфекции области хирургического вмешательства. Причем у данных больных отмечались интраоперационные перипротезные переломы ПОВК (3 пациента — 11,5%), а также один рецидивирующий вывих головки эндопротеза (3,8%). Из 8 пациентов трое (11,5%) имели классификационный тип В псевдоартроза ШБК, 2 (7,6%) — тип С, и только один (3,8%) пациент, подвергшийся ревизионному эндопротезированию ТБС, имел классификационный тип А ложного сустава ШБК. Таким образом, наше предположение об увеличении рисков развития осложнений при первичном эндопротезировании ТБС по поводу псевдоартроза ШБК, связанных с классификационным типом ложного сустава, является обоснованным.

Таблица 3

Структура ортопедических осложнений в группах исследования

Тип осложнения	Тип А n (%)	Тип В n (%)	Тип С n (%)	Всего n (%)
Кровотечение	0 (0)	2 (20)	0 (0)	2 (7,69)
Перипротезный перелом	0 (0)	3 (30)	2 (50)	5 (19,2)
Вывих ЭП	0 (0)	4 (40)	0 (0)	4 (15,3)
Остеолит	1 (8,3)	3 (30)	0 (0)	4 (15,3)
Stress-shielding синдром	1 (8,3)	3 (30)	1 (25)	5 (19,2)
Послеоперационная гематома	1 (8,3)	6 (60)	1 (25)	8 (30,7)
Глубокая ППИ	1 (8,3)	3 (30)	2 (50)	6 (23,07)

Функциональные результаты оценивались по 48-балльной шкале OHS через 12 и 24 мес. после тотального цементного эндопротезирования и сравнивались с предоперационными исходными данными. У пациентов отмечено статистически значимое улучшение функциональных показателей через 12 мес. (среднее значение 29,8 SD = 3,3 балла) и 24 мес. (среднее значение 33,1 SD = 2,5 балла) во всех группах в сравнении с пред-

операционными результатами (среднее значение 12,5 SD = 0,6 баллов) (рис. 3).

Наравне с функциональными показателями были проанализированы результаты оценки выраженности боли по 10-балльной шкале ВАШ. Средний балл до операции составил 7,35 (SD = 0,1). Через 12 мес. после тотального цементного эндопротезирования средняя оценка боли снизилась на 72,6% и составляла 2,01 (SD = 0,74) балла.

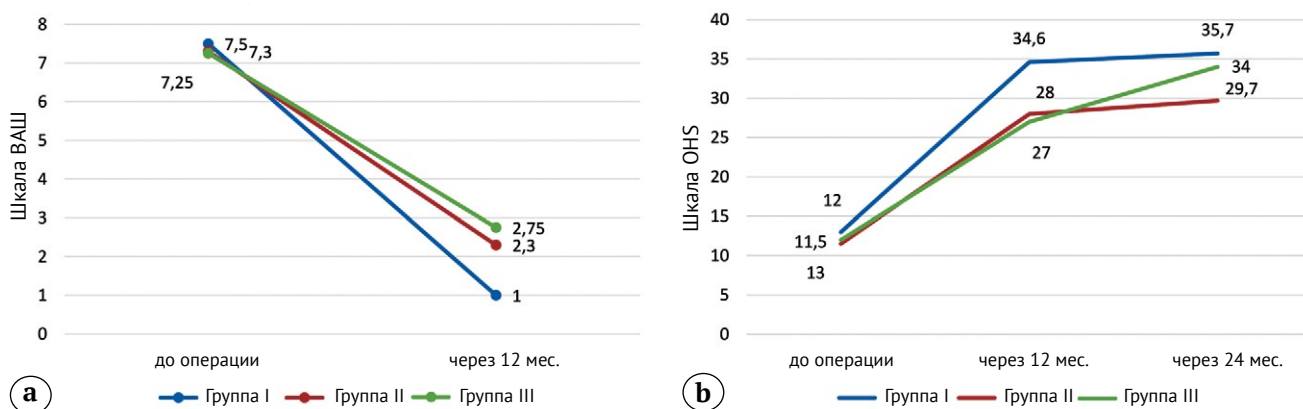


Рис. 3. Пред- и послеоперационные показатели у пациентов в группах исследования: а — выраженность боли по ВАШ; б — функциональные результаты по 48-балльной шкале OHS

Fig. 3. Preoperative and postoperative results assessment in the study groups: а — pain severity according to VAS; б — functional results according to OHS

Обсуждение

Полученные нами результаты довольно сложно интерпретировать в связи с незначительным количеством отечественных и зарубежных публикаций по данной узконаправленной теме. Тем не менее, если говорить о встречаемости ложных суставов ШБК, то, по данным G.P. Slobogean с соавторами, среди пациентов молодого и среднего возраста (до 60 лет) данный показатель составляет лишь 9,3% [19], в то время как среди лиц пожилого и старческого возраста (более 60 лет) этот показатель увеличивается в 10 раз и составляет 92,6% [20]. При наличии у больного тяжелой сопутствующей патологии, такой как ревматоидный артрит или терминальная стадия ХБП, которые оказывают влияние на снижение качества костной ткани, встречаемость ложных суставов ПОВК составляет 28% вне зависимости от возраста [21].

Количество неудовлетворительных исходов после различных вариантов остеосинтеза внутрисуставных переломов ПОВК у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, составляет 66,7%, что значительно больше по сравнению с больными обычной популяцией [22]. Однако основной причиной развития ложного сустава ШБК у больных с терминальной стадией

ХБП является консервативное лечение внутри-капсульных переломов ПОВК [23]. В связи с этим дальнейшее лечение последствий данных переломов представляет сложную задачу для травматологов-ортопедов и требует наличия не только дорогостоящих имплантатов, в том числе для замещения костных дефектов, но и специального инструментария, оборудования и наличия костного банка.

Необходимо отметить, что развитие ложного сустава ШБК усугубляет проявление локального остеопороза в результате длительного отсутствия опороспособности нижней конечности согласно закону Вольфа. В исследовании А.Н. Решетникова с соавторами приводятся данные денситометрии 34 пациентов с диагнозом «ложный сустав ШБК» в предоперационном периоде [24]. У 100% больных было диагностировано снижение минеральной плотности костной ткани ПОВК. Авторы также указывают на увеличение минеральной плотности костной ткани через год после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, не уточняя при этом, какой тип фиксации имплантатов был применен. В нашем исследовании количество удовлетворительных исходов после тотального цементного эндопротезирования ТБС при ложных суставах ШБК

у пациентов гемодиализного профиля составило 69,3% во всех группах исследования, что является приемлемым результатом для данной категории больных.

Цементные чашки двойной мобильности имеют значительные преимущества перед стандартными ацетабулярными компонентами у пациентов с последствиями переломов ПОБК. Н. Favreau с соавторами опубликовали результаты применения цементных чашек двойной мобильности при эндопротезировании у 40 пациентов с последствиями переломов вертельной области со средним сроком наблюдения 54 мес. Авторы отмечают отсутствие вывихов эндопротеза за указанный период времени [25]. В нашем исследовании применение ацетабулярных компонентов двойной мобильности также не приводило к послеоперационным вывихам эндопротеза вне зависимости от классификационного типа псевдоартроза ШБК, в то время как применение стандартных цементных чашек привело к 15,3% вывихов.

Частота ревизионных вмешательств после тотальной артропластики тазобедренного сустава у пациентов, находящихся на заместительной почечной терапии, варьирует от 5% до 40%, однако эти показатели значимо выше по сравнению с больными обычной популяции [26]. В нашем исследовании суммарный показатель частоты ревизий составил 30,7%, при этом в 26,9% случаев ревизионное эндопротезирование выполнялось после заведомо сложных случаев первичной артропластики (типы В и С псевдоартроза, подразумевающие выраженную ретракцию бедренной кости, остеолит головки бедра, низкие показатели морфо-кортикального индекса Барнетта–Нордина или наличие ранее установленных металлических имплантатов, приведших к формированию костного дефекта). Основной причиной ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в проведенном исследовании являлась глубокая ППИ (6 случаев — 23,07%), что вполне соответствует общемировым данным об инфекционных осложнениях после тотальной артропластики у пациентов с терминальной стадией ХБП [12].

Заключение

Предложенная рабочая классификация псевдоартрозов ШБК у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, позволяет определять тактику хирургического лечения. Цементные ацетабулярные компоненты двойной мобильности эффективны при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава при всех типах псевдоартроза ШБК.

Информированное согласие

Пациенты дали добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов.

Литература [References]

1. Ершова О.Б., Белова К.Ю., Дегтярев А.А., Ганерт О.А., Романова М.А., Синицына О.С. и др. Анализ летальности у пациентов с переломом проксимального отдела бедра. *Остеопороз и остеопатии*. 2015;18(3):3-8. doi: 10.14341/osteo201533-8. Ershova O.B., Belova K.Yu., Degtyarev A.A., Ganert O.A., Romanova M.A., Sinitsina O.S. et al. [Analysis of mortality in patients with a fracture of the proximal femur]. *Osteoporoz i osteopatii* [Osteoporosis and Bone Diseases]. 2015;18(3):3-8. (In Russian). doi: 10.14341/osteo201533-8.
2. Гладкова Е.Н., Ходырев В.Н., Лесняк О.М. Анализ состояния оказания медицинской помощи и исходов у больных с переломом проксимального отдела бедра (данные популяционного исследования). *Остеопороз и остеопатии*. 2011;14(3):7-10. doi: 10.14341/osteo201137-10. Gladkova E.N., Khodyrev V.N., Lesnyak O.M. [Analysis of the state of medical care and outcomes in patients with a fracture of the proximal femur (population study data)]. *Osteoporoz i osteopatii* [Osteoporosis and Bone Diseases]. 2011;14(3):7-10. (In Russian). doi: 10.14341/osteo201137-10.
3. Раскина Т.А., Аверкиева Ю.В. Медико-социальные последствия и качество жизни у больных старшей возрастной группы с переломами проксимального отдела бедра. *Современная ревматология*. 2014;8(3):51-55. doi: 10.14412/1996-7012-2014-3-51-55. Raskina T.A., Averkieva Yu.V. [Sociomedical sequels and quality of life in patients of old age group with proximal femoral fractures]. *Sovremennaya revmatologiya* [Modern Rheumatology Journal]. 2014;8(3):51-55. (In Russian). doi: 10.14412/1996-7012-2014-3-51-55.
4. Klop C., Welsing P.M., Cooper C., Harvey N.C., Elders P.J., Bijlsma J.W. et al. Mortality in British hip fracture patients, 2000-2010: a population-based retrospective cohort study. *Bone*. 2014;66:171-177. doi: 10.1016/j.bone.2014.06.011.
5. Эзугбая Б.С., Шолин И.Ю., Аветисян В.А., Корячкин В.А., Джопуа М.А., Плетень М.П. и др. Прогнозирование периоперационных сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с переломом проксимального отдела бедра. *Инновационная медицина Кубани*. 2020;(3):6-11. doi: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-6-11. Ezugbaia B.S., Sholin I.Yu., Avetisian V.A., Koriachkin V.A., Dzhopua M.A., Pleten M.P. et al. [Prediction of perioperative cardiac complications in patients with proximal femoral fracture]. *Innovatsionnaya meditsina Kubani* [Innovative Medicine of Kuban]. 2020;(3):6-11. (In Russian). doi: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-6-11.
6. Devereaux P.J., Biccari B.M., Sigamani A., Xavier D., Chan M.T.V., Srinathan S.K. et al. Association of Postoperative High-Sensitivity Troponin Levels With Myocardial Injury and 30-Day Mortality Among Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *JAMA*. 2017;317(16):1642-1651. doi: 10.1001/jama.2017.4360.

7. Vlisides P., Mashour G.A. Perioperative stroke. *Can J Anaesth.* 2016;63(2):193-204. doi: 10.1007/s12630-015-0494-9.
8. Марков Д.А., Зверева К.П., Белоногов В.Н. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с ложным суставом шейки бедренной кости. *Политравма.* 2019;(4):29-35. Markov D. A., Zvereva K.P., Belonogov V.N. [Total hip replacement in patients with false joint of the femoral neck]. *Politравма [Polytrauma]*. 2019;(4):29-35. (In Russian).
9. Nikhil V., Singh M.P., Rehan U., Aditya N., Anuj J. Malunion in displaced intracapsular fracture of femoral neck: A rare case. *Chin J Traumatol.* 2015;18(5):307-310. doi: 10.1016/j.cjtee.2015.05.003.
10. Цед А.Н., Дулаев А.К., Муштин Н.Е., Ильющенко К.Г., Шмелев А.В. Среднесрочные результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(2):44-54. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-44-54. Tsed A.N., Dulaev A.K., Mushtin N.E., Iliushchenko K.G., Shmelev A.V. [Mid-Term Outcomes of Primary Hip Replacement in Patients with End-Stage Chronic Renal Disease]. *Травматология и ортопедия России [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2019;25(2):44-54. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-44-54. (In Russian).
11. 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). *Травматология и ортопедия России.* 2018;24(2):138-145. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-138-145. Murylev V.Yu., Tsygin N.A., Shutov E.V., Zhuchkov A.G., Rukin Ya.A. [Total Hip and Knee Arthroplasty in Patients with Chronic Kidney Disease (review)]. *Травматология и ортопедия России [Traumatology and orthopedics of russia]*. 2018;24(2):138-145. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-138-145.
12. Erkocak O., Yoo J., Restrepo C., Maltenfort M., Parvizi J. Incidence of Infection and Inhospital Mortality in Patients With Chronic Renal Failure After Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2016;31(11):2437-2441. doi: 10.1016/j.arth.2016.04.031.
13. Мушкин М.А., Дулаев А.К., Цед А.Н. Особенности течения спондилита у пациентов, находящихся на программном гемодиализе (клиническое наблюдение). *Травматология и ортопедия России.* 2020;26(1):173-180. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-173-180. Mushkin M.A., Dulaev A.K., Tsed A.N. [Peculiarities of Spondylitis in the Patients Undergoing Program Hemodialysis (Case Report)]. *Травматология и ортопедия России [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2020;26(1):173-180. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-173-180.
14. Hsieh P., Chang Y., Chen S., Shih C. Staged arthroplasty as salvage procedure for deep hip infection following intertrochanteric fracture. *Int Orthop.* 2006;30(4):228-232. doi: 10.1007/s00264-005-0059-6.
15. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рубин Г.Г., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Музыченков А.В. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с ложными суставами шейки бедренной кости. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.* 2016;23(1):21-25. doi: 10.17816/vto201623121-25. Kavalerskiy G.M., Murylyov V.Yu., Rubin G.G., Rukin Ya.A., Elizarov P.M., Muzychenko A.V. [Hip arthroplasty in patients with femoral neck pseudarthrosis]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]*. 2016;23(1):21-25. (In Russian). doi: 10.17816/vto201623121-25.
16. Fukunishi S., Fukui T., Nishio S., Imamura F., Yoh K., Yoshiya S. Results of total hip arthroplasty for dialysis arthropathy in long-term hemodialysis patients. *J Orthop Sci.* 2009;14(3):285-291. doi: 10.1007/s00776-009-1330-2.
17. *Материалы Второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции / пер. с англ. ; под общ. ред. Р.М. Тихилова, С.А. Божковой, И.И. Шубнякова. СПб. : РНИИТО им. П.П. Вредена; 2019. 314 с. Proceedings of the Second International Consensus Meeting of Musculoskeletal Infection / ed. R.M. Tikhilov, S.A. Bozhkova, I.I. Shubnyakov. SPb., 2019. 314 p.*
18. Муштин Н.Е., Цед А.Н., Дулаев А.К., Леднев А.А., Ильющенко К.Г., Шмелев А.В. Применение Десмопрессина и конъюгированных эстрогенов для уменьшения объема кровопотери при эндопротезировании тазобедренного сустава у больных, получающих заместительную почечную терапию. *Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова.* 2019;26(3):57-63. doi: 10.24884/1607-4181-2019-26-3-57-63. Mushtin N.E., Tsed A.N., Dulaev A.K., Lednev A.A., Ilyushchenko K.G., Shmelev A.V. [Application of Desmopressin and conjugated estrogens to reduce the volume of blood loss during arthroplasty of the hip joint in patients with end stage renal disease]. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta imeni akademika I.P. Pavlova [The Scientific Notes of the Pavlov University]*. 2019;26(3):57-63. (In Russian). doi: 10.24884/1607-4181-2019-26-3-57-63.
19. Slobogean G.P., Sprague S.A., Scott T., Bhandari M. Complications following young femoral neck fractures. *Injury.* 2015;46(3):484-491. doi: 10.1016/j.injury.2014.10.010.
20. Xu D., Bi F., Ma C., Wen Z., Cai X. A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis. *J Orthop Surg Res.* 2017;12(1):28. doi: 10.1186/s13018-017-0528-9.
21. Peterkin-McCalman R., Waller J., Le B., Oliver A., Manning E., Elam R. et al. Fractures in patients with rheumatoid arthritis and end-stage renal disease. *Arch Osteoporos.* 2020;15(1):146. doi: 10.1007/s11657-020-00815-3.
22. Yu Y.-H., Hsu Y.-H., Chou Y.-C., Tseng I.-C., Yeh W.-L., Wu C.-C. Higher Complication Rate Following Hip Fractures in Uremic Patients Undergoing Maintenance Hemodialysis: A Cohort Study. *Open Access Library Journal.* 2018;5:e3986. doi: 10.4236/oalib.1103986.
23. Babcock S., Kellam J.F. Hip Fracture Nonunions: Diagnosis, Treatment, and Special Considerations in Elderly Patients. *Adv Orthop.* 2018;2018:1912762. doi: 10.1155/2018/1912762.
24. Решетников А.Н., Гладилин Г.П., Решетников Н.П., Левченко К.К., Киреев С.Н., Адамович Г.А. и др. Изменение минеральной плотности костной ткани у больных с ложным суставом шейки бедренной кости до и после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Современные проблемы науки и образования.* 2015;(6):161. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23414>.

Reshetnikov A.N., Gladilin G.P., Reshetnikov N.P., Levchenko K.K., Kireev S.N., Adamovich G.A. et al. [Changes of bone tissue mineral density in patients with femoral neck failure joints before and after total hip replacement]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2015;(6):161. Available from: <https://science-education.ru/en/article/view?id=23414>. (In Russian).

25. Favreau H., Ehlinger M., Adam P., Bonomet F. Total hip arthroplasty with exclusive use of dual-mobility cup after failure of internal fixation in trochanteric fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020;106(4):645-649. doi: 10.1016/j.otsr.2020.02.011.
26. Tornero E., Cofan F., Reategui D., Gracia-Toledo M., Campistol J.M., Riba J. et al. Outcomes of hip arthroplasty in patients with end-stage renal disease: a retrospective, controlled study. *Int J Adv Joint Reconstr.* 2015;1:11-18.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Цед Александр Николаевич — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, руководитель отделения травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: travma1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8392-5380>

Муштин Никита Евгеньевич — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: mushtin.nikita@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7264-7861>

Дулаев Александр Кайсинович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, руководитель отдела травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: akdulaev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4079-5541>

Шмелев Антон Владимирович — врач травматолог-ортопед отделения травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: schmeljew@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1181-6545>

Заявленный вклад авторов

Цед А.Н. — дизайн исследования, сбор и обработка материала, обзор публикаций по теме статьи и написание текста рукописи, этапное и заключительное редактирование рукописи.

Муштин Н.Е. — статистическая обработка полученного материала, обзор публикаций по теме статьи, редактирование.

Дулаев А.К. — концепция исследования, анализ полученных результатов.

Шмелев А.В. — литературный обзор публикаций по теме статьи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Alexander N. Tsed — Dr. Sci. (Med.), Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: travma1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8392-5380>

Nikita E. Mushtin — Cand. Sci. (Med.), Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: mushtin.nikita@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7264-7861>

Alexander K. Dulaev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: akdulaev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4079-5541>

Anton V. Schmeljew — Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: schmeljew@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1181-6545>



Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости с использованием малоинвазивного накостного остеосинтеза и перкутанной спицевой фиксации: сравнительный анализ результатов

К.А. Егиазарян¹, Б.И. Максимов², А.А. Аскеров^{1,2}, Н.Н. Ведерников², М.И. Матвиенко²

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

² ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

Реферат

Цель исследования — сравнительная оценка рентгенологических и функциональных результатов малоинвазивного накостного остеосинтеза с применением пронатор-сберегающего доступа и перкутанной спицевой фиксации у пациентов с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЛК). **Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 41 пациента с переломами ДМЛК (14 мужчин и 27 женщин), которым в период с 2016 по 2020 г. был выполнен малоинвазивный накостный остеосинтез блокируемыми пластинами с применением пронатор-сберегающего хирургического доступа (основная группа). Средний возраст больных составил 51 год (от 31 до 74 лет). В контрольную группу вошли 37 пациентов: 19 женщин и 18 мужчин; средний возраст — 61 год (от 29 до 76 лет), которым за этот же период времени был выполнен малоинвазивный перкутанный спицевой остеосинтез ДМЛК. Сравнительную оценку рентгенологических и функциональных результатов малоинвазивного остеосинтеза в обеих группах осуществляли в сроки от 1 до 6 мес. со дня оперативного лечения. **Результаты.** У всех пациентов в сроки до 6 нед. после операции была достигнута консолидация переломов, подтвержденная рентгенологически. Среди пациентов, прооперированных путем пронатор-сберегающего накостного остеосинтеза, осложнений не было, в группе пациентов, которым выполняли перкутанный спицевой остеосинтез, было получено 6 осложнений: в 4 случаях (11%) — воспаление в области выхода спиц и в 2 случаях (5,4%) — ятрогенное интраоперационное повреждение чувствительной ветви лучевого нерва. Были получены статистически значимые различия в рентгенологических результатах (ладонный наклон суставной фасетки лучевой кости, инклинация лучевой кости и высота лучевой кости) между двумя группами. Показатели в основной группе пациентов были лучше на всех этапах наблюдения ($p < 0,01$). Малоинвазивный накостный остеосинтез с применением пронатор-сберегающей техники также продемонстрировал значимо лучшие функциональные результаты (сила схвата кисти, объем движения в лучезапястном суставе, ротационные движения предплечья) по сравнению с контрольной группой на всех этапах оценки ($p < 0,001$). **Заключение.** Результаты исследования демонстрируют эффективность и относительную безопасность обеих методик малоинвазивного остеосинтеза ДМЛК. Однако накостный остеосинтез волярными блокируемыми пластинами с применением пронатор-сберегающей техники позволяет получать лучшие рентгенологические и функциональные результаты по сравнению с применением чрескожного остеосинтеза спицами.

Ключевые слова: малоинвазивный остеосинтез, спицевой остеосинтез, дистальный метаэпифиз лучевой кости, волярная пластина с угловой стабильностью, накостный остеосинтез, спица Киршнера.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Егиазарян К.А., Максимов Б.И., Аскеров А.А., Ведерников Н.Н., Матвиенко М.И. Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости с использованием малоинвазивного накостного остеосинтеза и перкутанной спицевой фиксации: сравнительный анализ результатов. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):31-41. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1696>.

Cite as: Egiazaryan K.A., Maximov B.I., Askerov A.A., Vedernikov N.N., Matvienko M.I. [Functional and Radiographic Outcomes for Distal Radius Fractures Treated with Volar-Locked Plates and Percutaneous K-Wires: A Comparative Study]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):31-41. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1696>.

✉ Максимов Борис Игоревич / Boris I. Maximov; e-mail: dr.borismaximov@gmail.com

Рукопись получена: 29.10.2021. Рукопись одобрена: 26.11.2021. Статья опубликована онлайн: 07.12.2021. Submitted: 29.10.2021. Accepted: 26.11.2021. Published Online: 07.12.2021.

Functional and Radiographic Outcomes for Distal Radius Fractures Treated with Volar-Locked Plates and Percutaneous K-Wires: A Comparative Study

Karen A. Egiazaryan¹, Boris I. Maximov², Artur A. Askerov^{1,2}, Nikolai N. Vedernikov², Maksim I. Matvienko²

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Moscow Bauman City Hospital No. 29, Moscow, Russia

Abstract

Purpose — to evaluate and to compare radiological and functional outcomes of the volar locking plate fixation using pronator-sparing approach and K-wire fixation of distal radius fractures. **Materials and Methods.** We retrospectively analyzed 41 patients with distal radius fractures (27 female and 14 male) treated in the period from 2016 to 2020 using minimally invasive osteosynthesis via pronator-sparing approach. The mean age was 51 years (31-74 years). The control group consists of 37 patients (19 female and 18 male, mean age — 61 years (29-76 years)), who underwent minimally invasive percutaneous K-wire fixation of distal radius fractures during the same period of time. Comparative analysis of radiographic and functional outcomes in both groups of minimally invasive osteosynthesis of distal radius fractures was carried out in the period from 1 to 6 months after the surgery. **Results.** Primary union of distal radius fractures was confirmed in X-rays in all patients within 6 weeks after the surgery. There were no complications in patients treated by pronator-sparing volar locking plate fixation, whereas in K-wire group we had 6 patients with complications: 4 cases (11%) — superficial infection around K-wires and 2 cases (5,4%) — intraoperative damage of sensitive branch of radial nerve. There were statistically significant differences in radiographic results (volar tilt, radial inclination, and radial height) between two groups: they all were better in patients treated by pronator-sparing volar locking plate fixation during the whole follow-up period ($p < 0,01$). Minimally invasive volar locking plate fixation via pronator-sparing approach also provided significantly better grip strength and range of wrist motion and forearm rotation in the early 6-month postoperative period, compared with percutaneous K-wire fixation ($p < 0,001$). **Conclusion.** Our study demonstrates that both techniques of minimally invasive osteosynthesis of distal radius fractures are effective and relatively safe methods of surgical treatment, but volar plating via pronator-sparing approach leads to a better reconstruction of the distal radius and better functional outcomes compared to percutaneous K-wiring.

Keywords: minimally invasive osteosynthesis, distal radius, plate fixation, volar locking plate, pronator-sparing approach, K-wiring.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Вопросы оптимизации оказания медицинской помощи пациентам с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЛК) по-прежнему не утратили своей актуальности и продолжают обсуждаться специалистами [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Это обусловлено, во первых, тем, что переломы ДМЛК занимают большую нишу в общей структуре скелетной травмы, являясь самым частым переломом у человека [9], а во-вторых, — постоянно возрастающими требованиями пациентов как к самому процессу лечения, так и к его итоговым результатам. Консенсус в отношении вида медицинской помощи среди специалистов найден — в последние два десятилетия отмечается значительный рост частоты хирургического лечения переломов ДМЛК,

однако объем оперативного вмешательства и способы фиксации переломов продолжают обсуждаться [10, 11, 12, 13]. Не последнюю роль здесь играет современный общий тренд к малоинвазивным хирургическим вмешательствам в травматологии и соответствующее этому стремление хирургов к максимально бережному и «биологичному» остеосинтезу, в том числе и переломов ДМЛК [14, 15, 16, 17, 18].

Цель исследования — сравнительная оценка рентгенологических и функциональных результатов малоинвазивного на костном остеосинтеза с применением пронатор-сберегающего доступа и перкутанной спицевой фиксации у пациентов с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости.

Материал и методы

Дизайн исследования

Выполнено одноцентровое когортное нерандомизированное исследование. Проведен ретроспективный анализ результатов малоинвазивного хирургического лечения 78 пациентов за период с 2016 по 2020 г. по поводу закрытых переломов ДМЛК.

Среди прооперированных больных было 46 женщин и 32 мужчины. Большинство пострадавших составили лица трудоспособного возраста, средний возраст пациентов на момент травмы составил $55,8 \pm 13,6$ лет (от 19 до 65 лет). В 47 случаях имел место перелом ДМЛК правого предплечья, в 31 — левого.

Критерии включения в исследование:

- согласие пациента;
- острая изолированная травма;
- закрытый характер перелома;
- переломы типов I и III по классификации D.L. Fernandez с соавторами [19];
- удовлетворительные результаты первичной закрытой ручной репозиции;
- нестабильный характер перелома ДМЛК по M. LaFontaine [20].

Критерии исключения:

- переломы типа «волярный Barton» (тип II по D.L. Fernandez) как трудно поддающиеся адекватной закрытой ручной репозиции и требующие, как правило, открытого наkostного доступа с полноценной мобилизацией *m. pronator quadratus*;
- переломы типа «тыльный Barton» (тип II по D.L. Fernandez) как редко встречающиеся изолированные повреждения;
- открытый характер перелома;
- срок с момента перелома более 10 дней;
- сочетание перелома ДМЛК с переломом дистального отдела локтевой кости (за исключением перелома шиловидного отростка).

Всем пострадавшим был выполнен малоинвазивный остеосинтез ДМЛК. В зависимости от примененного способа стабилизации перелома пациенты были разделены на две группы, сопоставимые по всем критериям включения в исследование. Для классификации повреждения и выбора оптимальной тактики лечения переломов ДМЛК всем пациентам выполняли рентгенографию лучезапястного сустава в двух проекциях, а также компьютерную томографию.

В первую (основную) группу вошел 41 пациент: 14 мужчин и 27 женщин, их возраст варьировал от 31 до 74 лет (медиана 51). Пациентам этой группы был выполнен наkostный остеосинтез пластиной с угловой стабильностью и сохранением *m. pronator quadratus*. У 24 пациентов был диагностирован перелом типа I (30,8%), у 17 — типа III (21,8%).

Вторую (контрольную) группу составили 37 пациентов: 18 мужчин и 19 женщин, возраст больных варьировал от 29 до 76 лет (медиана 61). Стабилизацию переломов ДМЛК в этой группе выполняли посредством перкутанного остеосинтеза спицами по Капанджи. У 26 пациентов был диагностирован перелом типа I (33,3%), у 11 — типа III (14,1%).

Хирургическая техника в первой группе пациентов

Отличие примененного хирургического доступа от традиционного заключалось в том, что после выполнения продольного кожного разреза по ладонной поверхности предплечья в проекции сухожилия *m. flexor carpi radialis* и последующего выделения и ретракции подлежащих сухожилий *m. pronator quadratus* мобилизовали при помощи скальпеля и распатора без потери мест крепления к лучевой кости с сохранением его анатомической целостности. За счет мобилизации дистального края мышцы и ее ретракции в проксимальном направлении имеется возможность не только визуализации самого перелома, но и фиксации пластины к метаэпифизарной части лучевой кости. В проксимальном отделе пластину фиксировали посредством заведения винтов через расслоенные волокна квадратного пронатора предплечья, также без нарушения его анатомической непрерывности [2].

Все оперативные вмешательства в обеих группах проводили одной бригадой хирургов в условиях периферической блокады плечевого сплетения надключичным или подмышечным доступом под контролем ультразвуковой навигации.

Послеоперационное ведение пациентов

Послеоперационный протокол ведения пациентов в группах был идентичен: в течение 4 нед. применяли лонгетную гипсовую иммобилизацию, после чего проводили удаление спиц во второй группе пациентов и приступали к реабилитации. После выписки из стационара регулярные клинические осмотры проводили через 2, 4, 6, 12 и 24 недели.

Оценка результатов

Сравнительную оценку рентгенологических результатов и функциональных исходов в обеих группах осуществляли в сроки от 1 до 6 мес. со дня оперативного лечения. Оценка рентгенологических результатов проводили по следующим параметрам: отсутствие смещения отломков, формирующих суставную поверхность лучевой кости; восстановление высоты лучевой кости; восстановление инклинации лучевой кости; восстановление ладонной инклинации суставной поверхности лучевой кости.

Функциональные исходы лечения оценивали по следующим критериям: амплитуда движений в лучезапястном суставе (сгибание, разгибание); ротация предплечья (супинация, пронация); сила схвата кисти по шкале L. McPeak [21].

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных количественных данных проводили с помощью пакета прикладных программ SPSS Statistics 26 (IBM, США). Для количественных непрерывных признаков (ненормальное распределение) результаты представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей (интерквартильный размах). Для оценки различий групп по количественным непрерывным признакам применяли U-критерий Манна–Уитни. Сравнение динамики внутри групп проводили с помощью критерия Фридмана. Сопоставимость групп по типу перелома установлена с помощью критерия χ^2 Пирсона. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты

Ближайшие и отдаленные результаты малоинвазивного хирургического лечения переломов ДМЛК были изучены и оценены у всех пациентов первой ($n = 41$) и второй групп ($n = 37$). Сроки наблюдения в группах были следующие: первая (остеосинтез пластинами с сохранением *m. pronator quadratus*) — Me = 54 нед. (34; 68), вторая (перкутанный остеосинтез спицами) — Me = 38 нед. (27; 54).

Во всех случаях визуализировались рентгенологические признаки консолидации перелома. Среди пациентов первой группы осложнений не было. У 4 (11%) пациентов второй группы в послеоперационном периоде наблюдали воспаление в области выхода спиц, во всех случаях купированное перевязками и оральным приемом антибиотиков. В двух (5,4%) случаях, также в контрольной группе пациентов, из-за интраоперационного повреждения чувствительной ветви лучевого нерва в послеоперационном периоде отмечалось локальное онемение в области его иннервации. В обоих случаях чувствительность восстановилась в сроки от 3 до 6 мес. с момента выполнения остеосинтеза.

Нами были изучены и проанализированы основные рентгенологические параметры поврежденного сегмента лучевой кости как на предоперационном этапе, так и после операции (рис. 1, 2, 3).

Представленные группы были сопоставимы по всем дооперационным рентгенологическим параметрам: сопоставимость групп по типу перелома установлена с помощью критерия χ^2 Пирсона ($p = 0,281$), по ладонному наклону суставной фасетки лучевой кости ($p = 0,259$), по высоте лучевой кости ($p = 0,916$) и по инклинации лучевой кости ($p = 0,203$) с помощью U-критерия Манна–Уитни.

Сравнительные результаты оценки восстановления основных рентгеноанатомических параметров ДМЛК в обеих группах в динамике представлены в таблице 1.

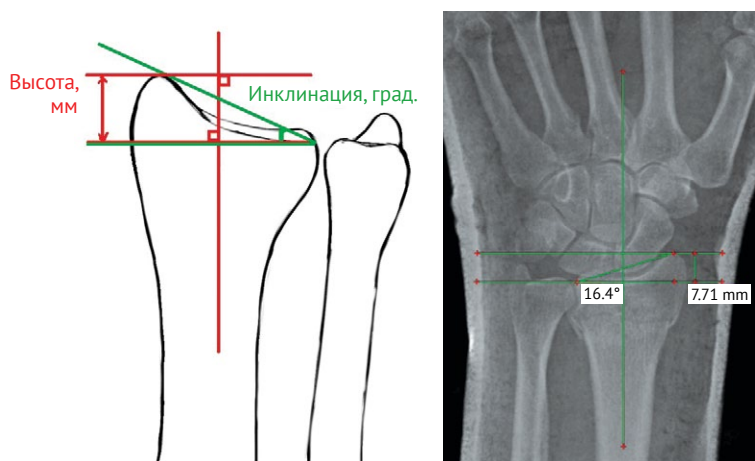


Рис. 1. Оценка высоты и инклинации лучевой кости на предоперационном этапе: уменьшение нормальных величин обоих параметров

Fig. 1. Assessment of the radial height and radial inclination at pre-operative period: it is noted the reduction of the normal value of both parameters

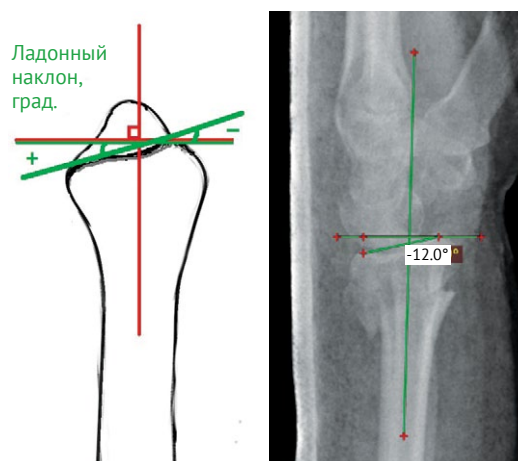


Рис. 2. Оценка ладонного наклона суставной фасетки лучевой кости на предоперационном этапе: отмечается отрицательный ладонный наклон

Fig. 2. Volar tilt assessment at pre-operative period: a negative volar tilt of distal radius

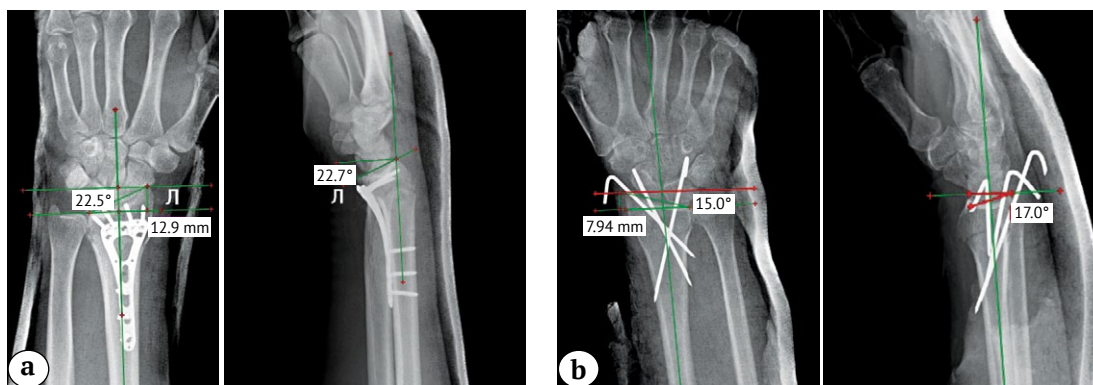


Рис. 3. Измерение и оценка основных рентгеноанатомических параметров лучезапястного сустава после выполнения малоинвазивного остеосинтеза:

a — после остеосинтеза пластиной; b — после перкутанного остеосинтеза спицами

Fig. 3. Measurement and assessment of the main radiographical parameters after minimally invasive osteosynthesis: a — after volar locking plate fixation; b — after percutaneous K-wiring

Таблица 1

Рентгеноанатомические параметры ДМЛК пациентов двух групп

Параметр	До операции			Результат					
				после операции			через 6 нед. после операции		
	Первая группа	Вторая группа	<i>p</i>	Первая группа	Вторая группа	<i>p</i>	Первая группа	Вторая группа	<i>p</i>
Ладонный наклон суставной фасетки лучевой кости, град.	0,0 -15,0; 6,0	-10,0 -13,4; 2,0	0,259	12,0 11,0; 13,0	10,7 11,0; 13,0	<0,01	12,0 11,0; 13,0	10,0 9,1; 11,0	<0,01
Высота лучевой кости, мм	7,20 5,6; 9,0	7,80 6,2; 7,9	0,916	12,00 11,8; 12,1	11,60 10,8; 12,0	<0,01	12,0 11,6; 12,1	11,1 10,1; 11,5	<0,01
Инклинация лучевой кости, град.	17,7 16,3; 19,5	17,3 15,2 19,0	0,203	23,0 22,6; 23,4	21,9 21,0; 22,8	<0,01	23,0 22,5; 23,2	21,0 20,2 22,4	<0,01

Приведены медианы и интерквартильный размах (Q1; Q3).

В дооперационном периоде статистически значимых различий в рентгенологических параметрах между группами выявлено не было, что согласуется с гипотезой о сопоставимости групп. Однако сразу после операции и через 6 нед. рентгенологические параметры в группах имели статистически значимую разницу ($p < 0,01$) — показатели у пациентов первой группы превышали все показатели во второй группе. Стоит заметить, что оценка рентгенологических результатов после 6-недельного срока не имела большого смысла, так как к этому времени у всех прооперированных пациентов были отчетливые признаки консолидации переломов и, соответственно, итоговый рентгенологический результат проведенного лечения.

В период послеоперационного восстановления функции лучезапястного сустава, предплечья и кисти по всем исследуемым параметрам выявлены статистически значимые различия как между группами, так и внутри групп на всех этапах оценки ($p < 0,001$). Сравнение различий между группами на каждом этапе проводили при помощи U-критерия Манна–Уитни. Показатели первой группы превышали показатели второй ($p < 0,001$). Для сравнения и оценки динамики внутри групп использовали критерий Фридмана. Рост показателей был статистически значимым ($p < 0,001$). Функциональные результаты лечения в сравниваемых группах пациентов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Динамика восстановления функции лучезапястного сустава и кисти после малоинвазивного остеосинтеза у пациентов двух сравниваемых групп

Параметр	Срок наблюдения после операции								
	1 мес.			3 мес.			6 мес.		
	Первая группа	Вторая группа	<i>p</i>	Первая группа	Вторая группа	<i>p</i>	Первая группа	Вторая группа	<i>p</i>
Сгибание, град.	67 65–70	45 44–49	<0,001	75 70–75	65 60–65	<0,001	90 82–90	74 69–78	<0,001
Разгибание, град.	65 62–72	40 34–45	<0,001	80 74–90	50 46–56	<0,001	85 78–90	69 65–73	<0,001
Супинация, град.	74 72–75	50 44–56	<0,001	79 76–81	70 65–80	<0,001	90 90–90	78 75–80	<0,001
Пронация, град.	70 70–75	60 55–60	<0,001	80 75–90	70 65–79	<0,001	90 80–90	80 75–85	<0,001
Сила схвата, % от контралатеральной кисти	76 75–79	55 54–60	<0,001	93 91–100	70 69–78	<0,001	97 94–00	79 78–90	<0,001

Приведены медианы и интерквартильный размах (Q1; Q3).

Обсуждение

Неуклонный рост числа пациентов с переломом ДМЛК в совокупности с увеличением доли так называемых «требовательных пациентов», стремящихся к максимально быстрому и полноценному возвращению к активной и самостоятельной жизни, обуславливает тренд к расширению показаний для хирургического лечения, наблюдаемый в настоящее время. Накостный остеосинтез пластинами с угловой стабильностью и перкутанный остеосинтез спицами по-прежнему являются наиболее часто используемыми способами фиксации переломов ДМЛК в клинической практике. При этом продолжают обсуждаться преимущества и недостатки, присущие каждому из этих методов фиксации [7, 22, 23, 24, 25, 26].

Рассматривая историю внутренней фиксации переломов ДМЛК, стоит заметить, что спицевой остеосинтез явился первой попыткой фиксации этих переломов. Спицы обеспечивали и репозицию, и удержание репонированных отломков кости для их последующей консолидации в корректном положении [27, 28, 29, 30, 31, 32]. Тем не менее спицевой остеосинтез не всегда мог обеспечить приемлемую жесткость фиксации, приводя в некоторых случаях к вторичному смещению, что послужило поводом к дальнейшим поискам более надежного способа удержания отломков [33].

Появление в арсенале травматологов наkostного остеосинтеза волярными пластинами с угловой стабильностью значительно расширило и пока-

зания к операции, и возможности хирургов, улучшив клинические и рентгенологические результаты лечения пациентов с переломами ДМЛК [34, 35, 36]. Несмотря на то что наkostный остеосинтез волярными пластинами с угловой стабильностью в настоящее время является самым часто применяемым методом внутренней фиксации переломов ДМЛК, он не лишен ряда потенциальных недостатков, в большинстве своем связанных с возможностью развития конфликта между сухожилиями сгибательной поверхности предплечья с устанавливаемым имплантатом [37, 38, 39]. Именно это побудило хирургов к дальнейшему поиску способов усовершенствования хирургической техники наkostного остеосинтеза пластинами. И он был найден в возможности сохранения *m. pronator quadratus* на этапе хирургического доступа: установка пластины под мышцей исключала контакт сухожилий сгибателей с металлоконструкцией [40, 41, 42, 43]. Еще одним фактором, способствующим расширению применения пронатор-сберегающего подхода в хирургическом лечении пациентов с переломами ДМЛК является невозможность в подавляющем большинстве случаев полноценной рефиксации *m. pronator quadratus* при его отсечении для визуализации перелома и прямой репозиции при использовании традиционной техники [2, 40, 41, 44]. Ряд авторов вообще ставят под сомнение необходимость реальной прямой репозиции таких переломов, большинство из которых прекрасно поддается закрытой

ручной репозиции и поэтому не требует отсечения *m. pronator quadratus* в процессе остеосинтеза [18, 42]. Немаловажно и то, что *m. pronator quadratus* играет важную роль в питании дистального отдела лучевой кости, является активным стабилизатором дистального лучелоктевого сустава, а также в значительной степени влияет на пронационную силу предплечья [16, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50].

Таким образом, сохранение *m. pronator quadratus* в процессе выполнения накостного остеосинтеза волярными пластинами практически полностью исключает какую-либо значимую агрессию со стороны хирурга и может рассматриваться как основополагающий фактор, позволяющий относить данное хирургическое вмешательство к малоинвазивному [16, 17, 18, 20, 21, 51, 52, 53]. Позволим себе напомнить, что философия малоинвазивного остеосинтеза заключается прежде всего в максимально деликатном отношении к мягким тканям в процессе операции, исключении скелетирования кости и минимизации дeваскуляризации костных отломков, в свою очередь, способствующих сохранению репарационного потенциала и благоприятно влияющих на процесс консолидации переломов [54, 55, 56]. В данном случае соблюдаются все три критерия.

К малоинвазивному остеосинтезу ДМЛК таким же образом полноправно и логично относится и перкутанный остеосинтез спицами, до сих пор не утративший своей актуальности [57].

В настоящее время в литературе представлены многочисленные исследования, посвященные сравнительному анализу эффективности применения накостного остеосинтеза волярными пластинами с угловой стабильностью и спицевого остеосинтеза [25, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64]. Однако отсутствуют сообщения о проведении сравнительного анализа результатов наиболее часто применяемых малоинвазивных методик остеосинтеза ДМЛК, таких как спицевой остеосинтез и накостный остеосинтез волярными пластинами с угловой стабильностью путем пронатор-сберегающего хирургического доступа, что побудило нас к проведению подобного рода исследования.

Стоит заметить, что при сравнении результатов малоинвазивного остеосинтеза ДМЛК в группах для повышения объективности оценки нами были исключены традиционные оценочные шкалы, поскольку зачастую при их использовании превалирует субъективная, часто эмоциональная составляющая. Таким образом, основной упор был сделан на изучение и оценку рентгенологических и функциональных результатов малоинвазивного хирургического лечения пациентов с переломами ДМЛК.

Рентгенологические результаты малоинвазивного остеосинтеза в группах оценивали, исходя из восстановления параметров нормальной рентге-

ноанатомии дистального отдела лучевой кости: ладонный наклон суставной фасетки лучевой кости, высота лучевой кости, а также инклинация лучевой кости. Полученные нами результаты свидетельствуют о более полноценном восстановлении анатомии ДМЛК в группе пациентов после накостного остеосинтеза по сравнению с пациентами, которым проводился перкутанный остеосинтез спицами ($p < 0,01$). Немаловажное значение здесь имели конструкционные особенности современных волярных пластин, абсолютно точно повторяющие контуры дистального отдела лучевой кости и благоприятствующие тем самым авторепозиции костных отломков. К тому же у части пациентов из второй группы в динамике произошло ухудшение достигнутых в момент остеосинтеза параметров нормальной рентгеноанатомии, что может быть объяснено недостаточной жесткостью фиксации перелома [29, 33] по сравнению с накостным остеосинтезом.

Отдельно хотелось бы прокомментировать нашу тактику послеоперационной иммобилизации у всех пациентов обеих групп, справедливо могущую вызвать недоумение, особенно применительно к группе пациентов, которым выполняли стабильно-функциональный накостный остеосинтез. Дело в том, что переломы ДМЛК со смещением отломков, как правило, сочетаются с повреждением элементов фиброзно-хрящевого треугольного комплекса (ладонными и тыльными лучелоктевыми связками), являющимися важными стабилизаторами дистального лучелоктевого сочленения. Отсутствие должного внимания к этим мягкотканым структурам и фокусировка только на фиксации перелома ДМЛК зачастую является причиной последующей лучелоктевой нестабильности, приводит к неудовлетворительным результатам лечения и может диктовать необходимость в дополнительных реконструктивных вмешательствах [65, 66]. В то же время последние данные литературы свидетельствуют от том, что применение иммобилизации после накостного остеосинтеза, не оказывая существенного влияния на функциональный исход лечения, способствует заживлению мягкотканых повреждений, сопутствующих перелому ДМЛК, минимизируя неудовлетворительные результаты хирургического лечения этих переломов [67]. Именно этим мы руководствуемся в своей практике, проводя лечение не перелома ДМЛК, а пациента с комплексным повреждением дистального отдела предплечья.

Динамическая оценка послеоперационного восстановления сгибательно-разгибательных движений в лучезапястном суставе, ротационных движений предплечья и силы схвата кисти в обеих группах пациентов продемонстрировала более быстрое и полноценное восстановление по всем исследуемым параметрам у пациентов, опери-

рованных волярными пластинами с угловой стабильностью и сохранением *m. pronator quadratus*. Это логично и ожидаемо, учитывая более полноценное восстановление костной анатомии и большую жесткость фиксации перелома, что открывает возможности более ранней и полноценной реабилитации. Также в этой группе пациентов нами не было получено ни одного послеоперационного осложнения, что сопоставимо с имеющимися данными литературы [16, 42].

Диагностированное у двух пациентов контрольной группы осложнение в виде онемения в области основания большого пальца было расценено нами как результат пренебрежения следованию хирургической техники спицевого остеосинтеза, повлекшее за собой интраоперационное повреждение чувствительной ветви лучевого нерва. Для минимизации рисков подобного рода осложнений в процессе выполнения спицевого остеосинтеза следует обязательно выполнять точечные надрезы кожи с последующей диссекцией подлежащих мягких тканей до кости при помощи деликатного зажима типа «москит» и всегда использовать направитель, защищающий мягкие ткани от наматывания их на спицу. Немаловажно и знание региональной анатомии основных нервных стволов и их ветвей. Анализируя полученные у 4 пациентов, прооперированных путем спицевой фиксации, осложнения в виде воспаления в местах выхода спиц, приходится констатировать неизбежность подобного рода осложнений в том или ином проценте случаев при применении перкутанного остеосинтеза. Этот тезис подтверждают и данные литературы [68, 69].

Заключение

Полученные результаты выглядят обнадеживающими и позволяют констатировать эффективность применения малоинвазивного остеосинтеза у пациентов с переломами дистального отдела лучевой кости. Малоинвазивный остеосинтез волярными пластинами с угловой стабильностью является более эффективным и безопасным методом внутренней фиксации большинства переломов ДМЛК по сравнению с перкутанным остеосинтезом спицами. Сравнительная оценка хирургического лечения пациентов обеих групп продемонстрировала более высокие результаты по восстановлению и сохранению нормальных рентгеноанатомических параметров ДМЛК, а также функциональной реабилитации у пациентов, которым выполняли малоинвазивный на костный остеосинтез.

Информированное согласие

Пациенты дали добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию его результатов.

Литература [References]

1. Kashir A., O'Donnell T. A Brachioradialis Splitting Approach Sparing the Pronator Quadratus for Volar Plating of the Distal Radius. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2015;19(4):176-181. doi: 10.1097/BTH.000000000000104.
2. Максимов Б.И., Пандунц А.А., Ведерников Н.Н. Возможности сохранения квадратного пронатора предплечья при хирургическом лечении переломов дистального отдела лучевой кости. *Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.* 2018;13(4):49-52. doi: 10.25881/BPNMSC.2018.22.37.008. Maksimov B.I., Pandunc A.A., Vedernikov N.N. [Opportunities of preservation of the forearm pronator with the surgical treatment of fractures of the distal radius bone]. *Vestnik natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova* [Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center]. 2018;13(4):49-52. (In Russian). doi: 10.25881/BPNMSC.2018.22.37.008.
3. Rey P.B., Rochet S., Loisel F., Obert L. Technical note: How to spare the pronator quadratus during MIPO of distal radius fractures by using a mini-volar plate. *Chir Main.* 2014;33(2):95-99. doi: 10.1016/j.main.2013.12.006.
4. Fan J., Chen K., Zhu H., Jiang B., Yuan F., Zhu X. et al. Effect of fixing distal radius fracture with volar locking palmar plates while preserving pronator quadratus. *Chin Med J (Engl).* 2014;127(16):2929-2935.
5. Benjamin M.M., Swigler C.W. Evidence-based review of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am.* 2018;49(2):211-222. doi: 10.1016/j.ocl.2017.12.001.
6. Arora R., Lutz M., Hennerbichler A., Krappinger D., Espen D., Gabl M. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma.* 2007;21(5):316-322. doi: 10.1097/BOT.0b013e318059b993.
7. Chaudhry H., Kleinlugtenbelt Y.V., Mundi R., Ristevski B., Goslings J.C., Bhandari M. Are Volar Locking Plates Superior to Percutaneous K-wires for Distal Radius Fractures? A Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(9):3017-3027. doi: 10.1007/s11999-015-4347-1.
8. Хоминет В.В., Ткаченко М.В., Иванов В.С., Жогина М.А., Лисин С.В., Мышкин И.А. Современные тенденции в диагностике и хирургическом лечении переломов дистального метаэпифиза лучевой кости (научный обзор). *Профилактическая и клиническая медицина.* 2020;2(75):34-44. Khominets V.V., Tkachenko M.V., Ivanov V.S., Zhogina M.A., Lisin S.V., Myshkin I.A. [Current tendencies in diagnostics and surgical treatment of distal radius fracture (review)]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina* [Preventive and clinical medicine]. 2020;2(75):34-44. (In Russian).
9. Chung K.C., Spilson S.V. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001;26(5):908-915. doi: 10.1053/jhsu.2001.26322.
10. Smith D.W., Henry M.H. Volar fixed-angle plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(1):28-36. doi: 10.5435/00124635-200501000-00005.
11. Bales J.G., Stern P.J. Treatment strategies of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2012;28(2):177-184. doi: 10.1016/j.hcl.2012.02.003.
12. Koval K., Haidukewych G.J., Service B., Zircgibel B.J. Controversies in the management of distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014;22(9):566-575. doi: 10.5435/JAAOS-22-09-566.
13. Handoll H.H., Vaghela M.V., Madhok R. Percutaneous pinning for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;(3):CD006080. doi: 10.1002/14651858.CD006080.pub2.

14. Dos Remedios C., Nebout J., Benlarbi H., Caremier E., Sam-Wing J.F., Beya R. [Pronator quadratus preservation for distal radius fractures with locking palmar plate osteosynthesis. Surgical technique]. *Chir Main*. 2009;28(4):224-229. (In French). doi: 10.1016/j.main.2009.04.007.
15. Itoh S., Yumoto M., Kanai M., Yoshida W., Yoshioka T. Significance of a Pronator Quadratus-Sparing Approach for Volar Locking Plate Fixation of Comminuted Intra-articular Fractures of the Distal Radius. *Hand (N Y)*. 2016;11(1):83-87. doi: 10.1177/1558944715617460.
16. Imatani J., Noda T., Morito Y., Sato T., Hashizume H., Inoue H. Minimally invasive plate osteosynthesis for comminuted fractures of the metaphysis of the radius. *J Hand Surg Br*. 2005;30(2):220-225. doi: 10.1016/j.jhsb.2004.12.009.
17. Takada N., Otsuka T., Yamada K., Suzuki H., Hasuo T., Kondo A. et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal radius fractures with a palmar locking plate. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2012;38(6):627-632. doi: 10.1007/s00068-012-0204-z.
18. Geissler W.B., Fernandes D. Percutaneous and limited open reduction of intra-articular distal radial fractures. *Hand Surg*. 2000;5(2):85-92. doi: 10.1142/s0218810400000193.
19. Fernandez D.L., Jupiter J.B. Fractures of the distal radius. New York: Springer-Verlag; 1996. 339 p. doi: 10.1007/978-1-4684-0478-4.
20. LaFontaine M., Hardy D., Delince P. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury*. 1989;(20):208-210. doi: 10.1016/0020-1383(89)90113-7.
21. McPeak L.A., Stiers W.M., Cope D.N. Disability evaluation following traumatic brain injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2001;12(3):587-601.
22. Семенкин О.М. Хирургическое лечение больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2010;(4):84-89. Semyonkin O.M. [Surgical treatment of patients with radial distal metaepiphysis fractures]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2010;(4): 84-89. (In Russian).
23. Xu G.Y., Qiu Y., Mao H.J. A Network Meta-analysis of Outcomes of 7 Surgical Treatments for Distal Radius Fractures. *Am J Ther*. 2016;23(6):e1320-e1328. doi: 10.1097/MJT.0000000000000228.
24. Franceschi F., Franceschetti E., Paciotti M., Cancilleri F., Maffulli N., Denaro V. Volar locking plates versus K-wire/pin fixation for the treatment of distal radial fractures: a systematic review and quantitative synthesis. *Br Med Bull*. 2015;115(1):91-110. doi: 10.1093/bmb/ldv015.
25. Costa M.L., Achten J., Rangan A., Lamb S.E., Parsons N.R. Percutaneous fixation with Kirschner wires versus volar locking-plate fixation in adults with dorsally displaced fracture of distal radius: five-year follow-up of a randomized controlled trial. *Bone Joint J*. 2019;101-B(8):978-983. doi: 10.1302/0301-620X.101B8.BJ-2018-1285.R1.
26. Youlden D.J., Sundaraj K., Smithers C. Volar locking plating versus percutaneous Kirschner wires for distal radius fractures in an adult population: a meta-analysis. *ANZ J Surg*. 2019;89(7-8):821-826. doi: 10.1111/ans.14903.
27. Rayhack J.M. The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*. 1993;24(2):287-300. doi: 10.1016/S0030-5898(21)00017-1.
28. Kapandji A. [Internal fixation by double intrafocal plate. Functional treatment of non articular fractures of the lower end of the radius (author's transl)]. *Ann Chir*. 1976;30(11-12):903-908. (In French).
29. Epinette J.A., Lehut J.M., Cavenaile M., Bouretz J.C., Decoulx J. Pouteau-Colles fracture: double-closed «basket-like» pinning according to Kapandji. Apropos of a homogeneous series of 70 cases. *Ann Chir Main*. 1982;1(1):71-83. (In English, French). doi: 10.1016/s0753-9053(82)80047-1.
30. Docquier J., Soete P., Twahirwa J., Flament A. [Kapandji's method of intrafocal nailing in Pouteau-Colles fractures]. *Acta Orthop Belg*. 1982;48(5):794-810. (In French).
31. Kerboul B., Le Saout J., Lefevre C., Miroux D., Fabre L., Le Noac'h J.F. et al. [Comparative study of 3 therapeutic methods for Pouteau Colles' fracture. Apropos of 97 cases]. *J Chir (Paris)*. 1986;123(6-7):428-434. (In French).
32. Nonnenmacher J., Kempf I. [Role of intrafocal pinning in the treatment of wrist fractures]. *Int Orthop*. 1988;12(2):155-162. (In French). doi: 10.1007/BF00266982.
33. Naidu S.H., Capo J.T., Moulton M., Ciccone W. 2nd, Radin A. Percutaneous pinning of distal radius fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg Am*. 1997;22(2):252-257. doi: 10.1016/S0363-5023(97)80159-1.
34. Larson A.N., Rizzo M. Locking plate technology and its applications in upper extremity fracture care. *Hand Clin*. 2007;23(2):269-278, vii. doi: 10.1016/j.hcl.2007.02.004.
35. Ruch D.S., Weiland A.J., Wolfe S.W., Geissler W.B., Cohen M.S., Jupiter J.B. Current concepts in the treatment of distal radial fractures. *Instr Course Lect*. 2004;53:389-401.
36. Jupiter J.B., Marent-Huber M. Operative management of distal radial fractures with 2.4-millimeter locking plates. A multicenter prospective case series. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(1):55-65. doi: 10.2106/JBJS.G.01498.
37. Lee D.S., Weikert D.R. Complications of Distal Radius Fixation. *Orthop Clin North Am*. 2016;47(2):415-424. doi: 10.1016/j.ocl.2015.09.014.
38. White B.D., Nydick J.A., Karsky D., Williams B.D., Hess A.V., Stone J.D. Incidence and clinical outcomes of tendon rupture following distal radius fracture. *J Hand Surg Am*. 2012;37(10):2035-2040. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.06.041.
39. Soong M., Earp B.E., Bishop G., Leung A., Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(4):328-335. doi: 10.2106/JBJS.J.00193.
40. Sen M.K., Strauss N., Harvey E.J. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal radius fractures using a pronator sparing approach. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2008;12(1):2-6. doi: 10.1097/BTH.0b013e3180cac281.
41. Heidari N., Clement H., Kosuge D., Grechenig W., Tesch N.P., Weinberg A.M. Is sparing the pronator quadratus muscle possible in volar plating of the distal radius? *J Hand Surg Eur Vol*. 2012;37(5):402-406. doi: 10.1177/1753193411424706.
42. Cannon T.A., Carlston C.V., Stevanovic M.V., Ghiassi A.D. Pronator-sparing technique for volar plating of distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 2014;39(12):2506-2511. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.09.011.
43. Lee D.Y., Park Y.J., Park J.S. A Meta-analysis of Studies of Volar Locking Plate Fixation of Distal Radius Fractures: Conventional versus Minimally Invasive Plate Osteosynthesis. *Clin Orthop Surg*. 2019;11(2):208-219. doi: 10.4055/cios.2019.11.2.208.
44. Ahsan Z.S., Yao J. The importance of pronator quadratus repair in the treatment of distal radius fractures with volar plating. *Hand (N Y)*. 2012;7(3):276-280. doi: 10.1007/s11552-012-9420-6.

45. Gordon K.D., Dunning C.E., Johnson J.A., King G.J. Influence of the pronator quadratus and supinator muscle load on DRUJ stability. *J Hand Surg Am.* 2003;28(6):943-950. doi: 10.1016/s0363-5023(03)00487-8.
46. Dos Remedios C., Nebout J., Benlarbi H., Caremier E., Sam-Wing J.F., Beya R. [Pronator quadratus preservation for distal radius fractures with locking palmar plate osteosynthesis. Surgical technique]. *Chir Main.* 2009;28(4):224-229. (In French). doi: 10.1016/j.main.2009.04.007.
47. Armangil M., Bezirgan U., Başarrı K., Bilen G., Demirtaş M., Bilgin S.S. The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: is the muscle still working? *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(3):335-339. doi: 10.1007/s00590-013-1193-2.
48. Swigart C.R., Badon M.A., Bruegel V.L., Dodds S.D. Assessment of pronator quadratus repair integrity following volar plate fixation for distal radius fractures: a prospective clinical cohort study. *J Hand Surg Am.* 2012;37(9):1868-1873. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.06.005.
49. Mulders M.A.M., Walenkamp M.M.J., Bos F.J.M.E., Schep N.W.L., Goslings J.C. Repair of the pronator quadratus after volar plate fixation in distal radius fractures: a systematic review. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2017;12(3):181-188. doi: 10.1007/s11751-017-0288-4.
50. Hershman S.H., Immerman I., Bechtel C., Lekic N., Paksima N., Egol K.A. The effects of pronator quadratus repair on outcomes after volar plating of distal radius fractures. *J Orthop Trauma.* 2013;27(3):130-133. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182539333.
51. Chen C.Y., Lin K.C., Yang S.W., Renn J.H., Tarng Y.W. Clinical results of using minimally invasive long plate osteosynthesis versus conventional approach for extensive comminuted metadiaphyseal fractures of the radius. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(3):361-367. doi: 10.1007/s00402-015-2162-5.
52. Максимов Б.И., Артемьев А.А. Малоинвазивный наkostный остеосинтез дистального метаэпифиза лучевой кости: показания к применению и особенности методики. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии.* 2017;20(2):61-66. doi: 10.17223/1814147/60/07. Maximov B.I., Artemiev A.A. [Minimally invasive plate osteosynthesis of distal radius fractures: indications for use and features of the method]. *Voprosy rekonstruktivnoi i plasticheskoi khirurgii* [Issues of Reconstructive and Plastic Surgery]. 2017;20(2):61-66. (In Russian). doi: 10.17223/1814147/60/07
53. Wei X.M., Sun Z.Z., Rui Y.J., Song X.J. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal radius fractures. *Indian J Orthop.* 2014;48(1):20-24. doi: 10.4103/0019-5413.125483.
54. Максимов Б.И. Минимально инвазивный наkostный остеосинтез дистального метаэпифиза лучевой кости: есть ли преимущества перед стандартной техникой? *Травматология и ортопедия России.* 2020;26(1):76-84. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-76-84. Maximov B.I. [Minimally invasive plate osteosynthesis for distal radius fractures: are there any advantages against conventional technique?] *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):76-84. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-76-84.
55. Zenke Y., Sakai A., Oshige T., Moritani S., Fuse Y., Maehara T. et al. Clinical results of volar locking plate for distal radius fractures: conventional versus minimally invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma.* 2011;25(7):425-431. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182008c83.
56. Lebailly F., Zemirline A., Facca S., Gouzou S., Liverneaux P. Distal radius fixation through a mini-invasive approach of 15 mm. PART 1: a series of 144 cases. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(6):877-890. doi: 10.1007/s00590-013-1363-2.
57. Егиазарян К.А., Максимов Б.И., Аскеров А.А., Ведерников Н.Н., Матвиенко М.И. Спицевой остеосинтез переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2021;3(45):62-71. doi: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.62-71. Egiazaryan K.A., Maximov B.I., Askerov A.A., Vedernikov N.N., Matvienko M.I. [K-wire osteosynthesis of distal radius fractures]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [The department of traumatology and orthopedics]. 2021;3(45):62-71. (In Russian). doi: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.62-71.
58. Oshige T., Sakai A., Zenke Y., Moritani S., Nakamura T. A comparative study of clinical and radiological outcomes of dorsally angulated, unstable distal radius fractures in elderly patients: intrafocal pinning versus volar locking plating. *J Hand Surg Am.* 2007;32(9):1385-1392. doi: 10.1016/j.jhsa.2007.07.005.
59. Voigt C., Lill H. [What advantages does volar plate fixation have over K-wire fixation for distal radius extension fractures in the elderly?]. *Unfallchirurg.* 2006;109(10):845-846, 848-854. (In German). doi: 10.1007/s00113-006-1163-9.
60. Zong S.L., Kan S.L., Su L.X., Wang B. Meta-analysis for dorsally displaced distal radius fracture fixation: volar locking plate versus percutaneous Kirschner wires. *J Orthop Surg Res.* 2015;10:108. doi: 10.1186/s13018-015-0252-2.
61. Knox J., Ambrose H., McCallister W., Trumble T. Percutaneous pins versus volar plates for unstable distal radius fractures: a biomechanic study using a cadaver model. *J Hand Surg Am.* 2007;32(6):813-817. doi: 10.1016/j.jhsa.2007.03.015
62. Costa M.L., Achten J., Parsons N.R., Rangan A., Griffin D., Tubeuf S. et al. Percutaneous fixation with Kirschner wires versus volar locking plate fixation in adults with dorsally displaced fracture of distal radius: randomised controlled trial. *BMJ.* 2014;349:g4807. doi: 10.1136/bmj.g4807.
63. Costa M.L., Achten J., Plant C., Parsons N.R., Rangan A., Tubeuf S. et al. UK DRAFFT: a randomised controlled trial of percutaneous fixation with Kirschner wires versus volar locking-plate fixation in the treatment of adult patients with a dorsally displaced fracture of the distal radius. *Health Technol Assess.* 2015;19(17):1-124, v-vi. doi: 10.3310/hta19170.
64. McFadyen I., Field J., McCann P., Ward J., Nicol S., Curwen C. Should unstable extra-articular distal radial fractures be treated with fixed-angle volar-locked plates or percutaneous Kirschner wires? A prospective randomised controlled trial. *Injury.* 2011;42(2):162-166. doi: 10.1016/j.injury.2010.07.236.
65. Poppler L.H., Moran S.L. Acute distal radioulnar joint instability: evaluation and treatment. *Hand Clin.* 2020;36(4):429-441. doi: 10.1016/j.hcl.2020.07.005.
66. Ross P.R., Chung K.C. Instability in the setting of distal radius fractures: diagnosis, evaluation and treatment. *Hand Clin.* 2020;36(4):417-427. doi: 10.1016/j.hcl.2020.06.002.
67. Im J., Kang S.J., Lee S.J. A comparative study between conservative and surgical treatments of triangular fibrocartilage complex injury of the wrist with distal radius fractures. *Clin Orthop Surg.* 2021;13(1):105-109. doi: 10.4055/cios20117.

68. Dzaja I., MacDermid J.C., Roth J., Grewal R. Functional outcomes and cost estimation for extra-articular and simple intra-articular distal radius fractures treated with open reduction and internal fixation versus closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation. *Can J Surg.* 2013;56(6):378-384. doi: 10.1503/cjs.22712.
69. Rupp M., Cambon-Binder A., Alt V., Feron J.M. Is percutaneous pinning an outdated technique for distal radius fractures? *Injury.* 2019;(50):30-35. doi: 10.1016/j.injury.2019.03.048.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Егиазарян Карен Альбертович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, директор университетской клиники травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия
e-mail: egkar@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Максимов Борис Игоревич — канд. мед. наук, заведующий отделением травматологии и ортопедии, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: dr.borismaximov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6761-2309>

Аскеров Артур Абдулгусейнович — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; врач травматолог-ортопед ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: aaa-77177@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6761-2309>

Ведерников Николай Николаевич — врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: v1917@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3945-0108>

Матвиенко Максим Игоревич — врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: drtraum.matvienko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1973-7873>

Заявленный вклад авторов

Егиазарян К.А. — концепция исследования, редактирование рукописи.

Максимов Б.И. — дизайн исследования, сбор и анализ данных, написание текста, графическое оформление.

Аскеров А.А. — сбор материала, анализ и интерпретация данных.

Ведерников Н.Н. — сбор материала, анализ данных.

Матвиенко М.И. — сбор материала.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Karen A. Egiazaryan — Dr. Sci. (Med.), Professor, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia
e-mail: egkar@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Boris I. Maximov — Cand. Sci. (Med.), Moscow Bauman City Hospital No. 29, Moscow, Russia
e-mail: dr.borismaximov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6761-2309>

Artur A. Askerov — Pirogov Russian National Research Medical University; Moscow Bauman City Hospital No. 29, Moscow, Russia
e-mail: aaa-77177@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6761-2309>

Nikolai N. Vedernikov — Moscow Bauman City Hospital No. 29, Moscow, Russia
e-mail: v1917@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3945-0108>

Maksim I. Matvienko — Moscow Bauman City Hospital No. 29, Moscow, Russia
e-mail: drtraum.matvienko@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1973-7873>

研究胫骨近端骨折髓内接骨术的分类及治疗方法

Anton A. Semenisty¹, Elena A. Litvina^{2,3}, Andrey N. Mironov

¹ Moscow City Clinical Hospital No. 13, Moscow, Russia

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

³ Inozemtcev Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia

研究现实性: 胫骨近端骨折的治疗由于复位困难和骨折稳定固定困难, 会伴有大量并发症。目前, 在进行髓内接骨术时, 还没有合适的复位方法的分类。

本研究的目的是评价改进的分类和算法在胫骨近端骨折髓内接骨术中的有效性。材料与方法: 比较PFL-TN分型临床患者使用前后的治疗效果(分别为第一组和第二组)及胫骨近端骨折髓内接骨术算法。

第一组包括43名患者: 28名男性和15名女性, 年龄在18至71岁之间(44.5±2.0)。第二组包括42名患者: 30名男性和12名女性, 年龄在18至72岁之间(46.1±2.0)。最短的观察期是12个月。在分析治疗结果时, 根据机构采用的量表对复位质量进行评价, SF-36量表对早期和晚期并发症的评价, 患者的生活质量, LEFS量表对功能结果进行评价。

结果: 髓内接骨术的分类和算法的发展使复位方法的选择和实现稳定固定的方法得到优化, 与第一组患者相比, 这使后期并发症的数量减少了5倍以上($p=0.00723$), 额外的手术干预次数减少了4倍以上(0.03070)。该算法的使用使得手术一年后LEFS量表的功能结果从83.58提高到93.29%($p=0.00002$), SF-36问卷生理功能和角色功能的生活质量分别为77.50±1.88至86.71±2.03分($p=0.00072$)和81.25±1.88至86.84±2.26分($p=0.00116$)。

结论: 研究结果表明, 使用开发的分类和算法有助于优化胫骨近端关节外骨折髓内接骨术的性能。遵循该算法可降低骨折复位不理想、固定不稳定、骨折固结延迟、骨折未融合等并发症的风险, 并最终改善功能结果。

关键词: 胫骨骨折; 髓内接骨术; 骨折分类; 术前规划

引用本文: Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N. Mironov [研究胫骨近端骨折髓内接骨术的分类及治疗方法]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):42-52. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>.

✉ Anton A. Semenisty; e-mail: an.semenisty@gmail.com

收到: 10.11.2021. 收到: 08.12.2021. 出版时间: 14.12.2021.

© Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N., 2021

Classification of Proximal Tibial Fractures and Algorithm of Intramedullary Nailing: Efficacy Evaluation

Anton A. Semenisty¹, Elena A. Litvina^{2,3}, Andrey N. Mironov

¹Moscow City Clinical Hospital No.13, Moscow, Russia

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

³Inozemtcev Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia

Abstract

Background. Intramedullary nailing of proximal tibial fractures is challenging due to difficulties with fracture reduction and achievement of stable fixation. Preoperative planning based on proximal fragment length, fracture pattern and bone quality evaluation is a prerequisite for a successful operation. However, there is no classification that could adequately access these factors and guide us towards the most effective methods of fracture reduction and fixation with intramedullary nail. **The purpose of this study** was to evaluate a classification of extra-articular proximal tibial fractures and algorithm for intramedullary nailing in clinical conditions. **Materials and Methods.** We compared the treatment outcomes before (Group 1) and after (Group 2) the introduction of the new PFL-TN classification algorithm of intramedullary nailing of proximal tibial fractures. The group 1 included 43 patients from 18 to 71 years old (males – 28; females – 15; average age – 44.5±2.0 years). The group 2 included 42 patients from 18 to 72 years old (males – 30; females – 12; average age – 46.1±2.0 years). The data analysis was carried out after a minimum follow-up period of 12 months. The results were analyzed by the following criteria: reduction quality assessed with reduction quality scale, number of complications, quality of life with SF-36 questionnaire and leg function with LEFS scale. **Results.** The introduction of the proposed algorithm allowed to reduce the number of late complications by more than 5 times, and the number of required additional surgical interventions by more than 4 times compared to with a control group. The introduction of the proposed algorithm made it possible to improve the functional outcomes 1 year after surgery from 83.58 to 93.29% ($p = 0.00002$) by the LEFS scale, and the patients' quality of life from the 77.50±1.88 to 86.71±2.03 points ($p = 0.00072$) and from the 81.25±1.88 to 86.84±2.26 points ($p = 0.00116$) by the physical and role functioning scales SF-36 questionnaire. **Conclusion.** The proposed algorithm, based on the new classification, allows to optimize the surgical technique of intramedullary nailing of proximal tibial fractures.

Ключевые слова: proximal tibial fractures, intramedullary nailing, treatment algorithm, classification, preoperative planning.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Cite as: Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N. Mironov [Classification of Proximal Tibial Fractures and Algorithm of Intramedullary Nailing: Efficacy Evaluation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):42-52. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>.

✉ Anton A. Semenisty; e-mail: an.semenisty@gmail.com

Submitted: 10.11.2021. Accepted: 08.12.2021. Published Online: 14.12.2021.

© Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N., 2021



Научная статья
 УДК 616.718.51-001.5-089.84
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>

Классификация и алгоритм лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза

А.А. Семенистый¹, Е.А. Литвина^{2,3}, А.Н. Миронов¹

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

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Москва, Россия

³ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Лечение переломов проксимального отдела большеберцовой кости сопровождается большим количеством осложнений, обусловленных сложностями при выполнении репозиции и достижении стабильной фиксации перелома. На настоящий момент нет классификаций, позволяющих выбрать оптимальные способы репозиции при выполнении интрамедуллярного остеосинтеза. **Цель исследования** — оценить эффективность применения разработанных классификации и алгоритма выполнения интрамедуллярного остеосинтеза переломов проксимального отдела большеберцовой кости. **Материал и методы.** Выполнено сравнительное исследование результатов лечения пациентов до и после применения (группы 1 и 2 соответственно) в клинике классификации PFL-TN и алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза переломов проксимального отдела большеберцовой кости. В группу 1 вошло 43 пациента: 28 мужчин и 15 женщин в возрасте от 18 до 71 года (44,5±2,0). В группу 2 вошло 42 пациента: 30 мужчин и 12 женщин в возрасте от 18 до 72 лет (46,1±2,0). Минимальный срок наблюдения – 12 мес. При анализе результатов лечения проводили оценку качества репозиции по принятой в учреждении шкале, оценку ранних и поздних осложнений, качества жизни пациентов по шкале SF-36 и функциональных результатов по шкале LEFS. **Результаты.** Разработанные классификация и алгоритм интрамедуллярного остеосинтеза позволяют оптимизировать подходы к выбору методов репозиции и достижения стабильной фиксации, что позволило сократить количество поздних осложнений более чем в 5 раз ($p = 0,00723$), число дополнительных оперативных вмешательств — более чем в 4 раза (0,03070) по сравнению пациентами группы 1. Использование алгоритма позволило улучшить функциональные результаты лечения через год после операции с 83,58 до 93,29% ($p = 0,00002$) по шкале LEFS, а также качество жизни пациентов с 77,50±1,88 до 86,71±2,03 баллов ($p = 0,00072$) и с 81,25±1,88 до 86,84±2,26 ($p = 0,00116$) по показателям физического и ролевого функционирования опросника SF-36. **Заключение.** Результаты исследования показали, что использование разработанных классификации и алгоритма помогает оптимизировать выполнение интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Следование алгоритму позволяет снизить риск возникновения таких осложнений, как неудовлетворительная репозиция перелома, нестабильность фиксации, замедленная консолидация и несращение перелома, и в конечном итоге улучшить функциональные результаты.

Ключевые слова: переломы большеберцовой кости, интрамедуллярный остеосинтез, классификация переломов, предоперационное планирование.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

📖 Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н. Классификация и алгоритм лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России.* 2021;27(4):42-52. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>

✉ Семенистый Антон Алексеевич; e-mail: an.semenisty@gmail.com

Рукопись получена: 10.11.2021. Рукопись одобрена: 08.12.2021. Статья опубликована онлайн: 14.12.2021.

© Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н., 2021

绪论

用髓内接骨术治疗胫骨上三分之一的骨折，与膝关节接骨法相比，有许多生物学和生物力学方面的优势，而且不会像用Ilizarov器械治疗那样导致邻近关节挛缩和生活质量下降[1,2,3,4,5]。然而，这种方法的一个显著的局限性是难以实现和维护片段的重新定位[6]。根据文献，错误位置的剪接频率达到84%，因此很多作者建议在胫骨近端骨折的治疗中避免使用这种方法[7,8,9]。

为销钉选择正确的插入点，使用具有更近端Herzog弯曲的专门的销钉，以及使用特殊的手术技术来提高复位的质量，如轮询螺钉和辐条、半伸膝关节处的入路、固定器辅助的骨合成等，是进行这种定位的骨折的髓内接骨术的重要条件[10,11,12,13]。用至少三颗螺钉锁定销钉，使用轮询螺钉、具有角度稳定性的螺钉和直径较大的销钉，可以实现骨折稳定固定[14,15,16,17,18]。

应特别注意术前计划，根据骨折类型，充分评估近端碎片稳定固定的可能性[19]。近端碎片的长度是决定髓内接骨术指征和选择必要的髓内固定器的关键因素。然而，现有的分类中没有一个是可以对这一因素进行客观评估，因此，根据骨折的类型制定治疗策略[11,20,21]。

本研究的目的是评估作者开发的分类和算法在胫骨近端关节外骨折髓内接骨术的临床应用的有效性。

材料与方 法

研究设计是一项回顾性与前瞻性比较队列研究。

PFL-TN分类

本研究采用了我院为规划PFL-TN(Proximal Fragment Length Classification for Tibial Nailing)髓内成骨术而制定的胫骨上三分之一关节外骨折的分类。该分类考虑到了胫骨上三分之一关节外骨折的所有类型，分为4种类型。

I型包括胫骨上三分之一处的所有骨骺骨折。I型骨折可以使用任何设计的带有3个孔的近端阻断销钉进行手术。这类患者的骨折复位可能存在问题，特别是在膝关节弯曲时，因此有必要使用本研究中描述的特殊手术技术。在这些骨折中，可以达到与干骺端骨折的髓内接骨术相当的固定程度。

II型包括胫骨上三分之一处的骨折在骨骺线狭窄处以上。这种类型的骨折的近端长度足以容纳第四个锁定螺钉，所以应首选具有四个近端锁定孔的销钉。在远端和近端碎片中使用轮询螺钉可以增加固定的稳定性。

III型骨折与II型骨折相似，但它们的区别在于技术上不可能用四个螺钉锁定。在这类骨折的接骨术中，应优先使用具有三个孔的专用销钉，以便在离销钉尖尽可能短的距离内阻塞。在III型骨折中非常重要的一点是在近端和远端碎片中使用多枚轮询螺钉。

IV型包括近端骨折长度极短的骨折，从技术上讲不可能用三根螺钉进行近端锁定销钉。我们不建议对这些骨折进行髓内接骨术。在IV型节段性骨折中，髓外与髓内接骨术联合应用，可取得良好的临床效果[22]。

每种类型的骨折都被划分为亚型：A—简单骨折，B—楔形骨折，C—粉碎性骨折。对于节段性骨折，在对骨折类型进行编码时，在大写字母(A、B、C)之后再写一个小写字母s(图1)。

类型	A	B	C	S
IV				
III				
II				
I				

图1 PFL-TN分类：

I-IV—类型；A-C—亚类型；S—节段性骨折

进行髓内接骨术的方法

在进行髓内接骨术时，根据PFL-TN骨折类型和骨质情况，采用一种算法来选择最佳的髓内固定器、其直径和近端阻断方案(图2)。

存在骨质疏松症是使用专门的角度稳定螺钉的一个指征[17]。在研究中，我们没有进行密度测定来检测骨质疏松症。对于低能损伤、骨质疏

松的放射学征象和骨质量较差的患者，考虑到骨质疏松患者近端阻断的建议，我们进行了髓内接骨术。

开发的算法意味着使用最有效的技术，在胫骨上三分之一骨折髓内骨接骨术中实现良好的复位，例如半弯曲膝关节的接骨、固定架辅助的髓内接骨术和使用轮询辐条。

在第一组中采用了髌下入路；在第二组中一半伸膝入路（髌旁、髌上）（表 1）。第二组采用髌下入路时，所有病例均采用固定架辅助髓内接骨术。

第一组不采用固定架辅助髓内接骨术。在第二组中，我们根据作者描述的方法，在32例（68.7%）患者中使用了基于管状外固定装置的固定架辅助髓内接骨术的技术[23]。

在第二组中，我们在所有病例中都使用了轮询辐条，从矢状面和额面变形的一侧开始。在插销钉后轮询辐条弯曲的情况下，我们认为它们是拉伸的。在II型和III型骨折中移除拉伸的轮询辐条，即使在锁定销钉后，也会导致骨折移位，所以在确定轮询螺钉的适应症时考虑到了这一因素。

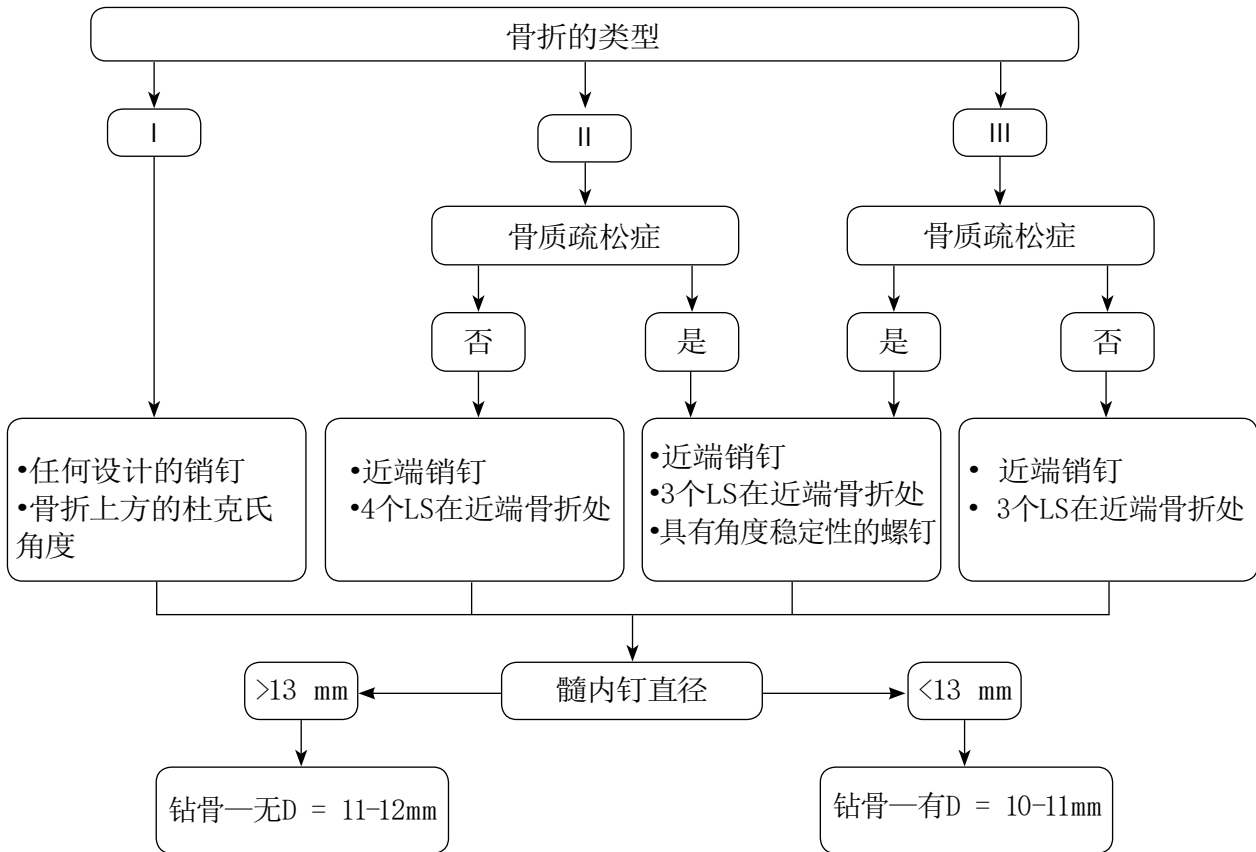


图 2 根据PFL-TN分类，不同类型骨折的髓内销钉选择算法：LS—锁定螺钉

表 1

第一组和第二组中使用的手术入路

入路	第一组	第二组
髌骨下入路	26	8
髌骨上入路	15	29
髌骨旁入路	2	5

图3所示的算法被用来选择近端锁定销钉的方法。

在研究过程中,对引入髓内成骨算法前(回顾性组)和引入后(前瞻性组)患者的治疗结果进行对比分析。根据纳入、不纳入和排除标准将患者纳入回顾性(第一组)和前瞻性(第二组)两组(表2)。

共有43名年龄在18至71岁(平均年龄为44.5±2.0岁)的患者被纳入回顾性研究组:28名男性和15名女性。

前瞻组包括42名年龄在18至72岁的患者(平均年龄为46.1±2.1岁):30名男性和12名女性。

根据骨折类型(PFL-TN),第一组和第二组患者的分布情况见表3。

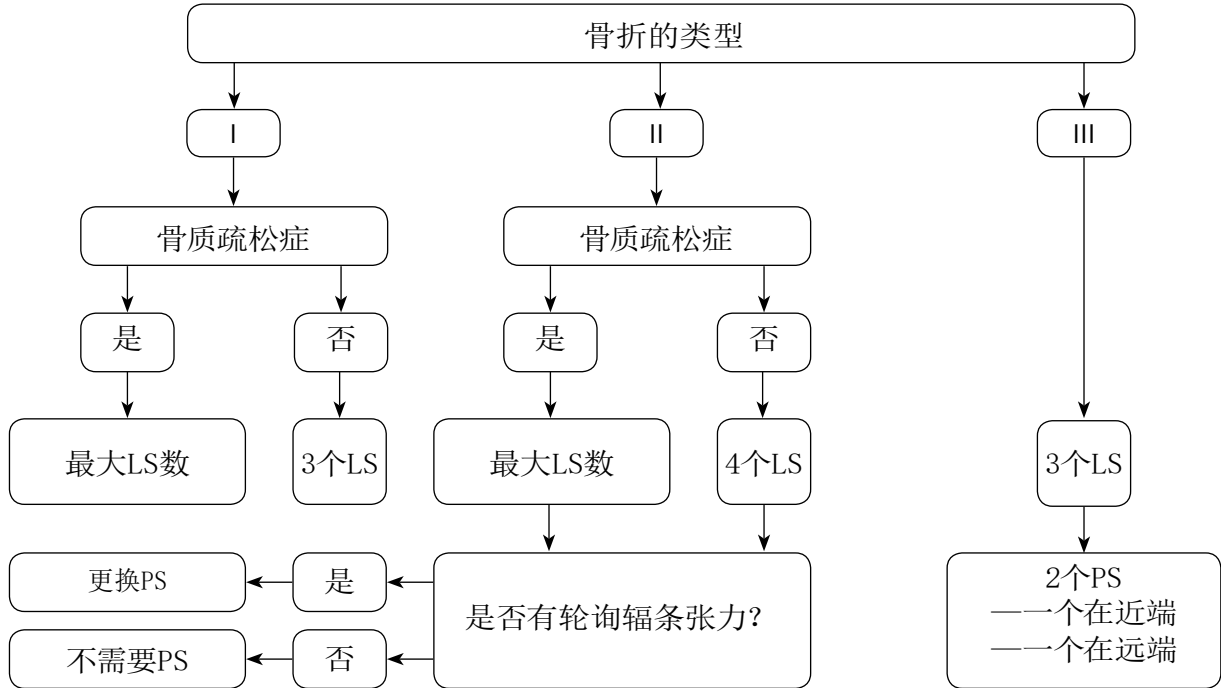


图3 根据PFL-TN分类,根据骨折类型选择近端锁定销钉方法的算法:LS—锁定螺钉;PS—轮询螺钉

表2

纳入、不纳入和排除标准

纳入标准	不纳入标准	排除标准
<ul style="list-style-type: none"> • 胫骨近端关节外骨折的患者(41-A2, 41-A3, 42根据AO分类) • 近端碎片的长度为35至120 mm • 年龄为18—74岁 • 患者签署知情同意书参与研究 • 从受伤到手术的时间少于4周 	<ul style="list-style-type: none"> • 预定手术切口或骨折区域的软组织缺损 • Gustilo-Anderson III C型开放性骨折 • 增加计划手术进入领域感染并发症风险的皮肤病 • 胫骨缺损,导致肢体缩短超过2 cm • 受伤前的肢体有严重的功能障碍 • 骨折的病理性质 • 计划手术入路区域的感染性软组织损伤 • 损伤肢体的慢性或急性骨髓炎 • 严重影响患者依从性的精神疾病 • 严重的慢性病,是麻醉和手术的禁忌症 • 怀孕和哺乳期 • 在受伤后的前4周内,没有进行髓内接骨术 	<ul style="list-style-type: none"> • 在任何阶段拒绝参加研究 • 住院治疗期间死亡 • 突然出现严重疾病或反复受伤,无法评估当前治疗结果

表 3

第一组和第二组患者按骨折类型的分布 (PFL-TN)

类型	亚类						一共
	A	As	B	Bs	C	Cs	
第一组							
I (90-120 mm)	1	3	6	1	1	-	12
II (45-90 mm)	6	2	10	2	-	4	24
III (35-45 mm)	2	-	2	1	1	1	7
IV (<35 mm)	-	-	-	-	-	-	-
一共	9	5	18	4	2	5	43
第二组							
I (90-120 mm)	2	-	8	1	-	-	11
II (45-90 mm)	6	1	7	1	1	3	19
III (35-45 mm)	1	1	2	1	5	2	12
IV (<35 mm)	-	-	-	-	-	-	-
一共	9	2	17	3	6	5	42

根据分析,第一组和第二组在人口统计学、受伤机制、软组织状况、相关伤害和疾病方面具有可比性。这些小组中的病人的治疗结果可以相互比较。经过最短的随访期(术后12个月),对两组患者的治疗效果进行了比较分析。

结果评估

重新定位的评估是基于使用D. Paley等人描述的畸形评估技术,将术后X光片与对侧肢体的直视和侧视的X光片进行比较[24]。用校准的电子x射线尺测量横向位移。临床对旋转位移进行评估,并与对侧肢体与下肢髌骨上的位置进行

比较。在存在旋转移位的临床症状时,对受损小腿和对侧小腿进行CT扫描。为了评估重新定位的质量,使用了我们开发的重新定位评估的点量表(表4)。根据该量表,在良好的再定位情况下,每一种类型的位移加1分,良好的再定位加5分,不可接受的再定位加20分。最低分数(6分)表示效果极佳。如果得到25分或更高的分数,这种重新定位被认为是不可接受的。

在对早期结果的分析中,评估了手术时间、住院时间和早期并发症的发生率。对中期结果的分析评估了并发症的频率、LEFS量表的功能结果以及SF-36身体和角色功能及疼痛强度量表的生活质量。

表 4

评估重新定位质量的量表

偏移的类型 优(1分)		对重新定位的质量进行评估		
		良(5分)	不可接受(20分)	
角度,度	矢状面	0-2	3-5	>5
	正面	0-2	3-5	>5
旋转,度		0-5	6-15	>15
横向,mm	矢状面	0-5	5-10	>10
	正面	0-5	5-10	>10
缩短,mm		0-5	5-10	>10

统计分析

用Fisher精确检验、Mann-Whitney U检验、学生t检验和Pearson一致性检验 (χ^2) 来评价临床试验的结果,以比较独立样本。单因素方差分析和后验分析 (Tukey's test) 被用来比较两个或多个连续变量。组间差异在 $p < 0.05$ 时被认为具有统计学意义。

结果

重新定位的质量

在引入所开发的胫骨上三分之一关节外骨折髓内成骨术的算法之前 (第一组), 30.23%的病例 (13名患者) 无法实现可接受的复位; 53.5%的病例 (23名患者) 被认为是良好的复位, 只有16.28%

的病例 (7名患者) 达到效果极佳的复位。在开始使用该算法后 (第二组), 没有病人不能达到可接受的复位, 30名病人中有71.43%达到了效果极佳的复位, 这比第一组的频率高4.4倍 (图 4)。

为了评估比较组之间显示的统计学差异, 使用了一个点量表来评估复位。对于所有类型的骨折, 第一组和第二组的复位质量差异具有统计学意义 (表 5)。

早期结果

分析表明, 应用所提出的算法可以将手术干预时间从 93.5 ± 4.1 分钟减少到 83.0 ± 2.8 分钟 ($p = 0.01868$)。第一组的住院时间为 (13.8 ± 1.0) 床日, 第二组为 (12.6 ± 1.0) 床日; 组间差异无统计学意义 ($p = 0.14695$)。

所有类型

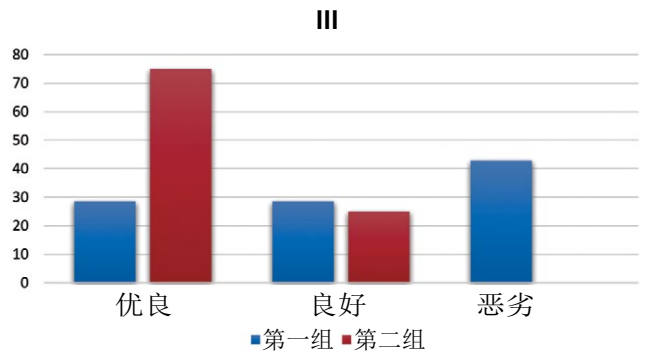
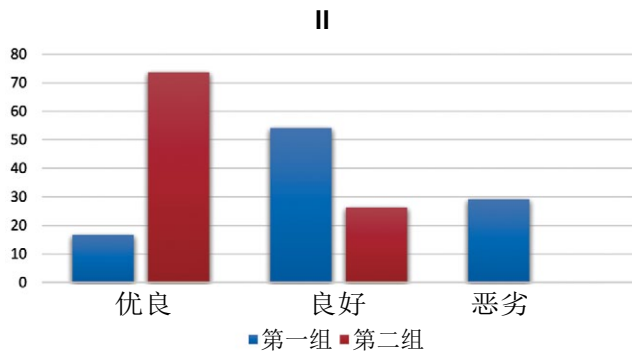
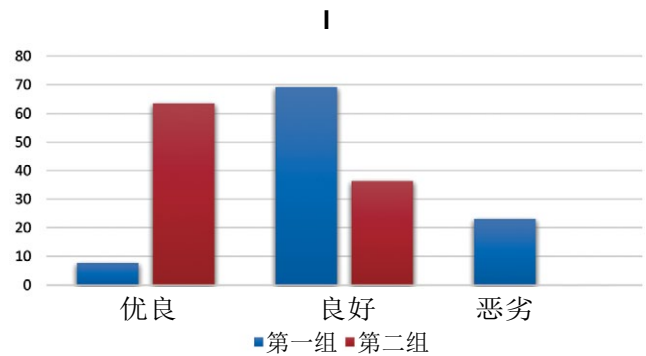
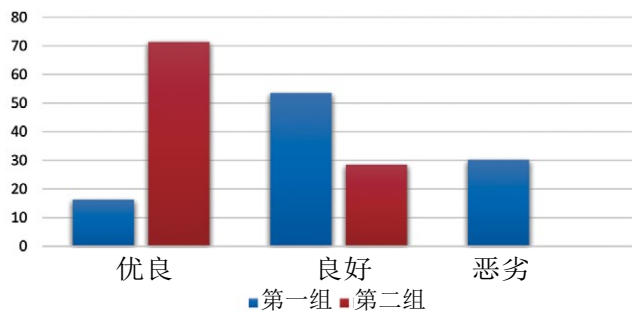


图 4 第一组和第二组对不同类型的骨折进行重新定位的质量

表 5

第一组和第二组之间重新定位质量的差异, 点

骨折的类型	第一组	第二组	p
I	19.25	7.45	0.01051
II	16.92	7.26	0.00083
III	22.00	7.00	0.00177
平均值	18.33	7.24	<0.00001

第一组有8例(18.60%)手术并发症:3例出现浅表感染,4例一固定不稳定,1例一不能接受重新定位,主治医生认为这是翻修手术的指征。

在第二组(4.76%)中,发现了两个手术并发症。在这两种情况下,Gustilo-Anders IIIB型骨折的病人都出现了浅表感染的情况。没有观察到与髓内接骨术技术有关的并发症。

术后早期手术相关并发症总数由18.60%下降到4.76%($p=0.04766$)。与髓内接骨术相关的并发症总数从11.63%下降到0.00%。

中期结果

术后一年,在第一组36名可供检查的患者中,有24名患者(66.67%)实现了骨折愈合,无并发症。在第二组中,39名患者中的35名(89.75%)实现了无并发症的愈合。第一组的平均骨折愈合时间为(16.22±2.05)周,第二组为(13.76±1.25)周。在骨折愈合时间方面,各组之间的差异具有统计学意义($p=0.019$)。

表6为第一组与第二组治疗结果及长期并发症发生率的比较。如果一个病人有一个以上的并发症,首先考虑其中一个。提出的治疗算法的引入,使并发症总数从50.0减少到10.3%($p=0.00723$),每名患者的额外手术次数从0.42减少到0.10($p=0.03070$)。

在使用SF-36问卷的生活质量评估中,受伤一年后第一组的身体功能评分为(77.50±1.88)分,第二组为(86.71±2.03)分,组间差异有统计学意义($p=0.00072$)。第一组伤后一年的角色功能评分为(81.25±1.88)分,第二组为(86.84±2.26)分,组间差异有统计学

意义($p=0.00116$)。第一组的疼痛强度评分为(85.06±2.05)分,第二组为(86.05±2.22)分,组间差异无统计学意义($p=0.37323$)。值得注意的是,在第一组中,有26名(72.22%)患者在受伤一年后仍有疼痛,在第二组中,有19名(50%)。

肢体的功能状态用LEFS量表进行评估。第一组的平均肢体功能评分为83.58±1.87%,第二组为93.29±1.23%;组间差异有统计学意义($p=0.00002$)。

讨论

无论从生物学还是生物力学的角度来看,胫骨近端骨折髓内接骨术都比其他治疗方法有显著优势[10,19]。在此类骨折中进行髓内接骨术需要使用特殊的外科技术来实现和保持复位,忽视这一点会导致效果不理想[7,21]。

尽管文献中已经描述了许多手术技术来改善髓内接骨术时的复位,但目前还没有系统的方法来根据骨折类型选择一种或另一种方法[1,9,11,20,25]。实际上没有任何出版物专门比较与实现重新定位的各种方法有关的效力和技术困难。这类骨折缺乏临床分型值得关注,考虑到骨折的形态和近端碎片的长度,这在选择手术治疗方法、使用的髓内固定器的设计、实现和保持复位的方法时都是至关重要的[18,26,27]。

我们提出的PFL-TN分类可以根据胫骨近端碎片的长度和骨折类型,确定胫骨髓内接骨术的适应症、选择合适设计的固位体和轮询螺钉的最优组合。这种分类可以被认为是临床的,可以改善胫骨上三分之一骨折患者的治疗结果,这在一项前瞻性临床研究中得到了证实。

表 6

第一组和第二组在晚期并发症发生率和需要额外手术干预方面的比较

治疗结果	第一组	第二组	p
无并发症的骨实变	18 (50%)	35 (89.7%)	
骨实变位置不对	6 (16.7%)	0	-
正确位置骨实变延迟	3 (8.3%)	2 (5.1%)	-
不对位置骨实变延迟	1 (2.8%)	1 (2.6%)	-
无菌性骨坏死	2 (5.6%)	0	-
骨固定的不稳定性	4 (11.1%)	0	-
深层骨骼感染	2 (5.6%)	1 (2.6%)	-
一共	18	4	0.00723
额外进行的手术	15	4	0.03070

在髓内接骨术中, 实现复位的最有效方法是使用轮询辐条, 在半伸膝关节处进行截骨, 以及固定器辅助的髓内接骨术[1, 9, 23, 25]。所开发的执行手术的算法涉及到所述技术的结合使用, 由于这是可能的, 以实现良好的复位在大多数患者。

结论

研究结果表明, 使用开发的分类和算法有助于优化胫骨近端关节外骨折髓内接骨术的性能。遵循该算法可以降低并发症的风险, 如骨折复位不良、固定不稳定、巩固延迟和骨折不愈合, 并最终改善胫骨近端关节外骨折患者的功能结果。

作者声明的贡献

所有作者都为该出版物的筹备工作作出了同等的贡献。

所有作者都已阅读并批准了文章的最终稿。所有作者同意对工作的各个方面负责, 以确保适当考虑和解决与工作的任何部分的正确性和可靠性相关的所有可能的问题。

利益冲突。

作者没有利益冲突。

Литература [References]

1. Челноков А.Н., Бекреев Д.А. Интрамедуллярный остеосинтез при переломах верхней трети большеберцовой кости – техника на основе чрескостного остеосинтеза. *Гений ортопедии*. 2011;(2):102-106. Chelnokov A.N., Bekreyev D.A. [Intramedullary osteosynthesis for fractures of the upper tibial third – a technique based on transosseous osteosynthesis]. *Genij Ortopedii*. 2011;(2):102-106. (In Russian).
2. Bolhofner B.R. Indirect reduction and composite fixation of extraarticular proximal tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(315):75-83.
3. Kandemir U., Herfat S., Herzog M., Viscogliosi P., Pekmezci M. Fatigue Failure in Extra-Articular Proximal Tibia Fractures: Locking Intramedullary Nail Versus Double Locking Plates-A Biomechanical Study. *J Orthop Trauma*. 2017;31(2):e49-e54. doi: 10.1097/BOT.0000000000000729.
4. Kim K.C., Lee J.K., Hwang D.S., Yang J.Y., Kim Y.M. Provisional unicortical plating with reamed intramedullary nailing in segmental tibial fractures involving the high proximal metaphysis. *Orthopedics*. 2007;30(3):189-192. doi: 10.3928/01477447-20070301-10.
5. Ries M.D., Meinhard B.P. Medial external fixation with lateral plate internal fixation in metaphyseal tibia fractures. A report of eight cases associated with severe soft-tissue injury. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(256):215-223.
6. Черепов Д.В., Ковалев С.И., Бабалян В.А., Давыдов А.В., Хохлов А.Б., Горошко С.А. и др.

Блокирующий интрамедуллярный остеосинтез при внесуставных переломах дистального и проксимального метадиафиза большеберцовой кости. *Травма*. 2012;13(1):135-137.

Cherepov D.V., Kovalev S.I., Babalyan V.A., Davydov A.V., Khokhlov A.B., Goroshko S.A. et al. [Locking intramedullary osteosynthesis for extra-articular metaphyseal distal and proximal tibial fractures]. *Травма [Trauma]*. 2012;13(1):135-137 (In Russian).

7. Freedman E.L., Johnson E.E. Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(315):25-33.
8. Kulkarni S.G., Varshneya A., Kulkarni S., Kulkarni G.S., Kulkarni M.G., Kulkarni V.S. et al. Intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20(3):307-311. doi: 10.1177/230949901202000308.
9. Lang G.J., Cohen B.E., Bosse M.J., Kellam J.F. Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(315):64-74.
10. Byun S.E., Maher M.H., Mauffrey C., Parry J.A. The standard sagittal starting point and entry angle for tibia intramedullary nails results in malreduction of proximal tibial fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(6):1057-1060. doi: 10.1007/s00590-020-02669-4.
11. Hak D.J. Intramedullary nailing of proximal third tibial fractures: techniques to improve reduction. *Orthopedics*. 2011;34(7):532-535. doi: 10.3928/01477447-20110526-19.
12. Henley M.B., Meier M., Tencer A.F. Influences of some design parameters on the biomechanics of the unreamed tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma*. 1993;7(4):311-319. doi: 10.1097/00005131-199308000-00003.
13. Katsoulis E., Court-Brown C., Giannoudis P.V. Incidence and aetiology of anterior knee pain after intramedullary nailing of the femur and tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(5):576-580. doi: 10.1302/0301-620X.88B5.16875.
14. Марченко А.С., Фомин Н.Ф., Григорян Ф.С. Выбор способа заблокированного интрамедуллярного остеосинтеза при переломах большеберцовой кости в свете топографо-анатомического исследования. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2021;10(1):41-48. doi: 10.18499/2225-7357-2021-10-1-41-48. Marchenko A.S., Fomin N.F., Grigoryan F.S. [Choice of a Method for Blocked Intramedullary Osteosynthesis in Tibial Fractures in the Context of Topographic-Anatomical Research]. *Zhurnal anatomii i gistopatologii* [Journal of Anatomy and Histopathology]. 2021;10(1):41-48. (In Russian). doi: 10.18499/2225-7357-2021-10-1-41-48.
15. Finkemeier C.G., Schmidt A.H., Kyle R.F., Templeman D.C., Varecka T.F. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma*. 2000;14(3):187-193. doi: 10.1097/00005131-200003000-00007.
16. Hansen M., Blum J., Mehler D., Hessmann M.H., Rommens P.M. Double or triple interlocking when nailing proximal tibial fractures? A biomechanical investigation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009;129(12):1715-1719. doi: 10.1007/s00402-009-0954-1.
17. Hontzsch D., Blauth M., Attal R. Angle-stable fixation of intramedullary nails using the Angular Stable Locking System(R) (ASLS). *Oper Orthop Traumatol*. 2011;23(5):387-396. doi: 10.1007/s00064-011-0048-4.

18. Zhao K., Lv H., Zhang C., Wang Z., Hou Z., Chen W. et al. Application of the multiplanar fracture redactor in the treatment of tibial shaft fractures with intramedullary nails. *Sci Rep.* 2021;11(1):8428. doi: 10.1038/s41598-021-87913-5.
19. Челноков А.Н., Виноградский А.Е., Бекреев Д.А. Современный интрамедуллярный остеосинтез – проблемы и решения. *Травматология и ортопедия России.* 2006;(2):296-297.
Chelnokov AN, Vinogradskiy AE, Bekreev DA. [Modern intramedullary osteosynthesis – problems and solutions]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2006;(2):296-297. (In Russian).
20. Rommens P.M., Hessmann M.H. *Intramedullary nailing: a comprehensive guide.* London: Springer-Verlag; 2015. p. 331-344. doi 10.1007/978-1-4471-6612-2.
21. Krettek C., Miclau T., Schandelmaier P., Stephan C., Möhlmann U., Tschernke H. The mechanical effect of blocking screws («Poller screws») in stabilizing tibia fractures with short proximal or distal fragments after insertion of small-diameter intramedullary nails. *J Orthop Trauma.* 1999;13(8):550-553. doi: 10.1097/00005131-199911000-00006.
22. Мальшев Е.Е., Павлов Д.В. Комбинация интрамедуллярного и накостного остеосинтеза при сочетании переломов проксимального отдела и диафиза большеберцовой кости. *Гений ортопедии.* 2010;(4):5-10.
Malyshev E.E., Pavlov D.V. [Combination of intramedullary and plate osteosynthesis in segmental proximal and diaphyseal tibial fractures]. *Genij Ortopedii.* 2010;(2):102-106. (In Russian).
23. Semenisty A.A., Litvina E.A Fedotova A.G., Gwam C., Mironov A.N. Fixator-assisted nailing of tibial fractures: New surgical technique and presentation of first 30 cases. *Injury.* 2019;50(2):515-520. doi: 10.1016/j.injury.2018.11.015.
24. Paley D. *Principles of deformity correction.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2002. p. 31-60.
25. Семенистый А.А., Литвина Е.А., Федотова А.Г., Миронов А.Н. Особенности интрамедуллярного остеосинтеза при лечении внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2018;(1):57-65. doi: 10.17816/vto201825157-65.
Semenisty A.A., Litvina E.A., Fedotova A.G., Mironov A.N. [Peculiarities of intramedullary nailing in treatment of extraarticular proximal tibial fractures]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Bulletin of traumatology and orthopedics them. N.N. Priorov]. 2018;(1):57-65. (In Russian). doi: 10.17816/vto201825157-65
26. Müller M.E., Nazarian S., Koch P., Schatzker J. *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.* Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 1994. 202 p. doi: 10.1007/978-3-642-61261-9.
27. Schatzker J., McBroom R., Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience, 1968–1975. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(138):94-104.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Семенистый Антон Алексеевич — врач травматолог-ортопед 1-го травматологического отделения, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: an.semenisty@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5412-6202>

Литвина Елена Алексеевна — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; врач травматолог-ортопед травматологического отделения, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: alenality@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8540-0676>

Миронов Андрей Николаевич — заведующий 1-м травматологическим отделением, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: dr.mironov.andrey@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2002-5091>

AUTHORS' INFORMATION:

Anton A. Semenisty — Moscow City Clinical Hospital No13, Moscow, Russia
e-mail: an.semenisty@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5412-6202>

Elena A. Litvina — Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia; Inozemtcev Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia
e-mail: alenality@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8540-0676>

Andrey N. Mironov — Moscow City Clinical Hospital No13, Moscow, Russia
e-mail: dr.mironov.andrey@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2002-5091>

院前暂停对肿瘤和感染性脊柱病变患者的紧急减压和稳定手术结果的影响研究

Mikhail A. Mushkin¹, Aleksandr K. Dulaev¹, Znaur Yu. Alikov², Aleksandr Yu. Mushkin^{1,3}

¹ Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

² Dzhanelidze St. Petersburg Scientific Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

³ St. Petersburg State Research Institute of Phthiopolmonology, St. Petersburg, Russia

本研究的目的是评估在脊柱肿瘤或感染性破坏背景下发生的脊椎源性症状持续时间与紧急适应症手术的中期和长期结果之间的关系。

材料与方法。对84名肿瘤性（第一组，n=43）和感染性（第二组，n=41）椎体病变的患者进行了紧急减压和稳定手术。手术前、3个月后和1年后评估了患者的神经系统状况（弗兰克尔量表）、疼痛综合征强度（视觉模拟量表，VAS）和功能独立性（卡诺夫斯基健康状况量表）。研究了治疗结果与院前和医院暂停时间的统计关联。

结果：每组有23名患者（53.5%和56.1%）在手术时有神经系统异常；他们的平均院前时间（Me）为14.0天。84名患者中只有11名（13.1%）在发生椎体综合征后的前72小时内住院，包括6名（7.1%）患有神经系统疾病。两组患者的神经系统损伤持续时间与术后3个月前的改善可能性之间有很强的反比关系（ $r_{s1} = -0.793$, $r_{s2} = -0.828$; $p < 0.001$ ），以及此类结果与住院时间（手术的紧迫性）之间没有关联（ $r_{s1} = -0.257$; $p = 0.283$, $r_{s2} = -0.218$; $p = 0.330$ ）。在入院时距离症状出现超过14天，手术后神经系统改善的可能性对两组都不再具有统计学意义（分别为 $p_1=0.083$, $p_2=0.157$ ），而无论院前时间长短，疼痛减少和对他人功能依赖的可能性都存在。

结论：在肿瘤和感染性椎体破坏的情况下，无论院前时间长短，紧急减压与稳定手术在术后3个月和12个月都能使患者的疼痛综合征明显减少，功能独立性得到改善。院前2周以上的时间对于预测此类干预后神经功能缺损的改善至关重要。

关键词：脊柱破坏性病变；脊柱炎；椎间盘炎；转移性脊髓压迫症；减压稳定手术

资金来源：该研究是在俄罗斯联邦卫生部的国家分配框架内进行的，在“用于民用目的的研究、开发和技术工作会计的国家统一信息系统”中登记编号：AAAAA20-120021890131-4。

引用本文： Mushkin M.A., Dulaev A.K., Alikov Z.Yu., Mushkin A.Yu. [院前暂停对肿瘤和感染性脊柱病变患者的紧急减压和稳定手术结果的影响研究]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):53-64. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1698>.

✉ Mikhail A. Mushkin; e-mail: mikhail_mushkin@mail.ru

收到: 05.11.2021. 接受: 08.12.2021. 出版时间: 13.12.2021.

© Mushkin M.A., Dulaev A.K., Alikov Z.Yu., Mushkin A.Yu., 2021

Effect of Prehospital Pause on the Outcomes of Emergency Decompression and Stabilization Procedures in Patients with Tumor and Infectious Spine Diseases

Mikhail A. Mushkin¹, Aleksandr K. Dulaev¹, Znaur Yu. Alikov², Aleksandr Yu. Mushkin^{1,3}

¹ Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

² Dzhanelidze St. Petersburg Scientific Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

³ St. Petersburg State Research Institute of Phthiopulmonology, St. Petersburg, Russia

Abstract

Purpose — to assess the relationship between duration of pathological symptoms developed due to tumor or infectious destruction of the spine, and the medium-term outcomes of urgent surgeries. **Materials and Methods.** 84 patients with tumor (group 1, n = 43) and infectious (group 2, n = 41) lesions of the spine underwent decompression and stabilization procedures according to urgent indications in the period from 2016 to 2018. Neurological status (Frankel scale), pain intensity (VAS) and functional independence of patients (Karnofsky scale) were assessed before surgery, 3 months and 1 year after. Statistical relationship between outcomes and duration of the prehospital and hospital delay has been studied. **Results.** 23 patients in each group had neurological deficit (53.5% and 56.1%), while the average duration of the prehospital period in those patients in both groups (Me) was 14.0 days. 11 out of 84 patients (13.1%), were hospitalized in the first 72 hours from the onset of vertebral syndrome; 6 (7.1%) of them had neurological disorders. An inverse correlation of high strength between the duration of neurological deterioration and the possibility of their improvement by 3 months after surgery was revealed in both groups ($r_{s1} = -0.793$ and $r_{s2} = -0.828$; $p < 0.001$) and there was no relationship between outcomes and the duration of the hospital period (surgery urgency) ($r_{s1} = -0.257$; $p = 0.283$ and $r_{s2} = -0.218$; $p = 0.330$). The possibility of neurological improvement after surgery ceases to be statistically significant after 14 days from the onset of pathological symptoms ($p_1 = 0.083$, $p_2 = 0.157$ for both groups, respectively), while the likelihood of a decrease in pain syndrome and functional dependence on others remains independent of the duration of the prehospital period. **Conclusion.** In case of tumor or infectious spine lesions, urgent decompression and stabilization procedures reduce pain and improve the functional independence regardless of the duration of the prehospital period, while extension of prehospital period of more than 2 weeks is crucial for a reliable prognosis of neurological status improvement.

Keywords: destructive lesions of the spine, spondylitis, spondylodiscitis, metastatic spinal cord compression, decompression and stabilization surgeries.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Cite as: Mushkin M.A., Dulaev A.K., Alikov Z.Yu., Mushkin A.Yu. [Effect of Prehospital Pause on the Outcomes of Emergency Decompression and Stabilization Procedures in Patients with Tumor and Infectious Spine Diseases]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):53-64. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1698>.

✉ Mikhail A. Mushkin; e-mail: mikhail_mushkin@mail.ru

Submitted: 05.11.2021. Accepted: 08.12.2021. Published Online: 13.12.2021.

© Mushkin M.A., Dulaev A.K., Alikov Z.Yu., Mushkin A.Yu., 2021



Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника

М.А. Мушкин¹, А.К. Дулаев¹, З.Ю. Аликов^{1,2}, А.Ю. Мушкин^{1,3}

¹ ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить связь между длительностью вертеброгенной симптоматики, развившейся на фоне опухолевой или инфекционной деструкции позвоночника, и среднесрочными и отдаленными исходами операций, проведенных по неотложным показаниям. **Материал и методы.** 84 пациентам с опухолевым (группа 1, $n = 43$) и инфекционным (группа 2, $n = 41$) поражением позвонков по неотложным показаниям выполнены декомпрессивно-стабилизирующие операции. Неврологический статус (шкала Frankel), интенсивность болевого синдрома (визуально-аналоговая шкала, ВАШ) и функциональная независимость пациентов (шкала Карновского) оценены перед операцией, спустя 3 мес. и 1 год. Изучена статистическая связь исходов лечения с длительностью догоспитальной и госпитальной пауз. **Результаты.** Неврологические нарушения на момент операции имели 23 пациента в каждой группе (53,5% и 56,1%); средняя длительность догоспитального периода у них (Me) составила 14,0 сут. Лишь 11 из 84 пациентов (13,1%) госпитализированы в первые 72 ч. после возникновения вертебрального синдрома, в т.ч. 6 (7,1%) с неврологическими расстройствами. Выявлена обратная корреляционная зависимость высокой силы между длительностью неврологических нарушений и возможностью их улучшения к 3 мес. после операции в обеих группах ($r_{s1} = -0,793$ и $r_{s2} = -0,828$; $p < 0,001$), а также отсутствие связи таких исходов с длительностью госпитального периода (экстренностью проведения операции) ($r_{s1} = -0,257$; $p = 0,283$ и $r_{s2} = -0,218$; $p = 0,330$). При госпитализации в сроки более 14 сут. от возникновения симптоматики возможность неврологического улучшения после операции перестает быть статистически значимой для обеих групп ($p_1 = 0,083$, $p_2 = 0,157$ соответственно), в то время как вероятность уменьшения болевого синдрома и функциональной зависимости от окружающих сохраняется независимо от длительности догоспитального периода. **Заключение.** При опухолевой и инфекционной деструкции позвонков неотложные декомпрессивно-стабилизирующие операции приводят к значительному уменьшению болевого синдрома и улучшению функциональной независимости пациентов в сроки 3 и 12 мес. после операции независимо от длительности догоспитального периода. Длительность догоспитального периода более 2 нед. является критической для прогнозирования улучшения неврологических расстройств после таких вмешательств.

Ключевые слова: деструктивные поражения позвоночника, спондилит, спондилодисцит, метастатическая компрессия спинного мозга, декомпрессивно-стабилизирующие операции.

Источник финансирования: Исследование выполнено в рамках государственного задания Минздрава России, номер регистрации в ЕГИСУ НИОКТР: АААА-А20-120021890131-4.

Мушкин М.А., Дулаев А.К., Аликов З.Ю., Мушкин А.Ю. Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):53-64. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1698>.

Мушкин Михаил Александрович; e-mail: mikhail_mushkin@mail.ru

Рукопись получена: 05.11.2021. Рукопись одобрена: 08.12.2021. Статья опубликована онлайн: 13.12.2021.

© Мушкин М.А., Дулаев А.К., Аликов З.Ю., Мушкин А.Ю., 2021

绪论

2019年,俄罗斯恶性肿瘤的发病率为每10万人436.0人[1]。此类患者中有20%以上发生脊柱转移病变,5—10%的病例伴有脊髓压迫综合征(MSCC—metastatic spinal cord compression syndrome)和神经功能障碍[2,3]。急性椎体综合征常常成为肿瘤病变的第一表现:在脊柱科首次住院的患者中,超过40%的患者没有肿瘤病史[4,5]。由于这是一个跨学科的问题,需要综合肿瘤学、神经外科、创伤学和骨科的方法,战术决策经常被延迟很长时间,这增加了这种病理作为一个整体治疗不良结果的风险[6]。

急性感染性脊柱病变(脊柱炎/椎间盘炎)的发生率为1.0—2.5例/10万人,其中5.8—14.6%的病例合并脓毒症,1.2—8.0%的病例导致死亡[7,8,9]。本病例神经功能障碍的发生率为27.0—46.2%[10,11]。

一些脊柱肿瘤或感染性病变的患者,其一般状况和生活质量有显著恶化的高风险,需要紧急护理。这些状态包括[12,13,14,15,16]:

- 脊髓压迫、自体神经根病变或神经根病变(脊髓压迫综合征)引起的神经系统症状的发生和/或增加;
- 脊椎不稳定,伴有剧烈疼痛综合征和脊柱结构不稳定。

脊椎病急诊情况的发展往往意味着患者缺乏明确的病因诊断,因此急诊治疗的主要目标是脊髓减压和脊柱稳定,即不是根据病因,而是根据证候原则进行治疗。

手术在急性神经功能障碍发病后的前72小时内进行,为转移性脊柱病变的治疗提供了最好的结果[17]。但在实际情况中,患者在规定时间内住院的情况极其罕见。这一方面是由于患者对以最小的抱怨尽早接受椎骨科医生检查的必要性认识不足,另一方面是由于医生对病理的最初表现缺乏警觉性。同时,专科住院前的临床抱怨持续时间(所谓院前暂停)不仅会影响患者的幸福感和生活质量,还会影响治疗的结果。这些参数之间有一定的关系,但这是以前没有研究过的。

本研究的目的是评估在脊柱肿瘤或感染性破坏背景下发生的椎源性症状持续时间与紧急适应症手术的中期和长期结果之间的关系。

材料与方法

研究设计

本研究选择患者的方框图如图1所示。主要样本来自两个中心的18岁及以上的急性胸椎和腰椎病患者的回顾性队列。患者在St. Petersburg Research Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze和

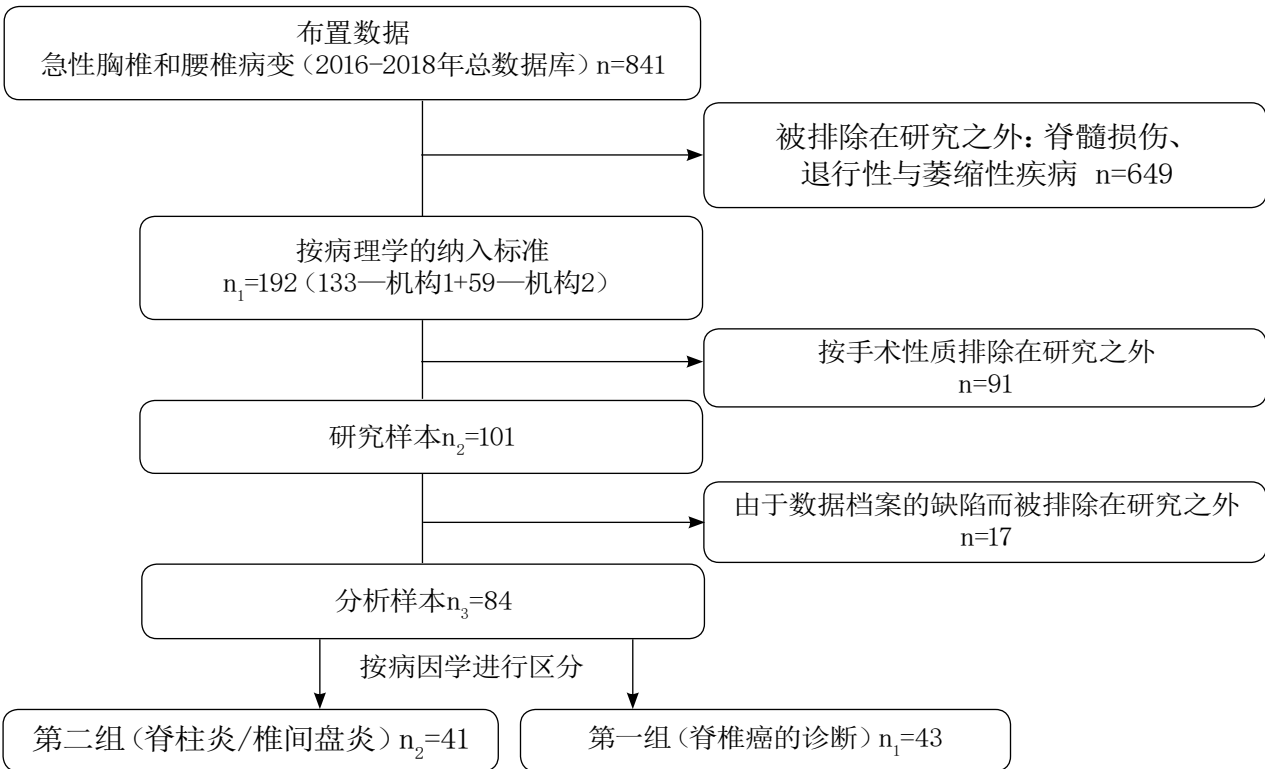


图1 病人选择流程图

The First Pavlov State Medical University of St. Petersburg的创伤和骨科、神经外科、神经外科、接受急诊治疗（总基数为841名病人）。这两家医院根据圣彼得堡脊柱病理病人的统一急诊护理系统全天候工作。资料收集的期间与该出版物的主要作者（作者1,3）在该期间在这些机构的直接工作有关。

在形成分析样本时,根据疾病的性质,649名患者被排除在一般数据库之外,91例患者的手术性质(非减压稳定手术)和17例患者不适合分析医疗文件或辐射数据归档。因此,最终的分析样本是回顾性形成的,包括84例因肿瘤背景(第一组, n=43)或感染性(第二组, n=41)的椎骨病变紧急适应症而行减压稳定手术的患者。

该研究的主题是在分析需要紧急手术治疗的脊柱病理患者的情况时,对最可重现性参数的动态评估。根据AIS/ASIA标准中用于脊髓损伤/损伤患者研究的Frankel量表(A-E型)评估神经功能状态[17,18,19]。采用视觉模拟评分(VAS)主观上评价疼痛综合征的严重程度,评分范围为0—10分。采用卡诺夫斯基健康状况量表对患者的功能独立性进行评估,评分范围为10—100分,其中100分为自助服务和运动在没有任何功能限制的情况下完全独立[20]。

这些参数在住院期间和紧急手术治疗后3个月和12个月的临床控制期间被录入医疗文件。手术后3个月是最方便评估所谓中期治疗结果的时间,因为对于肿瘤病变,这段时间的预测生存期被认为是对脊柱进行大手术的可能性的标准[21],并L. Lenke等人认为,正是在这个时候,患者的身体营养恢复的稳定水平在他的任何重建后形成[22]。

研究了治疗结果与院前暂停时间的统计关系,即与导致患者住院的病情发展时间的统计关系(在我们看来,《暂停》这个词似乎比英语文学中所接受的《delay》这个概念更方便)[23]。

统计分析

材料的统计学处理是用IBM SPSS Statistics 22进行的。使用非参数的Kolmogorov-Smirnov标准评估各组中定量参数的分布性质。组内差异的显著性用Wilcoxon检验,组间差异的显著性用非正态分布的Mann-Whitney U检验,或正态分布(患者年龄)的定量数据用t检验(在评估Levene的方差均匀性标准后, $p > 0.05$)。研究参数与院前和住院暂停时间的相关性,主要是在入院时发生此类疾病的患者的神经系统状态的变化。由于所分析的参数为非正态分布,因此

采用双向Spearman rs相关分析评估各组因素对治疗结果的影响,以确定相关的强度(< 0.3 —弱, 0.3 至 0.7 —中等, 0.7 及以上—强)和方向。

采用Spearman相关分析因素:1、从出现紧急椎体综合征到住院或住院到手术的天数;2、神经系统状态的动态变化。

在统计分析中,弗兰克尔量表类型被赋予了数值(分数)(A-1, B-2, C-3, D-4, E-5);在术后3个月和12个月评估了分数的变化,包括与基线的比较和相互之间的比较。使用SPSS自变量的对数线性转换函数(Ln)来检验结果(因变量:弗兰克尔趋势;自变量:从住院到手术的天数,从恶化到住院的天数)。考虑到所分析的两个独立变量,本文选择了逐步后退法(Backward)。为了确定关系的强度和类型,给出了用散点图构造回归模型的标准B系数的数据。 $p < 0.05$ 时认为差异有统计学意义。

通过描述性统计计算各组参数的平均值(对于正态分布,结果以 $M \pm \sigma$ 表示,其中M是平均值, σ 是标准差),对于非正态分布,以Me(Q25; Q75)表示(其中Me是中位数,第一和第三四分位数)。因此,在双中心回顾性队列研究的框架内,采用了因子分析(PP0)和比较分析的方法。

手术方案的细节不是分析的主题,本文没有具体说明。我们认为对伴有神经功能障碍的MSCC综合征患者实施减压稳定干预是非常重要的:在没有神经系统疾病的不稳定情况下,要进行稳定或重建—稳定的手术;在感染性过程中,要进行根治性消毒,包括可能的减压和稳定的手术。

结果

引起急诊住院的紧急椎源性综合征患者按性别、年龄、性质的分布情况见表1。

在术后3至12个月内,有8名患者因疾病进展或其他原因死亡,包括第一组的7名患者(6名在住院时患有不同严重程度的弗兰克尔A-D型神经系统疾病)和第二组的1名基线截瘫患者,弗兰克尔A型。

在第一组中,只有22例(51%)患者在急诊住院时有已知的肿瘤病史(图2)。

通过分析我们自己的数据,我们注意到,对于紧急椎体病理的患者,其早期住院的实际情况非常不理想。首先,考虑到从出现/增加神经功能缺陷的72小时内建议进行紧急护理的标准,进行院前阶段的计时排名[15](表2)。

表 1

按性别、年龄和紧急椎体综合征的性质划分的患者分布情况

病因	平均年龄 (M±σ)	性别, 绝对 (%)	主要的临床症状	
			神经系统疾病	疼痛综合症
肿瘤性病变	58.91±12.63	男性为25例 (58%); 女性为18例 (42%)	23 (53%)	20 (47%)
非特异性脊柱炎/椎间盘炎	58.05±15.45	25 (61%); 16 (39%)	23 (56%)	18 (44%)
p值	0.781*	0.792**	0.811**	
一共			46 (55%)	38 (45%)

*—t检验; **—Mann-Whitney U检验。

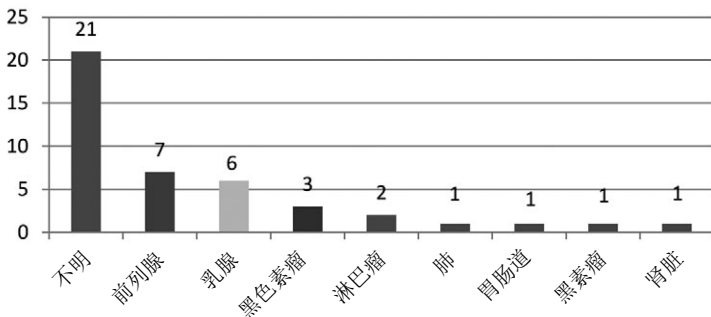


图 2 急诊入院时转移性椎体骨折患者按原发肿瘤类型 (定位) 的分布情况

表 2 脊柱肿瘤性和感染性病变患者在症状出现后72小时内住院的性质分布情况

按Frankel神经紊乱的严重程度	第一组	第二组
A	-	-
B	3	-
C	1	-
D	-	2
E	2	3
一共	6	5

入院时, 第一组的43名患者中有23人患有不同程度的神经系统疾病, 其中只有10人在发生椎体综合征后的第一周被脊柱急救中心收治, 只有6人在最初的72小时内被收治。在41名传染性脊柱炎患者中, 有23人在入院时也有神经系统异常, 其中只有11人是在前7天入院的, 包括5人在前72小时入院。

两组的84名患者中只有11人 (13.1%) 在头3天住院。其中, 只有6人 (7.1%) 有神经系统障碍 (弗兰克尔A至D型), 只有3人 (3.6%) 有可能从早期减压手术的建议中受益, 以实现严重神经系统障碍的回归 (下肢瘫痪) [15]。

考虑到患者是否存在神经功能障碍, 两组患者的主要计时指标见表 3。

表 4和表 5比较了神经障碍的严重程度、疼痛综合症的严重程度和对他人的功能依赖程度。

由于术后3个月和12个月无显著性差异, 神经功能状态变化结果仅在术后3个月出现, 这在统计学上得到了证实: 第一组的p=0.317, 第二组的p=0.083。

因此, 在转移性病变的患者中, 严重麻痹 (Frankel B型) 和轻度麻痹 (D型) 的神经系统状态均具有显著的积极动态变化, 而感染性脊柱炎仅在后者中存在。同时, 在疼痛综合症的严重程度和卡诺夫斯基量表观察结束时, 两组患者均出现显著的积极变化。

相关分析显示, 两组患者住院前神经功能障碍的持续时间与术后神经功能状况的可能改善呈高强度负相关 ($r_s = -0,828$ 和 $r_s = -0,822$; $p < 0.001$), 这是完全可以预料的。这些结果与术前住院时间的长短, 即与手术的紧迫性之间没有关联 ($r_s = -0,082$; $p = 0,711$ 与 $r_s = -0,223$; $p = 0,306$)。回归分析结果证实了数据的真实性 (表 6, 图 3, 图 4)。

由于发病后72小时内住院的患者较少, 故将院前时间按7天间隔进行排序进行统计分析。患者分布情况见表7。

表 3

入院前阶段的主要时间指标

计时指标	指标值, 天		Mann-Whitney标准的p值
	Me (Q25; Q75)	(min; max)	
对于有神经功能障碍的病人			
从病情恶化到入院为止			
第一组 (n=23)	14.0 (6.0; 19.0)	(2; 26)	0.230
第二组 (n=23)	14.0 (7.0; 24.0)	(3; 71)	
从入院到手术的时间			
第一组 (n=23)	2.0 (1.0; 3.0)	(0; 9)	0.422
第二组 (n=23)	2.0 (1.0; 3.0)	(1; 4)	
从病情恶化到手术的时间			
第一组 (n=23)	16.0 (8.0; 23.0)	(3; 29)	0.642
第二组 (n=23)	17.0 (10.75; 26.25)	(5; 75)	
对于没有神经系统损伤的病人			
从病情恶化到入院为止			
第一组 (n=20)	22.5 (14.25; 40.0)	(2; 80)	0.048
第二组 (n=18)	14.5 (6.25; 30.0)	(3; 45)	
从入院到手术的时间			
第一组 (n=20)	3.0 (2.0; 7.5)	(1; 14)	0.126
第二组 (n=18)	5.0 (3.75; 6.0)	(1; 14)	
从病情恶化到手术的时间			
第一组 (n=20)	33.5 (16.0; 45.75)	(6; 84)	0.077
第二组 (n=18)	20.0 (13.50; 33.25)	(5; 50)	

表 4

根据神经系统疾病的性质划分的患者分布情况

按Frankel神经紊乱的严重程度	第一组 (n=43)			第二组 (n=41)		
	入院	3个月后	p	入院	3个月后	p
A	1	1		1	1	
B	6	1	0.034	3	2	0.317
C	4	1	0.063	3	1	0.083
D	12	10	0.005	16	8	0.001
E	20	30	1.0	18	29	1.0

表 5

根据疼痛综合征的严重程度和功能依赖于他人的患者分布情况, 评估Wilcoxon标准的意义

生活质量的评定标准	第一组 (n=43)				第二组 (n=41)			
	入院 (t ₁)	3个月 (t ₂)	12个月 (n=36) (t ₃)	p (t _{1,2}) p (t _{2,3})	入院 (t ₁)	3个月 (t ₂)	12个月 (n=40) (t ₃)	p (t _{1,2}) p (t _{2,3})
疼痛强度 (平均值±SD)	7.56±1.24	2.37±1.12	1.67±1.28	<0.001 0.002	6.80±1.36	2.20±0.98	1.88±1.06	<0.001 0.005
卡诺夫斯基量表的评分 (平均值±SD)	56.74±17.83	80.23±14.56	83.61±13.12	<0.001 0.346	54.15±13.41	76.10±16.41	79.00±15.15	<0.001 0.046

线性回归指标的评估

模型	自变量	标准化β系数 (第一组; 第二组)	显著性 (第一组; 第二组)
1	从病情恶化到入院的天数 (Ln) 从入院到手术的天数 (Ln)	-0.803; -0.723 0.223; -0.107	<0.001; <0.001 0.149; 0.484
2	从病情恶化到入院的天数 (Ln)	-0.749; -0.741	<0.001; <0.001

因变量: 弗兰克尔动态。

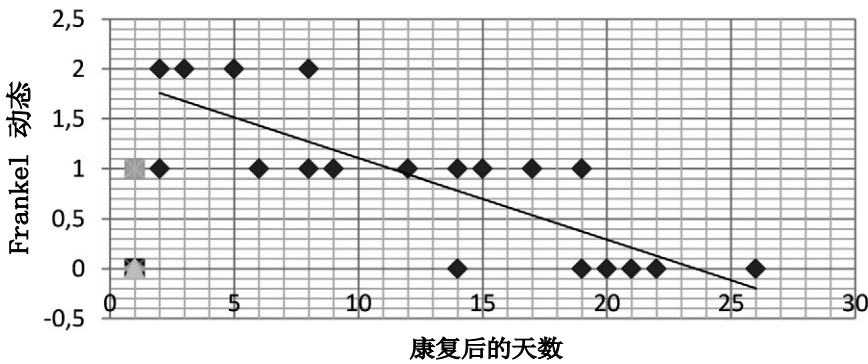


图 3 第一组分析因素的散点图

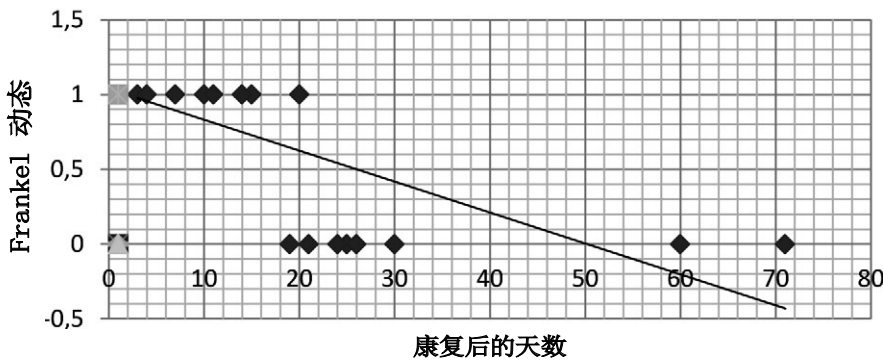


图 4 第二组分析因素的散点图

第一组和第二组的病人按7天间隔分布情况

入院前的时间长度	第一组		第二组	
	绝对值	%	绝对值	%
≤7天	10	24	11	26
>7但≤14天	9	20	11	29
>14天	24	56	19	45
一共	43	100	41	100

后续分析显示,两组患者自发病后住院时间均超过14天,神经功能缺损改善的可能性均无统计学意义($p=0.083$ 为肿瘤病变, $p=0.157$

感染性病变),而对于疼痛综合征和卡诺夫斯基健康状况量表,在住院前的任何时间,其改善的概率都保持不变(表8)。

表 8

神经系统状态、疼痛综合征严重程度和功能依赖性在院前投诉时间上的变化

椎体综合征的院前持续时间	Wilcoxon测试值(3/12个月)					
	第一组			第二组		
	Frankel	VAS	卡诺夫斯基健康状况量表	Frankel	VAS	卡诺夫斯基健康状况量表
≤7天	0.014/0.083*	0.005/0.027	0.005/0.026	0.014/0.020	0.003/0.003	0.003/0.003
>7但≤14天	0.011/0.011	0.008/0.007	0.007/0.011	0.008/0.011	0.003/0.003	0.003/0.003
>14天	0.083/0.083	<0.001/<0.001	<0.001/<0.001	0.157/0.083	<0.001/<0.001	<0.001/<0.001

* 椎体综合征发病第一周住院的第一组的Wilcoxon $p = 0.083$ 值可能与3个月时有阳性等级的10名患者中的4人死亡有关。

讨论

在计划对脊柱破坏性病变患者进行外科治疗的条件下,确定肿瘤或感染的病因是至关重要的。医生有一定的时间来进行诊断和选择基于病因的治疗。在紧急情况下,通常在消除脊髓压迫综合征和脊髓不稳定的同时进行诊断,这与回顾性确定的肿瘤过程,成为讨论的主题,在选择战术决定时,NOMS策略的一个或另一个组成部分(神经、肿瘤或机械)的优先级[24]。

在医学文献中,对肿瘤和感染性椎体病变引起的神经系统并发症的术后消退,通常是与住院时间的长短有关,即从病人入院开始分析。与此同时,如果大多数作者建议尽快为此类患者提供援助[5,8,12,15],那么这种援助的结果的评估就非常模糊。有迹象表明,早期手术治疗有好处[25],而早期(相对于住院时间)脊髓手术减压没有根本优势[26,27]。这类患者的院前暂停时间没有讨论,也就是说,最初考虑的是一种理想的临床情况,假设患者在出现椎体病理的第一个迹象时就住院,主要是神经系统疾病,而我们的研究表明,这是非常不现实的。

这类患者的适当转诊问题不仅存在于我国,荷兰和加拿大的研究人员正在关注这一问题[23]。来自风险组的患者,主要是肿瘤患者(有原发性和继发性免疫缺陷),伴有脊柱

病理特征的主诉,神经学家、创伤学家和肿瘤学家会在症状增加的背景下观察几天,有时是几周。根据我们的数据,在圣彼得堡这样的大都市,几乎有一半的病人是在出现椎体,包括神经系统症状后超过2周才被送入脊柱中心,只有13.6%的病人是在头3天内入院。这并不允许在统计上证实或驳斥关于早期减压在分析的患者类别中的有效性的论文。然而,如果神经系统疾病持续超过14天,其术后回归的可能性在统计学上变得不显著(即不可预测)。这并不排除手术后异常消退的可能性,但让我们考虑两周的时间作为客观预测该病理治疗结果的一个额外的关键标准。

我们发现,在没有神经系统疾病的第二组患者中,院前暂停时间较短,这可能与在局部炎症过程背景下疼痛强度更大有关(本研究中没有设定验证这一假设的任务)。

无论院前治疗持续时间如何,紧急指征的治疗显著减少了患者的疼痛,并提高了患者的功能独立性,而这些指标在术后全年都有积极的动态变化。该研究的一个重要发现并不是说神经功能缺损的持续时间与术后恢复的可能性之间存在着强烈的反比关系,而是说与术前住院时间的长短,即与手术的紧急程度没有这种关系。

结论

分析专门医疗护理的时间对功能依赖性、疼痛综合征的严重程度和神经系统疾病消退的可能性等标准的影响, 不仅对客观预测脊柱肿瘤和感染性病变患者的治疗结果很重要, 而且对优化为他们提供专门护理的系统也很重要。首先, 有必要告知来自危险人群的患者(肿瘤科药房的人员、免疫缺陷患者)他们发生脊柱继发性病变的可能性, 以及在脊柱专科诊所进行早期治疗的可能性/必要性。要缩短病人在这类医院的住院时间, 就需要制定主要针对神经科医生和骨科创伤科医生的区域路由建议。

我们认为, 信息和组织解决方案可以为这类患者提供比某些紧急外科干预措施的改进更重要的医疗和社会效果。在出现紧急情况之前及时将患者转介到专科诊所, 将为破坏性脊柱病变(包括恢复潜力最低的严重神经障碍发展前)的全面诊断和不仅选择综合症, 而且选择合乎病因的治疗提供足够的时间储备。

作者声明的贡献

Mushkin M.A. —负责收集和处理资料, 进行文学分析, 解释所得到的结果, 撰写文本。

Dulaev A.K. —负责协调研究参与者, 解释和分析所获得的数据。

Alikov Z.Yu. —负责资料的收集和处理, 文献查阅。

Mushkin A.Yu. —负责文章的概念开发和设计, 文献综述, 文本的撰写和编辑。

所有作者都已阅读并批准了文章的最终稿。所有作者同意对工作的各个方面负责, 以确保适当考虑和解决与工作的任何部分的正确性和可靠性相关的所有可能的问题。

利益冲突。

作者没有利益冲突。

Литература [References]

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. *Злокачественные новообразования в России в 2019 г. (заболеваемость и смертность)*. Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена; 2020. 252 с.
Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Shakhzadova A.O. [Malignant neoplasms in Russia in 2019 (morbidity and mortality)]. Moscow; 2020. 252 p.
- Hatrack N.C., Lucas J.D., Timothy A.R., Smith M.A. The surgical treatment of metastatic disease of the spine. *Radiother Oncol.* 2000;56(3):335-339. doi: 10.1016/s0167-8140(00)00199-7.
- Bailar J.C. 3rd, Gornik H.L. Cancer undefeated. *N Engl J Med.* 1997;336(22):1569-1574. doi: 10.1056/NEJM199705293362206.

- Дулаев А.К., Аликов З.Ю., Горанчук Д.В., Дулаева Н.М., Мушкин М.А., Дулаев Д.В. и др. Неотложное специализированное лечение пациентов с опухолевыми поражениями позвоночника. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016;(Спецвыпуск):93.
Dulaev A.K., Alikov, Z.Ju., Goranchuk D.V., Dulaeva N.M., Mushkin, M.A., Dulaev D.V. et al. [Urgent specialized treatment of patients with tumor lesions of the spine]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2016;(Special issue):93. (In Russian).
- Wänman J., Grabowski P., Nyström H., Gustafsson P., Bergh A., Widmark A. et al. Metastatic spinal cord compression as the first sign of malignancy. *Acta Orthop.* 2017;88(4):457-462. doi: 10.1080/17453674.2017.1319179.
- Пташников Д.А., Магомедов Ш.Ш., Татаринцев А.П., Роминский С.П. Анализ классификаций и алгоритмов хирургического лечения опухолей позвоночника, современный подход в планировании. *Вопросы онкологии*. 2018;64(2):185-189. doi: 10.37469/0507-3758-2018-64-2-185-189.
Ptashnikov D.A., Magomedov Sh.Sh., Tatarintsev A.P., Rominskiy S.P. [Analysis of classifications and algorithms of surgical treatment for spinal tumors, modern approach in planning]. *Voprosy onkologii* [Problems in Oncology]. 2018;64(2):185-189. (In Russian). doi: 10.37469/0507-3758-2018-64-2-185-189.
- Тиходеев С.А., Вишневецкий А.А. *Неспецифический остеомиелит позвоночника*. Москва: СПбМАПО; 2004. 175 с.
Tihodeev S.A., Vishnevskiy A.A. [Nonspecific osteomyelitis of the spine]. Moscow: SPbMAPO; 2004. 175 p. (In Russian).
- Мушкин А.Ю., Вишневецкий А.А., Перецманас Е.О., Базаров А.Ю., Басанкин И.В. Инфекционные поражения позвоночника: Проект национальных клинических рекомендаций. *Хирургия позвоночника*. 2019;16(4):63-76. doi: 10.14531/ss2019.4.63-76.
Mushkin A.Yu., Vishnevskiy A.A., Peretsmanas E.O., Bazarov A.Yu., Basankin I.V. [Infectious lesions of the spine: draft national clinical guidelines]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2019;16(4):63-76. (In Russian). doi: 10.14531/ss2019.4.63-76.
- Turunc T., Demiroglu Y.Z., Uncu H., Colakoglu S., Arslan H. A comparative analysis of tuberculous, brucellar and pyogenic spontaneous spondylodiscitis patients. *J Infect.* 2007;55(2):158-163. doi: 10.1016/j.jinf.2007.04.002.
- Butler J.S., Shelly M.J., Timlin M., Powderly W.G., O'Byrne J.M. Nontuberculous pyogenic spinal infection in adults: a 12-year experience from a tertiary referral center. *Spine.* 2006;31(23):2695-2700. doi: 10.1097/01.brs.0000244662.78725.37.
- Feki A., Akrouf R., Masmoudi K., Sellami I., Ezzeddine M., Mnejja M.A. et al. Infectious spondylodiscitis: A twenty-year experience from a single tertiary referral center. *Egyptian Rheumatologist.* 2019;41(3):231-235. doi: 10.1016/j.ejr.2018.07.006. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110116418301005#>.
- Marco R.A.W., Brindise J., Dong D. MOSS: A patient-centered approach. In: *Metastatic Spine Disease: A Guide to Diagnosis and Management*. Springer; 2018. p. 1-20. doi: 10.1007/978-3-319-76252-4_1.

13. Vialle L.R., Rajasekaran S., Kanna R.M., Barbagallo G. AOSpine: Masters Series, Vol. 10: *Spinal Infections*, Thieme; 2018. doi: 10.1055/b-006-149770. Available from: https://medone.thieme.com/ebooks/2316184#/ebook_2316184_SL86888313.
14. Яриков А.В., Фраерман А.П., Перльмуттер О.А., Денисов А.А., Масевнин С.В., Смирнов И.И. и др. Неспецифические гнойно-воспалительные поражения позвоночника: спондилодисцит, эпидурит. *Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь*. 2019;8(2):175-185. doi: 10.23934/2223-9022-2019-8-2-175-185. Yarikov A.V., Fraerman A.P., Perlmutter O.A., Denisov A.A., Masevnin S.V., Smirnov I.I. et al. [Nonspecific Pyoinflammatory Lesions of the Spine: Spondylodiscitis, Epiduritis]. *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo. Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'* [Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care]. 2019;8(2):175-185. (In Russian). doi: 10.23934/2223-9022-2019-8-2-175-185.
15. Дулаев А. К., Мануковский В.А., Кутянов Д.И., Брижань С.Л., Дулаева Н.М., Булахтин Ю.Ю. и др. Диагностическая и лечебная тактика при оказании специализированной медицинской помощи больным с заболеваниями позвоночника в условиях отделения неотложной хирургической вертебрологии. *Гений ортопедии*. 2017;23(4):429-438. doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-4-429-438. Dulaev A. K., Manukovskii V.A., Kutianov D.I., Brizhan' S.L., Dulaeva N.M., Bulakhtin Yu.Yu. et al. [Diagnosis and treatment tactics of specialized medical care provided for patients with spinal disorders at an emergency unit of spinal surgery] *Genij Ortopedii*. 2017;23(4):429-438. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-4-429-438.
16. Мушкин А.Ю., Вишневецкий А.А. Клинические рекомендации по диагностике инфекционных спондилитов (проект для обсуждения). *Медицинский альянс*. 2018;(3):65-74. Mushkin A.Ju., Vishnevskij A.A. [Clinical recommendations for the diagnosis of infectious spondylitis (draft for discussion)]. *Meditsinskii al'yans* [Medical Alliance]. 2018;(3):65-74. (In Russian).
17. Frankel H.L., Hancock D.O., Hyslop G., Melzak J., Michaelis L.S., Ungar G.H. et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia*. 1969;7(3):179-192. doi: 10.1038/sc.1969.30.
18. Kirshblum S.C., Burns S.P., Biering-Sorensen F., Donovan W., Graves D.E., Jha A. et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *J Spinal Cord Med*. 2011;34(6):535-546. doi: 10.1179/204577211X13207446293695.
19. Kirshblum S., Waring W. 3rd. Updates for the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2014;25(3):505-517. vii. doi: 10.1016/j.pmr.2014.04.001.
20. Karnofsky D.A. The clinical evaluation of chemotherapeutic agents in cancer. In: *Evaluation of Chemotherapeutic Agents*. New York: Columbia University Press; 1949. pp.191-205.
21. *National Collaborating Centre for Cancer (UK). Metastatic Spinal Cord Compression: Diagnosis and Management of Patients at Risk of or with Metastatic Spinal Cord Compression*. Cardiff (UK): National Collaborating Centre for Cancer (UK); 2008.
22. Lenke L.G., Bridwell K.H., Blanke K., Baldus C. Prospective analysis of nutritional status normalization after spinal reconstructive surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(12):1359-1367.
23. van Tol F.R., Versteeg A.L., Verkooijen H.M., Öner F.C., Verlaan J.J. Time to Surgical Treatment for Metastatic Spinal Disease: Identification of Delay Intervals. *Global Spine J*. 2021;2192568221994787. doi: 10.1177/2192568221994787.
24. Laufer I., Rubin D.G., Lis E., Cox B.W., Stubblefield M.D., Yamada Y. et al. The NOMS framework: approach to the treatment of spinal metastatic tumors. *Oncologist*. 2013;18(6):744. doi: 10.1634/theoncologist.2012-0293.
25. Fan Y., Zhou X., Wang H., Jiang P., Cai S., Zhang J. et al. The timing of surgical intervention in the treatment of complete motor paralysis in patients with spinal metastasis. *Eur Spine J*. 2016;25(12):4060-4066. doi: 10.1007/s00586-016-4406-7.
26. Quraishi N.A., Rajagopal T.S., Manoharan S.R., Elsayed S., Edwards K.L., Boszczyk B.M. Effect of timing of surgery on neurological outcome and survival in metastatic spinal cord compression. *Eur Spine J*. 2013;22(6):1383-1388. doi: 10.1007/s00586-012-2635-y.
27. Pipola V., Terzi S., Tedesco G., Bandiera S., Brødano G.B., Ghermandi R. et al. Metastatic epidural spinal cord compression: does timing of surgery influence the chance of neurological recovery? An observational case-control study. *Support Care Cancer*. 2018;26(9):3181-3186. doi: 10.1007/s00520-018-4176-3.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мушкин Михаил Александрович — ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: mikhail.mushkin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8520-9425>

Дулаев Александр Кайсинович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: akdulaev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4079-5541>

AUTHORS' INFORMATION:

Mikhail A. Mushkin — Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: mikhail.mushkin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8520-9425>

Aleksandr K. Dulaev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: akdulaev@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4079-5541>

Аликов Знаур Юрьевич — младший научный сотрудник отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: znauritto@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6698-7707>

Мушкин Александр Юрьевич — д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель центра патологии позвоночника, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: aymushkin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1342-3278>

Znaur Yu. Alikov — Dzhanelidze St. Petersburg Scientific Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia
e-mail: znauritto@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6698-7707>

Aleksandr Yu. Mushkin — Dr. Sci. (Med.), Professor, St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia
e-mail: aymushkin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1342-3278>

Комментарий

<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1715>

Редакционный комментарий к статье М.А. Мушкина с соавторами «Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у больных с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника»

Д.А. Пташников^{1,2}¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

В редакционном комментарии анализируется современное состояние проблемы оказания медицинской помощи пациентам с ургентным состоянием, вызванным патологическими переломами позвонков и компрессией спинного мозга на фоне деструктивных изменений. Редкая встречаемость патологии и недостаток объективных данных обуславливают отсутствие консенсуса об организации помощи этой категории пациентов. Исследование М.А. Мушкина с соавторами помогает понять, как влияет догоспитальная пауза на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с опухолевым и инфекционным поражениями позвоночника, а также определить, какое время есть в распоряжении хирурга. Автор комментария считает, что необходимо тесное сотрудничество травматологов-ортопедов, нейрохирургов, онкологов для решения этой проблемы. Даже несмотря на отсутствие онколога в штате скоромощных стационаров, телемедицина позволяет своевременно получать организационно-методическую поддержку для корректного принятия решения по каждому пациенту. Не менее важно взаимодействие между клиницистами, лучевыми диагностами и патоморфологами. Важным аспектом является преемственность в оказании помощи пациентам. Выполненная в неотложном порядке операция по декомпрессии спинного мозга является лишь этапом комплексного лечения. Таким пациентам должна быть организована точная маршрутизация в зависимости от диагноза и ближайшего исхода лечения.

Ключевые слова: деструктивные поражения позвоночника, спондилит, спондилодисцит, метастатическая компрессия спинного мозга, декомпрессивно-стабилизирующие операции.

Comment

<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1715>

Editorial Comment on the Article by Mushkin M.A. et al. “Effect of Prehospital Pause on the Outcomes of Emergency Decompression and Stabilization Procedures in Patients with Tumor and Infectious Spine Diseases”

Dmitry A. Ptashnikov^{1,2}¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia

Пташников Д.А. Редакционный комментарий к статье М.А. Мушкина с соавторами «Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у больных с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника». *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):65-68. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1715>.

Ptashnikov D.A. [Editorial Comment on the Article by Mushkin M.A. et al. “Effect of Prehospital Pause on the Outcomes of Emergency Decompression and Stabilization Procedures in Patients with Tumor and Infectious Spine Diseases”]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):65-68. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1715>.

Пташников Дмитрий Александрович / Dmitry A. Ptashnikov; e-mail: drptashnikov@yandex.ru

Рукопись получена: 14.12.2021. Статья опубликована: 17.12.2021.
Submitted: 02.12.2021. Published: 17.12.2021.

© Пташников Д.А., 2021
© Ptashnikov D.A., 2021

The editorial comment evaluates the current state of issue of medical care at urgent states caused by pathological vertebral fractures and spinal cord compression in patients with spine destructive diseases. The rare occurrence of pathology and the deficiency of objective data determine the lack of consensus on the medical care for this category of patients. The article by M.A. Mushkin et al helps to understand how the prehospital pause affects the outcomes of emergency decompression and stabilization procedures in patients with tumor and infectious diseases of the spine, as well as to determine how much time the surgeon has at his disposal. The author of the comment believes that close cooperation of orthopedic surgeons, neurosurgeons, oncologists is necessary to solve this problem. Even despite the absence of oncologists in the staff of emergency hospitals, telemedicine allows to receive methodological support in a timely manner for making a correct decision for each patient. Interaction between clinicians, radiologists and pathologists is equally important. An important aspect is continuity in patient care. An urgently performed spinal cord decompression is only a stage of the complex treatment. Such patients should be provided with accurate routing depending on the diagnosis and the treatment early outcome.

Keywords: spondylitis, spondylodiscitis, metastatic spinal cord compression, decompression and stabilization surgeries.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Современное состояние проблемы

Ургентные состояния в вертебрологии на протяжении многих десятилетий вызывают устойчивый интерес у специалистов. И если в отношении пациентов с травмами позвоночника и спинного мозга на сегодняшний день достигнут определенный консенсус — созданы общепризнанные классификации, позволяющие определять тактику лечения и прогнозировать его исходы, известны оптимальные сроки оперативного лечения, то ургентные состояния, вызванные патологическими переломами позвонков и компрессией спинного мозга на фоне деструктивных изменений, остаются нерешенной проблемой современности.

Деструктивные процессы имеют различную этиологию: первичные и метастатические опухоли, гнойные, туберкулезные и паразитарные поражения, метаболические процессы. Это приводит к патологическим переломам на фоне нормальной физиологической нагрузки, компрессионно-ишемическим изменениям в нервных структурах и неврологическим расстройствам. При этом механизмы их развития отличаются от таковых при травме, что позволяет более оптимистично смотреть на сроки оказания помощи. Но редкая встречаемость патологии не позволяет получить достаточно объективных данных, что обуславливает отсутствие консенсуса по проблеме помощи этой категории пациентов.

Большинство хирургов при столкновении с неотложным состоянием на фоне деструктивного процесса в позвоночнике, вызванного опухолевым или инфекционным поражением, выбирают синдромальный подход, обосновывая его профилактикой развития жизнеугрожающих состояний и негативных последствий для здоровья пациента. Более того, современные знания о сроках оказания помощи пациентам при развитии неврологического дефицита можно выразить словами: «Чем раньше, тем лучше». Здесь сказываются несколько факторов: смежная область травмы позвоночника, где функциональный результат при неполном повреждении спинного мозга зависит от сроков

оказания медицинской помощи [1]; влияние неврологического дефицита на качество жизни пациента, которое по своим показателям становится отрицательным (быть прикованным к постели с болями — хуже, чем смерть) [2]. Все это оказывает психологическое давление на специалиста, который принимает решение о тактике лечения.

Складывается тревожная ситуация. В арсенале спинальных хирургов содержатся алгоритмы и классификации для первичных и вторичных опухолей позвоночника [3, 4, 5], инфекционных спондилитов [6], патологических переломов на фоне остеопороза [7] и прочие специфические гайдлайны. Но у нас нет адекватных инструментов для комплексной оценки деструктивного процесса как синдрома. Здесь мы сталкиваемся с тем, что любая система поддержки принятия решений имеет две крайности: недостаточная точность или недостаточное обобщение.

Более осторожная стратегия может привести к потере ценного времени. Сроки морфологической верификации и маршрутизации больного могут варьировать, составляя в среднем 21 день [8]. А при наличии сопутствующей соматической патологии, требующей коррекции, сроки оказания помощи могут растягиваться до 47 суток [9]. В итоге мы получаем пациента с понятным диагнозом, согласованной тактикой лечения и подготовленного к операции, но с возможными плохими перспективами для восстановления функции спинного мозга.

Что нам дает эта публикация

Представленное исследование М.А. Мушкина с соавторами [10] помогает понять то, что хотят знать многие из специалистов, активно занимающихся хирургией опухолей позвоночника и гнойных спондилитов. Как влияет догоспитальная пауза на исходы неотложных декомпрессивно-стабилизирующих операций у больных с опухолевым или инфекционным поражением позвоночника? Какое время есть в нашем распоряжении?

Лишь 13% пациентов с показаниями к неотложной операции госпитализировались в рекомендо-

ванные 72 ч. И авторы определили временной порог в 14 суток, который являлся критическим для возможности восстановления неврологической функции. Наши собственные результаты лечения пациентов с метастатическими опухолями позвоночника свидетельствуют, что временной промежуток может быть шире и достигать 66 дней. Это исследование сигнализирует о наличии серьезных организационных проблем отечественной медицины. Полученные авторами результаты следует рассматривать не с позиции дозволенного ожидания, а как побуждение к переменам.

Комплексная патология, проявляющаяся неудовлетворительными результатами лабораторных и инструментальных методов исследования, с одной стороны, быстро развивающиеся технологии общей онкологии, нейрохирургии и ортопедии, с другой стороны, а также ограниченные исследования в области лечения больных с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника — все это исключает простые и универсальные решения. В этой ситуации созрела необходимость тесного сотрудничества травматологов-ортопедов, нейрохирургов, онкологов в мультидисциплинарных командах, продвижения исследовательских инициатив, а также оглашения собственных полученных результатов. Такое тесное взаимодействие определенно возможно сегодня. Даже несмотря на частое отсутствие онколога в стационарах скорой помощи, современные технологии телемедицины позволяют своевременно получать организационно-методическую и лечебную поддержку в принятии решения по конкретному пациенту.

Пути решения проблемы

Лучшей проверкой качества системы здравоохранения является критерий: помогает ли она тем людям, которым она намеревается помочь, или нет. Компонентами такой системы являются фундаментальная структура (как организована помощь?), сам процесс (что на самом деле делается?) и результат (какой будет исход?).

Программы специализированной медицинской помощи в настоящее время наиболее сконцентрированы в медицинских центрах с существующим представительством узких специальностей. В зависимости от популяции пациентов это могут быть онкология; нейрохирургия; радиология; травматология и ортопедия; общая, сосудистая, пластическая хирургия; весь спектр терапевтических специальностей и медицинская реабилитация. В более крупных центрах может оказаться полезным наличие нескольких независимых мультидисциплинарных команд.

Улучшение процессов в системе оказания медицинской помощи часто обеспечивает положительную отдачу. Важны механизмы взаимодействия

между клиницистами, лучевыми диагностами и патоморфологами. Снижение сроков морфологической верификации является приоритетной задачей. При отлаженных процессах и соответствующем оборудовании точный диагноз может быть получен в срок до 72 ч. [11].

Немаловажным аспектом является преимущество в оказании помощи пациентам после перенесенных неврологических расстройств и при незавершенном радикальном лечении. Выполненная в неотложном порядке операция по декомпрессии спинного мозга является лишь этапом комплексного лечения пациента. Такие пациенты не должны выписываться с рекомендацией «под наблюдение онколога (травматолога, нейрохирурга) по месту жительства», т.е. в никуда. Им должна быть организована точная маршрутизация в зависимости от диагноза и ближайшего исхода лечения. И дальнейшие этапы лучевой и лекарственной терапии должны укладываться в рамки возможностей реабилитации больного.

Хотя улучшение результатов лечения пациентов является конечной целью всех наших усилий, часто это — самый сложный показатель для измерения. Индивидуальные факторы пациентов и персонализированный подход сильно искажают традиционные критерии оценки результатов в небольших выборках. Следует оценивать такие исходы, как частота хирургических осложнений и показатели качества жизни пациентов после различных вмешательств. По возможности эти данные следует объединять, чтобы внедрять принцип принятия решений, основанный на фактических данных, а не на личных убеждениях и предпочтениях.

По понятным причинам требуется время для достижения даже части предложенного. Но такие усилия в конечном итоге улучшат как непосредственные результаты лечения у наших пациентов, так и дадут более точное понимание дальнейшего пути развития медицины в данной области.

Литература [References]

1. El Teclé N.E., Dahdaleh N.S., Hitchon P.W. Timing of Surgery in Spinal Cord Injury. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(16):E995-E1004. doi: 10.1097/BRS.0000000000001517.
2. Prieto L., Sacristán J.A. Problems and solutions in calculating quality-adjusted life years (QALYs). *Health Qual Life Outcomes*. 2003;1:80. doi: 10.1186/1477-7525-1-80.
3. Barzilai O., Laufer I., Yamada Y., Higginson D.S., Schmitt A.M., Lis E. et al. Integrating Evidence-Based Medicine for Treatment of Spinal Metastases Into a Decision Framework: Neurologic, Oncologic, Mechanical Stability, and Systemic Disease. *J Clin Oncol*. 2017;35(21):2419-2427. doi: 10.1200/JCO.2017.72.7362.
4. Spratt D.E., Beeler W.H., de Moraes F.Y., Rhines L.D., Gemmete J.J., Chaudhary N. et al. An integrated

- multidisciplinary algorithm for the management of spinal metastases: an International Spine Oncology Consortium report. *Lancet Oncol.* 2017;18(12):e720-e730. doi: 10.1016/S1470-2045(17)30612-5.
5. Charest-Morin R., Fisher C.G., Sahgal A., Boriani S., Gokaslan Z.L., Lazary A. et al. Primary Bone Tumor of the Spine-An Evolving Field: What a General Spine Surgeon Should Know. *Global Spine J.* 2019;9(1 Suppl):108S-116S. doi: 10.1177/2192568219828727.
 6. Pola E., Autore G., Formica V.M., Pambianco V., Colangelo D., Cauda R. et al. New classification for the treatment of pyogenic spondylodiscitis: validation study on a population of 250 patients with a follow-up of 2 years. *Eur Spine J.* 2017;26(Suppl 4):479-488. doi: 10.1007/s00586-017-5043-5.
 7. Rajasekaran S., Kanna R.M., Schnake K.J., Vaccaro A.R., Schroeder G.D., Sadiqi S. et al. Osteoporotic Thoracolumbar Fractures-How Are They Different?-Classification and Treatment Algorithm. *J Orthop Trauma.* 2017;31 Suppl 4:S49-S56. doi: 10.1097/BOT.0000000000000949.
 8. van Tol F.R., Versteeg A.L., Verkooijen H.M., Öner F.C., Verlaan J.J. Time to Surgical Treatment for Metastatic Spinal Disease: Identification of Delay Intervals. *Global Spine J.* 2021;2192568221994787. doi: 10.1177/2192568221994787.
 9. Масевнин С.В., Пташников Д.А., Левченко Е.В., Заборовский Н.С., Купарадзе И. Соматическая патология как фактор риска задержки оперативного лечения у пациентов с метастатическим поражением позвоночника. *Вопросы онкологии.* 2021;67(3):416-420. doi: 10.37469/0507-3758-2021-67-3-416-420.
 10. Машкин М.А., Дулаев А.К., Аликов З.Ю., Машкин А.Ю. Влияние догоспитальной паузы на исходы неотложных декомпрессионно-стабилизирующих операций у больных с опухолевым и инфекционным поражением позвоночника. *Травматология и ортопедия России.* 2021;27(4):53-64. (Принята в печать). doi: 10.21823/2311-2905-1698.
 11. Bollen L., Dijkstra S.P.D., Bartels R.H.M.A., de Graeff A., Poelma D.L.H., Brouwer T. et al. Clinical management of spinal metastases-The Dutch national guideline. *Eur J Cancer.* 2018;104:81-90. doi: 10.1016/j.ejca.2018.08.028.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Пташников Дмитрий Александрович — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением патологии позвоночника и костной онкологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: drptashnikov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5765-3158>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR'S INFORMATION:

Dmitry A. Ptashnikov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation
e-mail: drptashnikov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5765-3158>

自体骨髓浓缩物和富血小板血浆治疗膝骨性关节炎的研究

Dmitriy A. Malanin¹, Vladimir D. Sikilinda², Andrei I. Gorbatenko², Maksim V. Demeshchenko¹, Il'ya A. Suchilin¹, Vladimir V. Kondrashenko¹, Nataliya O. Kostyanaya³

¹ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

³ Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

本研究的目的是比较骨髓内自体骨髓浓缩物 (BMC) 和富血小板血浆 (PRP) 治疗II-III期膝关节炎的疗效。

材料与方法: 一项多中心随机试验纳入40例膝关节按Kellgren-Lawrence (K-L) 分级为II-III期的骨关节炎患者 (27人为女性, 13人为男性, 平均年龄为 67 ± 7.8 岁, 体重指数为 32.7 ± 4.8 , 病程为 17.3 ± 3.7 个月)。主要组 (BMC组) ($n=19$) 患者行一次骨髓浓缩物骨内注射, 而对照组 (PRP组) ($n=21$) 患者行富血小板血浆注射。结果分别于1、3、6、12个月后采用患者语言满意度评估量表 (SVSA)、VAS、Lequesne和WOMAC量表进行评估。

结果: 根据语言满意度评估量表对各组结果进行比较发现, 在早期 (3个月和6个月), 患者更倾向于骨髓浓缩物治疗 (65%和55%的积极性反馈), 而不是富血小板血浆治疗 (55%和45%的积极性反馈), 在12个月后, 两者的差异并不明显。两组患者的VAS指标分析显示骨髓浓缩物给药后疼痛综合征严重程度下降更为明显。通过对Lequesne量表各项指标的分析, 整个观察期均支持骨髓浓缩物, 观察前3个月差异最为显著。两组患者的WOMAC指数比值在所有随访期间均存在统计学差异, 结果表明, 与富血小板血浆相比, 加入骨髓浓缩物后各项指标的升高幅度较小。

结论: 在所有随访期间, 单次骨内注射骨髓浓缩物比类似的富血小板血浆在疼痛、膝关节功能和身体活动方面具有优势。两种治疗方法都同样安全。

关键词: 骨髓浓缩物; 富血小板血浆; 膝关节骨性关节炎

引用本文: Malanin D.A., Sikilinda V.D., Gorbatenko A.I., Demeshchenko M.V., Suchilin I.A., Kondrashenko V.V., Kostyanaya N.O. [自体骨髓浓缩物和富血小板血浆治疗膝骨性关节炎的研究]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):69-81. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1669>.

✉ Maksim V. Demeshchenko; e-mail: maximus275@yandex.ru

收到: 21.06.2021. 接受: 10.11.2021. 出版时间: 17.12.2021.

© Malanin D.A., Sikilinda V.D., Gorbatenko A.I., Demeshchenko M.V., Suchilin I.A., Kondrashenko V.V., Kostyanaya N.O., 2021

Intraosseous Injection of Autologous Bone Marrow Aspirate Concentrate and Platelet-Rich Plasma for Treatment of Knee Osteoarthritis

Dmitriy A. Malanin¹, Vladimir D. Sikilinda², Andrei I. Gorbatenko², Maksim V. Demeshchenko¹, Il'ya A. Suchilin¹, Vladimir V. Kondrashenko¹, Nataliya O. Kostyanaya³

¹ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

³ Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract

The aim of the study was to determine the effectiveness of autologous bone marrow aspirate concentrate (BMAC) and platelet-rich plasma (PRP) intraosseous injection in the treatment of patients with knee OA stages II-III. **Materials and Methods.** The multicenter randomized study involved 40 patients (27 women, 13 men, average age 67.0±7.8 years, BMI 32.7±4.8, duration of disease 17.3±3.7 months) with knee OA of stages II-III according to the Kellgren-Lawrence (K-L) classification. Patients of the main (BMAC group) group (n = 19) underwent a single intraosseous injection of BMAC, in the comparison group (n = 21) – a PRP injection (PRP group). The results were evaluated after 1, 3, 6, 12 months with the verbal rating scale (VRS), VAS, Leken and WOMAC scales. **Results.** Comparison of the results in the groups on the VRS showed that at an earlier time (3 and 6 months), the preferences of patients were in favor of the treatment of BMAC (65% and 55% positive reviews) before PRP (55% and 45% positive reviews), whereas after 12 months the differences were insignificant. Analysis of VAS indicators in patients of both groups indicated a more pronounced decrease in the severity of pain syndrome after BMAC intraosseous injection. The analysis of the Leken scale indicators showed in favor of BMAC throughout the entire observation period, the differences were most pronounced in the first 3 months of observation. The ratio of the values of the WOMAC index in both patients groups indicated statistically significant differences that persisted in all periods of follow-up, the increase in indicators occurred to a lesser extent after the introduction of BMAC compared with PRP. **Conclusion.** A single intraosseous BMAC injection has an advantage over a similar PRP injection in terms of pain, knee function and physical activity of patients at all follow-up periods. Both methods of treatment are equally safe.

Keywords: bone marrow aspirate concentrate, platelet-rich plasma, knee osteoarthritis.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Cite as: Malanin D.A., Sikilinda V.D., Gorbatenko A.I., Demeshchenko M.V., Suchilin I.A., Kondrashenko V.V., Kostyanaya N.O. [Intraosseous Injection of Autologous Bone Marrow Aspirate Concentrate and Platelet-Rich Plasma for Treatment of Knee Osteoarthritis]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):69-81. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1669>.

✉ Maksim V. Demeshchenko; e-mail: maximus275@yandex.ru

Submitted: 21.06.2021. Accepted: 10.11.2021. Published: 17.12.2021.



Научная статья
 УДК 616.728.3-007.248-08
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1669>

Внутрикостное введение аутологичных концентрата костного мозга и обогащенной тромбоцитами плазмы при лечении остеоартрита коленного сустава

Д.А. Маланин¹, В.Д. Сикилинда², А.И. Горбатенко², М.В. Демещенко¹,
 И.А. Сучилин¹, В.В. Кондрашенко¹, Н.О. Костяная³

¹ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
 г. Волгоград, Россия

² ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
 г. Ростов-на-Дону, Россия

³ ФГАУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

Реферат

Целью исследования являлось сравнение эффективности вводимых внутрикостно аутологичных концентрата костного мозга (ККМ) и обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП) при лечении пациентов с ОА коленного сустава II–III стадий. **Материал и методы.** В многоцентровом рандомизированном исследовании приняли участие 40 пациентов (27 женщин, 13 мужчин, средний возраст $67 \pm 7,8$ лет, индекс массы тела $32,7 \pm 4,8$, продолжительность заболевания $17,3 \pm 3,7$ мес.) с ОА коленного сустава II–III стадий по классификации Kellgren–Lawrence (K-L). Пациентам основной группы (группа ККМ) ($n = 19$) выполняли однократную внутрикостную инъекцию ККМ, в группе сравнения (группа ОТП) ($n = 21$) — инъекцию ОТП. Результаты оценивали через 1, 3, 6, 12 мес. с использованием шкалы вербальной оценки удовлетворенности пациентов (ШВОУ), ВАШ, шкал Лекена и WOMAC. **Результаты.** Сравнение результатов в группах по ШВОУ показало, что в более ранние сроки (3 и 6 мес.) предпочтения пациентов оказывались в пользу лечения ККМ (65% и 55% положительных отзывов) перед ОТП (55% и 45% положительных отзывов), тогда как через 12 мес. различия были незначительными. Анализ показателей ВАШ у пациентов обеих групп указал на более выраженное снижение выраженности болевого синдрома после внутрикостного введения ККМ. Анализ показателей шкалы Лекена свидетельствовал в пользу ККМ на протяжении всего периода наблюдения, различия были наиболее выраженными в первые 3 мес. наблюдения. Соотношение значений индекса WOMAC в обеих группах пациентов свидетельствовало о статистически значимых различиях, сохраняющихся во всех сроках наблюдения, увеличение показателей происходило в меньшей степени после введения ККМ по сравнению с ОТП. **Заключение.** Однократное внутрикостное введение ККМ имеет преимущество перед аналогичным введением ОТП по показателям боли, функции коленного сустава и физической активности пациентов на всех сроках наблюдения. Оба метода лечения являются в равной мере безопасными.

Ключевые слова: концентрат костного мозга, обогащенная тромбоцитами плазма, остеоартрит коленного сустава.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Маланин Д.А., Сикилинда В.Д., Горбатенко А.И., Демещенко М.В., Сучилин И.А., Кондрашенко В.В., Костяная Н.О. Внутрикостное введение аутологичных концентрата костного мозга и обогащенной тромбоцитами плазмы при лечении остеоартрита коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):69-81. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1669>.

Демещенко Максим Васильевич; e-mail: maximus275@yandex.ru

Рукопись получена: 21.06.2021. Рукопись одобрена: 10.11.2021. Статья опубликована: 17.12.2021.

© Маланин Д.А., Сикилинда В.Д., Горбатенко А.И., Демещенко М.В., Сучилин И.А., Кондрашенко В.В., Костяная Н.О., 2021

绪论

在现代医学中, 关节承重骨骺部分的慢性创伤影响下软骨下骨的病理变化发展的理论仍然是相关的。这一过程因骨内代谢紊乱而加剧, 并伴随着多发性微骨折的发生, 随之而来的是松质骨和骨髓的局部缺血, 对生物活性物质和关节软骨与软骨下骨分界区代谢物的渗透性有限[1, 2, 3, 4]。其病理重塑伴随着特征性MRI症状的出现, 即所谓的骨髓水肿区—细胞因子和血管生成因子表达增加的骨代谢活跃区, 是疾病快速进展的特异预测因子[4, 5, 6]。软骨下骨的这些变化的自然发展导致骨髓纤维组织的局部替换, 囊肿的形成, 位于骨髓水肿区上方的关节软骨的丢失[7, 8, 9]。

使用自体富血小板血浆 (PRP) 和骨髓浓缩物 (BMC) 的实验研究中所注意到的生物学效应被证明是非常有吸引力的临床目的。刺激新生血管生成、代谢、软骨下骨和关节软骨再生、抗炎和抗凋亡的作用与骨关节炎的发病机制一致[8, 10, 11]。

迄今为止, 关于富血小板血浆治疗骨关节炎的有效性所积累的知识是不够的。然而, 我们可以通过某些体位更明确地判断, 如膝关节骨关节炎的治疗[8, 12, 13, 14]。从不同解剖部门获得并通过离心浓缩的骨髓抽吸液的治疗潜力通常仍然很模糊, 更不用说在比较方面进行了研究。

本研究的目的是比较骨髓内自体骨髓浓缩物 (BMC) 和富血小板血浆 (PRP) 治疗II-III期膝关节炎骨性关节炎的疗效。

材料与amp;方法

研究设计

2016年至2021年进行的一项多中心随机试验涉及40名膝关节骨关节炎患者: 27名女性, 13名男性, 平均年龄为 67.0 ± 7.8 岁, 身体质量指数为 32.7 ± 4.8 , 病程为 17.3 ± 3.7 个月。根据主诉、病历和放射检查方法 (X线摄影、MRI) 的数据, 确定单侧 (n=24) 和双侧 (n=16) 膝关节病变, 主要定位在内部分裂区 (膝关节内翻)。

纳入研究的标准:

— 原发性Kellgren-Lawrence (K-L) II-III期膝关节骨性关节炎;

— 在股骨或胫骨内髁的区域出现骨髓的超负荷水肿;

— 疼痛综合征在VAS量表上至少达到6级;

— 既往保守治疗效果不佳。

排除标准:

— 45岁以下的病人;

— 血液病、乙型和丙型病毒性肝炎、HIV感染、合并慢性内脏疾病的失代偿期和肿瘤疾病患者;

— 膝关节部位的一个炎症过程;

— 早于检查前6周口服皮质类固醇或免疫抑制药物;

— 在检查前6个月之前做过关节镜检查;

— 在初次筛查前90天以前使用富含血小板血浆或透明质酸。

两个临床组的患者都符合纳入标准。他们在代表性、基本的临床和形态学参数 (包括病程和表现) 方面具有可比性, 仅在骨关节炎的治疗方面存在差异 (表 1)。

表 1

纳入研究的患者的特征

变数	BMC组	PRP组
性别		
男性	6	7
女性	13	14
年龄, 岁	67.0 ± 8.1	67.0 ± 6.8
BMI	32.7 ± 3.9	32.7 ± 4.4
单侧骨关节炎/双侧骨关节炎	12/7	12/9
病程, 月	17.0 ± 2.5	17.0 ± 4.2
Kellgren-Lawrence分级		
II	8	10
III	11	11

主要组(BMC组)(n=19)在骨髓水肿区单次骨内注射骨髓浓缩物,对照组(n=21)采用类似方法,但使用富血小板血浆(PRP组)。通过MRI资料初步确定骨髓超负荷水肿区域及其定位,将其转置至手法时获得的透视图像。骨髓超载性水肿与无菌性坏死的区别在于骨髓信号的改变,其特征是T1加权图像上信号强度低,T2加权图像和短模式上信号强度高。相反,无菌性坏死的特征性征象是在T1和T2加权像上沿梗死灶周围呈一条低强度的信号线,并沿梗死表面呈一条明亮的内线。无菌性坏死病灶主要位于股骨和(或)胫骨踝后部软骨下区(图 1,2)。

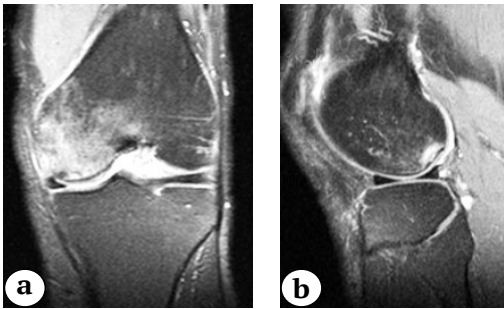


图 1 T1模式下股骨后踝无菌性坏死区MRI图像:
a—冠状面切片; b—矢状面切片

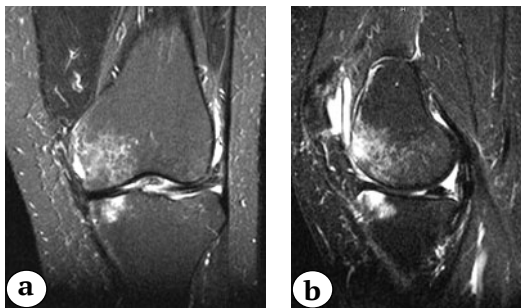


图 2 T1模式下股骨和胫骨踝过载水肿区:
a—冠状面切片; b—矢状面切片

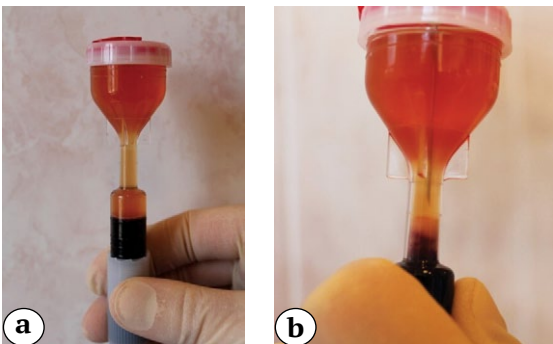


图 3 PRP制备:
a—第一次离心后的血细胞比容水平;
b—血小板采集

干预方法

富血小板血浆在换药室条件下制备和施用。富血小板血浆是使用YCELLBIO PRP特殊容器(韩国)获得的。从病人的尺侧静脉抽出13毫升血液,并与2毫升柠檬酸葡萄糖溶液混合在一个容器中。容器被放置在带有适当配重的RotoFix 32离心机(Hettich, 德国)中。

在3200转/分的条件下第一次离心,持续4分钟。然后用一个旋转盖将容器上的血细胞比容值设置在容器颈部以下(图 3a)。在3400转/分下第二次离心4分钟,得到3毫升富含血小板的血浆。使用注射器将血小板层从容器中提取出来(图 3b)。

富血小板血浆中的血小板浓度是用Erba Elite 3血液分析仪(捷克)计算的,富血小板血浆是根据2020年通过的国际共识分类PRP(platelet-rich plasma—富血小板血浆)进行编码[15]。

骨髓浓缩物是在手术室或换药室里,在无菌和消毒的条件下进行采集和获取的。在仰卧位,用5.0毫升的2%利多卡因溶液对胫骨近端骨髓的内侧进行局部麻醉,直到针头与骨面接触。然后将抽吸套管(11G)插入胫骨的皮质板,直到感觉到一个间隙(30—35毫米)。拔出测针后,用注射器抽取了30毫升的骨髓。为了提高抽吸物中的细胞浓度,在抽吸过程中绕轴旋转套管并改变其深度。这样得到的骨髓与5毫升肝素溶液混合,放在两个容器中。

将富含间质的部分在2400转/分下离心20分钟,从其他骨髓成分中分离出来。从离心机中取出容器后,按照富血小板血浆的技术所述,将上述1.5毫升的骨髓浓缩液层用无菌针头在每个容器的峡部取到注射器中(图 3 b)。

用CD34、CD14、CD73、CD105、CD90抗体流式细胞荧光法测定骨髓浓缩物中单个核细胞的数量[4,10,11]。

在手术室荧光镜的控制下,使用注射针(18 G)将骨髓浓缩物或富血小板血浆注射到胫骨或股骨骨髓踝的超负荷水肿区。在用5.0毫升的2%利多卡因溶液对皮肤和软组织进行局部麻醉后,采用扭转运动技术将后者插入松质骨,达到所需的深度。

在引入骨髓浓缩物或骨髓浓缩物之前，将1.0毫升指定的麻醉液缓慢注入骨中（图4）。



图4 在荧光镜控制下，将骨髓浓缩物引入股骨内髌骨髓超负荷水肿的区域

骨髓浓缩物和富血小板血浆的骨内注射总数为40次，其中股骨髌上23次，胫骨髌上17次。

在用富血小板血浆的血浆或骨髓浓缩物进行操作后，所有患者都被建议冷敷2—3天，用手杖行走5—7天，严重疼痛时服用止痛药1—2天。

结果评估

使用VAS、Lequesne和WOMAC量表对注射后1、3、6和12个月后的结果进行评估。患者对治疗结果的满意度采用语言满意度评估量表（SVSA）进行评估，根据该量表，评分范围为0至3：0—不满意（无改善），1—满意（关节活动较好，疼痛较轻，但功能仍有限，影响生活质量和体育活动），2—良好（日常生活无限制，剧烈活动和体育活动引起疼痛或不适），3—优秀（完全恢复，体育活动和体育活动可以进行，无明显限制）[16]。根据注射后3个月、6个月和12个月的MRI数据，评估了受治疗影响的患者膝关节病理过程动态的客观数据。

统计分析

对研究结果的统计处理采用了数理统计方法。使用Excel 2016、Office XP (Microsoft Corp., 美国)和Statistica 10.0 (Statsoft, 美国)处理数据。

正态分布下的参数分析采用学生t检验，评估M1和M2的算术平均值相对于 σ_2 的方差的差异程度。在 $p=0.05$ 的显著性水平下，将得到的数值与学生t检验的表格数值进行比较。只要获得的学生t检验值大于临界表值，就认为比较的数值之间的差异具有统计学意义。

非参数定量特征采用弗里德曼标准进行分析，该标准是基于对每个样本对象重复测量的排序。 χ^2_r 标准的经验值与所选择的统计学显著

性水平的临界值($p=0.05$)进行比较，以确定匹配样本的数量。如果相应的数值超过了临界值（对于所选择的显著性水平和相应的自由度），则拒绝无效假设。

结果

富血小板血浆中血小板浓度中位数为 $962 \pm 40 \times 10^9/L$ ，属于该矫形生物产品的推荐指标范围[8,13,14]。白细胞数为 $9.7 \pm 1.4 \times 10^9/L$ ，可以认为本研究使用的富血小板血浆白细胞含量较低。血浆中也含有微量红细胞($<1 \times 10^6/\mu l$)，不受外界激活，也不添加 $CaCl_2$ 。根据国际协调分类（2020年），所得富血小板血浆编码为N3N4-NON2-NONO[8]。取样后对骨髓抽吸液细胞组成的测定表明，单个核细胞数量达到 $17.4 \pm 9.6 \times 10^6/ml$ 。离心后，其浓度增加到 $98.5 \pm 7.2 \times 10^6/ml$ ，与其他多项研究的结果接近[17,18,19]。

所有患者在骨内注射后1、3、6和12个月的治疗结果评估后达到研究的最终和中间点。BMC组和PRP组在对照期的结果评价见表2和表3。

根据语言满意度评估量表对各组结果进行比较发现，在早期（3个月和6个月），患者更倾向于骨髓浓缩物治疗（65%和55%的积极性反馈），而不是富血小板血浆治疗（55%和45%的积极性反馈），在12个月后，两者的差异并不明显。

对两组患者在所有对照组随访期间的VAS评价分析显示，尽管本研究的治疗方法具有明显的镇痛效果，但与富血小板血浆相比，骨内注射骨髓浓缩物后疼痛的严重程度下降得更多。然而，12个月后，差异无统计学意义。

Lequesne量表的平均值相对于基线水平的动态识别显示，在使用两种治疗方法后，骨关节炎的严重程度指数有统计学意义的下降。然而，在整个随访期间，研究组患者之间的比较有利于骨髓浓缩物，差异在随访的前3个月最为明显。

两组患者的WOMAC指数值与该指标基线水平之比具有统计学意义，且在随访的所有对照期均存在差异。尽管两组患者的WOMAC指数总体呈负动态变化，特别是在后期随访期间，但与富血小板血浆相比，注射骨髓浓缩物后指标的增加程度较低。

根据MRI，注射骨髓浓缩物或富血小板血浆后，疼痛综合征减少的客观方面是以前检测到的骨髓水肿区域的大小和信号强度消失或明显降低（图5）[4]。

表 2

BMC患者治疗结果

量表	观察时间					统计学意义
	治疗前	1个月	3个月	6个月	12个月	
SVSA —优 —良 —满意 —不满意		4 11 4 0	1 11 6 1	0 10 7 2	0 6 8 5	
VAS	5.9±0.7	2.3±0.6	2.5±0.4	2.7±0.4	3.9±0.3	$\chi^2_r = 36.04; p<0.01$
Lequesne量表	10.3±0.4	4.1±0.2	5.0±0.6	5.4±0.3	5.8±0.7	$\chi^2_r = 37.18; p<0.01$
WOMAC	59.3±0.8	21.5±0.4	25.8±0.3	33.4±0.7	40.6±0.3	$\chi^2_r = 76; p<0.01$

表 3

PRP患者治疗结果

量表	观察时间					统计学意义
	治疗前	1个月	3个月	6个月	12个月	
SVSA —优 —良 —满意 —不满意		1 13 6 1	1 11 8 1	0 8 11 3	0 5 10 6	
VAS	5.9±0.7	2.3±0.6	2.5±0.4	2.7±0.4	3.9±0.3	$\chi^2_r = 33.81; p<0.01$
Lequesne量表	10.3±0.4	4.1±0.2	5.0±0.6	5.4±0.3	5.8±0.7	$\chi^2_r = 39.7; p<0.01$
WOMAC	59.3±0.8	21.5±0.4	25.8±0.3	33.4±0.7	40.6±0.3	$\chi^2_r = 80.95; p<0.01$

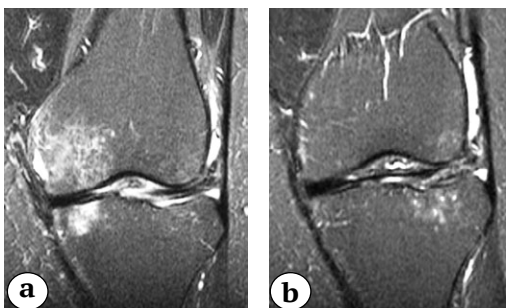


图 5 注射骨髓浓缩物后, 股骨和胫骨髌部的信号强度和骨髓水肿的大小减少:
a—注射前; b—3个月后

在骨髓浓缩物或富血小板血浆的骨内注射后, 主要组的5名(26.3%)和对比组的4名(19.04%)患者出现了膝关节疼痛和肿胀加剧的不良事件(其发生的可能性已提前讨论)。这些现象在6—7天后逐渐消失。骨髓浓缩物组的7名(36.8%)患者和富血小板血浆组的5名(23.8%)患者需要服用数天的镇痛药。

讨论

骨关节炎发病机制研究中获得的新数据, 从循证医学的角度对研究结果进行现代设计和分析, 可以扩大临床建议。在2020年的EULAR大会上宣布了关于使用骨科生物技术的专家意见, 关节内注射富血小板血浆被列为膝关节

骨性关节炎的有效治疗方法,作为二线疗法[1,8,12,13,20,21]。

目前,富血小板血浆的生物效应与刺激细胞代谢和通过影响慢性炎症和退行性过程来模拟关节滑膜环境的稳态的可能性有关[8,22,23]。血小板 α -颗粒中含有的生长因子如PDGF、TGF、PDEGF、VEGF、IGF-1、FGF等被认为是调节组织中生物过程的主要工具[8,12,13,14,24]。

富血小板血浆的抗炎特性是通过各种生物机制实现的,但主要是由于生长因子通过与细胞跨膜受体的相互作用和启动细胞内信号对炎症过程的所有三个阶段的调节作用[1,3,8,14,21]。

为了实现抗炎作用和修复潜力,富血小板血浆中的血小板浓度应比正常外周血中的血小板含量高4—5倍(高达 $1000 \times 10^3 \mu/L$),尽管今天是不可能肯定地说[17,18,25,26]。大量随机对照试验表明,富血小板血浆中血小板浓度与所取得的结果无相关性[8,23,27]。

富血小板血浆中包含的白细胞对关节炎过程的建模有重要影响。白细胞含量高时,由于促炎介质数量的急剧增加,分解代谢过程开始压倒合成代谢过程,在临床水平上表现为一种不良现象—疼痛综合征和滑膜炎的增加[3,8,23]。很难想象富血小板血浆根本不含白细胞。白细胞对大多数细菌的抗菌作用及其强大的抗炎潜能确保了关节内或骨内给药富血小板血浆的安全性[8,27]。最后,获得具有一定数量白细胞的富血小板血浆的问题还没有找到一个可接受的技术解决方案,因为已知的困难是将一层白细胞从血小板中分离出来而不造成后者的显著损失[13,14,27]。

在我们的研究中,血浆中血小板和白细胞的浓度分别为 $962 \pm 40 \times 10^9/L$ 和 $9.7 \pm 1.4 \times 10^9/L$,没有超过上述有争议的阈值。在内源性胶原蛋白的影响下,富血小板血浆没有外源性激活,也没有释放生长因子,这也降低了炎症和疼痛增加的风险,在现有炎症背景下将血浆注射到骨髓水肿区域时,这一点尤其重要。

实验和临床研究表明,骨内注射富血小板血浆生长因子后的效果不仅体现在软骨下骨上,也体现在上覆的透明软骨上,而透明软骨通常在骨髓肿胀区上方的损伤最大[3,8,14,23]。

Y. Kobayashi等人在他的研究中证明,富血小板血浆能够增强软骨下骨中祖细胞的迁移和刺激软骨分化[1]。它们在滑液中的水平升高,表明骨关节炎的病程更严重,在骨内注射富血小板血浆后,会降低到接近正常水平[17,26]。

富血小板血浆还可降低TGF- β 的过表达,抑制软骨下骨阳性间充质间质细胞信号的传递,从而减弱关节软骨的退变过程[27]。

主要组用于患者的自体骨髓浓缩液属于富血小板血浆之后的一代正生物产品,被认为在骨关节炎的病因治疗方面非常有前景[28,29,30,31]。与富血小板血浆相比,含有骨髓浓缩物的间充质干细胞(MSCs)在细胞和分子水平上有更大的暴露可能性,尽管它们的数量占细胞总数的0.01%,在离心后仅增加到0.1%[10]。与富血小板血浆作用与血小板浓度相关的二元论相反,骨髓浓缩物中MSCs含量的增加导致治疗效果的增加。这需要增加MSCs浓度超过0.01%,在我们的研究中通过获得骨髓浓缩液实现了这一点[2,10,11]。

由于其调节功能,MSCs能够刺激周围细胞向成骨、软骨或脂肪方向分化和增殖[7,11,17,30]。MSCs的旁分泌作用是通过分泌大量对干细胞有激活作用、抗凋亡作用、血管生成作用、免疫调节作用、抗菌作用的生长因子、细胞因子、趋化因子来实现的[32]。MSCs还能增强合成细胞活性和基质重塑[17,19,31]。骨髓浓缩物还包括其他骨髓细胞,包括血小板,其数量在离心后增加了几倍,就像富含血小板的血浆,这提供了一种协同效应,并使骨髓浓缩物具有血浆的额外生物特性[9,17,30]。

在大多数情况下,寻求关于富血小板血浆或骨髓浓缩物骨内注射在膝关节炎中的有效性问题的答案的现代文献资源,结果只限于对临床病例的描述。在他们的系统综述中,B. Di Matteo等人只能包括5篇关于骨内富血小板血浆和骨髓浓缩物的文献。这些文献符合几个简单的标准,其中包括至少5名患者的样本,随访时间至少6个月[22]。由于治疗方案和对治疗结果的评价不同,大多数研究对该问题的结果持谨慎态度,甚至存在的偏倚[27]。然而,在这个阶段的一些比较研究当然值得注意。

M. Sanchez等人在2016年首次提出富血小板血浆的骨髓内注射与关节内血浆注射同时治疗膝关节骨性关节炎。稍后,作者发表了两组60名III-IV期OA(K-L)患者的比较研究数据,其中白细胞含量高的富血小板血浆在关节内或与骨内注射血浆结合使用。在早期随访无差异的情况下,对6个月和12个月后的治疗结果进行评价,发现富血小板血浆联合方法具有持续的统计学显著优势[3]。

K. Su等人也报道了65名II-III期(K-L)骨关节炎患者,在18个月的随访中,与单纯关节内

注射血浆或透明质酸相比,关节内注射富血小板血浆后,膝关节功能和疼痛强度恢复率更高[23]。N. Fiz等人的初步研究中,40%的患者在II期和III期疾病的髌关节区联合注射富血小板血浆后获得了类似的结果[14]。

所获得的结果不能完全外推到使用骨髓浓缩液治疗膝关节骨关节炎软骨下骨损伤,但一些临床效果是可以预期的。在P. Hernigou等人的研究中,将含有6500/ml间充质干细胞的20ml骨髓浓缩液注入30名年轻的晚期膝关节骨性关节炎患者的股骨和胫骨,8—16年后在HSS上的表现与对侧关节的全关节置换术后相当或略好。术后2—5年注射骨髓浓缩液后,关节软骨厚度增加4.2—23.5%,骨性关节炎病灶缩小40%[30]。

几年后,在一项更具代表性的类似设计的随机研究中,包括140名年龄在65至90岁之间、以III-IV期膝关节炎为主的患者(K-L),P. Hernigou等人报告说,在注射骨髓浓缩物10年后进行的关节置换术中,平均有18%的比例,每随访一年就有1.19%的比例,接近于对侧内固定关节的翻修手术风险。髌骨翅20 cm³的骨髓浓缩物平均注射到股骨和胫骨内髌软骨下骨,MSCs平均数量为7800/ml。根据作者的说法,骨髓浓缩物显著的镇痛作用,使其有可能在很长的一段时间内避免内镜修复术,并减少与此手术相关的并发症风险[7,8,11]。

在另一项前瞻性随机研究中,P. Hernigou等人对两种给药方式进行了比较,即给药40毫升平均含有5727/ml间充质干细胞的骨髓浓缩物(关节内和骨内)。在60名双侧I-IV期骨关节炎患者(K-L)中,在一个膝关节的股骨和胫骨中注射软骨下骨髓浓缩物,并在另一个关节中进行关节内注射,显示了第一种技术在操作2年后的临床效益。第一组和第二组患者的年度内修复术频率分别为1.3%和4.6%。MRI对软骨下骨损伤病灶动力学的客观评估也表明,骨髓浓缩物的骨内给药途径是有利的[7,11]。

V. Vad等人优先采用骨膜下和关节内骨髓抽吸联合注射的方法。他们对10名III-IV期膝关节骨性关节炎患者的治疗效果进行了前瞻性评估(K-L)。这种方法被称为PeCaBoo(percutaneous chondral bone interface optimization)。从胫骨近端骨髓获得骨髓抽吸液,然后在透视控制下将2毫升注射到股骨和胫骨髌的软骨下区域,再将2毫升注射到膝关节腔。在操作后的3、6、12个月或更长时间(平均14个月),作者发现根据NRS疼痛数字评价量,疼痛强度降低了3倍,根据WOMAC

量表,功能能力提高了23分,被迫服用非甾体抗炎药的患者数量减少了60%。对照组MRI示骨髓水肿减轻,关节软骨厚度增加14%[9]。

在一项多中心前瞻性队列研究中,E. Kon等人也回顾并证实了软骨下和关节内联合给药骨髓浓缩物的治疗潜力。在平均年龄为56.4岁的30名有症状的II-III期膝关节骨性关节炎(K-L)和MRI证实的一个或两个髌状突的软骨下的变化,大部分在关节的内侧区域,单次联合注射9毫升的骨髓浓缩液(每次注射3毫升)。分别于治疗1、3、6、12个月后进行疗效评价。VAS量表上的疼痛明显减少,IKDC和KOOS量表上的膝关节功能能力得到改善,这不仅发生在骨髓浓缩物注射后的早期阶段,还伴随着MRI扫描上骨髓肿胀面积的减少。这种积极的动力一直持续到观察的极 endpoint—12个月。同时,EQ-VAS生活质量量表对患者整体健康状况改善的感知无显著变化[2]。

研究的局限性

本研究的局限性包括患者数量少,没有安慰剂组,使用主要基于主观指标的评分量表来评价治疗结果。

结论

在早期和后期的随访中,单次骨髓浓缩物的骨内注射比类似的富血小板血浆注射在大多数参数方面都有优势:患者的疼痛、膝关节功能和身体活动。这两种治疗方法同样安全,但也不是没有不良的副作用,即在操作后的几天里,关节的疼痛和肿胀加剧。

伦理审查

该临床试验符合1975年《赫尔辛基宣言》的要求,并于2008年修订。从2016年起获得俄罗斯卫生部联邦国家预算内高等教育机构 Volgograd State Medical University地方伦理委员会的许可,进行《骨髓浓缩物在肌肉骨骼系统受伤和长期受伤患者中的应用》临床试验。

知情同意。

患者自愿书面知情同意参加研究并发表结果。

作者声明的贡献

Malanin D.A.一负责对研究设计的发展、重要知识内容的编辑、文章最终版本的出版审批做出重大贡献。

Sikilinda V.D.—编辑重要的知识内容, 批准文章的最终版本发表。

Gorbatenko A.I.—收集资料, 分析解释, 撰写文章正文, 编辑重要知识内容。

Demeshchenko M.V.—负责收集资料, 分析解释, 撰写文章正文, 编辑重要知识内容。

Suchilin I.A.—负责数据的收集、分析和解释。

Kondrashenko V.V.—负责数据的收集、分析和解释。

Kostyanaya N.O.—负责数据的收集、分析和解释。

所有作者都已阅读并批准了文章的最终稿。所有作者同意对工作的各个方面负责, 以确保适当考虑和解决与工作的任何部分的正确性和可靠性相关的所有可能的问题。

Литература [References]

1. Алексеева Л.И. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение. *Современная ревматология*. 2019;13(2):9-21. doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21.
Alekseeva L.I. [Osteoarthritis: epidemiology, classification, risk factors, and progression, clinical presentation, diagnosis, and treatment]. *Sovremennaya revmatologiya* [Modern Rheumatology Journal]. 2019;13(2):9-21. (In Russian). doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21.
2. Зайцева М.Ю., Нетылько Г.И., Каземерский А.В. Вопросы дифференциальной диагностики остеонекроза мышечков бедренной и большеберцовой костей аваскулярного и посттравматического генеза. *Травматология и ортопедия России*. 2005;4(37):53-56. Zaitseva M.Ju., Netylko G.I., Kazemirsky A.V. [Problems of differential diagnostics of avascular and posttraumatic necroses of femoral and tibial condyles]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2005;4(37):53-56. (In Russian).
3. Лычагин А.В., Гаркави А.В., Ислейих О.И., Катунян П.И., Бобров Д.С., Явлиева Р.Х. и др. Эффективность внутрикостного введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы в зону отека костного мозга при остеоартрозе коленного сустава. *Вестник РГМУ*. 2019;(4):50-56. doi: 10.24075/brsmu.2019.053.
Lychagin A.V., Garkavi A.V., Islaieh O.I., Katunyan P.I., Bobrov D.S., Yavlieva R.H. et al. [Effectiveness of intraosseous infiltration of autologous platelet-rich plasma in the area of the bone marrow edema in osteoarthritis of the knee joint]. *Vestnik RGMU* [Bulletin of RSMU]. 2019;(4):50-56. (In Russian). doi: 10.24075/brsmu.2019.053.
4. Маланин Д.А., Демещенко М.В., Черезов Л.Л., Грунин С.В. Эффективность применения плазмы обогащенной тромбоцитами при лечении пациентов с остеоартритом коленного сустава. *Практическая медицина*. 2020;18(4):29-35.

- Malanin D.A., Demeshchenko M.V., Cherezov L.L., Grunin S.V. [Efficacy of platelet-rich plasma for treating patients with knee osteoarthritis]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical Medicine]. 2020;18(4):29-35. (In Russian).
5. Маланин Д.А., Норкин А.И., Трегубов А.С., Демещенко М.В., Черезов Л.Л. Применение PRP-терапии при тендинопатиях вращательной манжеты и длинной головки двуглавой мышцы плеча. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):57-66. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-57-66.
Malanin D.A., Norkin A.I., Tregubov A.S., Demeshchenko M.V., Cherezov L.L. [PRP-Therapy for Tendinopathies of Rotator Cuff and Long Head of Biceps]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(3):57-66. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-57-66.
6. Некачалов В.В. *Патология костей и суставов*. СПб: Сотис; 2000. 285 с.
Nekachalov V.V. [Pathology of bones and joints]. SPb: Sotis; 2000. 285 p.
7. Andia I., Sánchez M., Maffulli N. Joint pathology and platelet-rich plasma therapies. *Expert Opin Biol Ther*. 2012;12(1):7-22. doi: 10.1517/14712598.2012.632765.
8. Chahla J., Alland J.A., Verma N.N. Bone Marrow Aspirate Concentrate for Orthopaedic Use. *Orthop Nurs*. 2018;37(6):379-381. doi: 10.1097/NOR.0000000000000502.
9. Choi B.H., Zhu S.J., Kim B.Y., Huh J.Y., Lee S.H., Jung J.H. Effect of platelet-rich plasma (PRP) concentration on the viability and proliferation of alveolar bone cells: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2005;34(4):420-424. doi: 10.1016/j.ijom.2004.10.018.
10. Eymard F., Ornetti P., Maillet J., Noel É., Adam P., Legré-Boyer V. et al. Intra-articular injections of platelet-rich plasma in symptomatic knee osteoarthritis: a consensus statement from French-speaking experts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29(10):3195-3210. doi: 10.1007/s00167-020-06102-5.
11. Fiz N., Delgado D., Garate A., Sánchez P., Oraa J., Bilbao A.M. et al. Intraosseous infiltrations of Platelet-Rich Plasma for severe hip osteoarthritis: A pilot study. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11(Suppl 4):S585-S590. doi: 10.1016/j.jcot.2019.12.012.
12. Foster T.E., Puskas B.L., Mandelbaum B.R., Gerhardt M.B., Rodeo S.A. Platelet-rich plasma: from basic science to clinical applications. *Am J Sports Med*. 2009;37(11):2259-2272. doi: 10.1177/0363546509349921.
13. Gianakos A.L., Sun L., Patel J.N., Adams D.M., Liporace F.A. Clinical application of concentrated bone marrow aspirate in orthopaedics: A systematic review. *World J Orthop*. 2017;8(6):491-506. doi: 10.5312/wjo.v8.i6.491.

14. Giovanini A.F., Gonzaga C.C., Zielak J.C., Deliberador T.M., Kuczera J., Göringher I. et al. Platelet-rich plasma (PRP) impairs the craniofacial bone repair associated with its elevated TGF- β levels and modulates the co-expression between collagen III and α -smooth muscle actin. *J Orthop Res.* 2011;29(3):457-463. doi: 10.1002/jor.21263.
15. Hernigou P., Auregan J.C., Dubory A., Flouzat-Lachaniette C.H., Chevallier N., Rouard H. Subchondral stem cell therapy versus contralateral total knee arthroplasty for osteoarthritis following secondary osteonecrosis of the knee. *Int Orthop.* 2018;42(11):2563-2571. doi: 10.1007/s00264-018-3916-9.
16. Hernigou P., Bouthors C., Bastard C., Flouzat Lachaniette C.H., Rouard H., Dubory A. Subchondral bone or intra-articular injection of bone marrow concentrate mesenchymal stem cells in bilateral knee osteoarthritis: what better postpone knee arthroplasty at fifteen years? A randomized study. *Int Orthop.* 2021;45(2):391-399. doi: 10.1007/s00264-020-04687-7.
17. Hernigou P., Delambre J., Quiennec S., Poignard A. Human bone marrow mesenchymal stem cell injection in subchondral lesions of knee osteoarthritis: a prospective randomized study versus contralateral arthroplasty at a mean fifteen year follow-up. *Int Orthop.* 2021;45(2):365-373. doi: 10.1007/s00264-020-04571-4.
18. Holton J., Imam M., Ward J., Snow M. The Basic Science of Bone Marrow Aspirate Concentrate in Chondral Injuries. *Orthop Rev (Pavia).* 2016;8(3):6659. doi: 10.4081/or.2016.6659.
19. Imam M.A., Mahmoud S.S.S., Holton J., Abouelmaati D., Elsherbini Y., Snow M. A systematic review of the concept and clinical applications of Bone Marrow Aspirate Concentrate in Orthopaedics. *SICOT J.* 2017;3:17. doi: 10.1051/sicotj/2017007.
20. Jiang J., Chen J. Diagnostic issue on spontaneous osteonecrosis of medial tibial plateau. *Chin Med J.* 2019;132(6):755-756. doi: 10.1097/CM9.000000000000119.
21. Kobayashi Y., Saita Y., Nishio H., Ikeda H., Takazawa Y., Nagao M. et al. Leukocyte concentration and composition in platelet-rich plasma (PRP) influences the growth factor and protease concentrations. *J Orthop Sci.* 2016;21(5):683-689. doi: 10.1016/j.jos.2016.07.009.
22. Kon E., Boffa A., Andriolo L., Di Martino A., Di Matteo B., Magarelli N. et al. Subchondral and intra-articular injections of bone marrow concentrate are a safe and effective treatment for knee osteoarthritis: a prospective, multi-center pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021. doi: 10.1007/s00167-021-06530-x.
23. Kon E., Di Matteo B., Delgado D., Cole B., Dorotei A., Dragoo J. Platelet-rich plasma for the treatment of knee osteoarthritis: an expert opinion and proposal for a novel classification and coding system. *Expert Opin Biol Ther.* 2020;20(12):1447-1460. doi: 10.1080/14712598.2020.1798925.
24. Krüger J.P., Hondke S., Endres M., Pruss A., Siclari A., Kaps C. Human platelet-rich plasma stimulates migration and chondrogenic differentiation of human subchondral progenitor cells. *J Orthop Res.* 2012;30(6):845-852. doi: 10.1002/jor.22005.
25. Manferdini C., Maumus M., Gabusi E., Piacentini A., Filardo G., Peyrafitte J.A. et al. Adipose-derived mesenchymal stem cells exert antiinflammatory effects on chondrocytes and synoviocytes from osteoarthritis patients through prostaglandin E2. *Arthritis Rheum.* 2013;65(5):1271-1281. doi: 10.1002/art.37908.
26. Di Matteo B., Polignano A., Onorato F., La Porta A., Iacono F., Bonanzinga T. et al. Knee Intraosseous Injections: A Systematic Review of Clinical Evidence of Different Treatment Alternatives. *Cartilage.* 2020:1947603520959403. doi: 10.1177/1947603520959403.
27. de Vries-van Melle M.L., Narcisi R., Kops N., Koevoet W.J., Bos P.K., Murphy J.M. et al. Chondrogenesis of mesenchymal stem cells in an osteochondral environment is mediated by the subchondral bone. *Tissue Eng Part A.* 2014;20(1-2):23-33. doi: 10.1089/ten.TEA.2013.0080.
28. Muiños-López E., Delgado D., Sánchez P., Paiva B., Anitua E., Fiz N. et al. Modulation of Synovial Fluid-Derived Mesenchymal Stem Cells by Intra-Articular and Intraosseous Platelet Rich Plasma Administration. *Stem Cells Int.* 2016;2016:1247950. doi: 10.1155/2016/1247950.
29. Murray I.R., Robinson P.G., West C.C., Goudie E.B., Yong L.Y., White T.O. et al. Reporting Standards in Clinical Studies Evaluating Bone Marrow Aspirate Concentrate: A Systematic Review. *Arthroscopy.* 2018;34(4):1366-1375. doi: 10.1016/j.arthro.2017.11.036.
30. Patel S., Dhillon M.S., Aggarwal S., Marwaha N., Jain A. Treatment with platelet-rich plasma is more effective than placebo for knee osteoarthritis: a prospective, double-blind, randomized trial. *Am J Sports Med.* 2013;41(2):356-364. doi: 10.1177/0363546512471299.
31. Peterfy C.G., Guermazi A., Zaim S., Tirman P.F., Miaux Y., White D. et al. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2004;12(3):177-190. doi: 10.1016/j.joca.2003.11.003.
32. Post S.R., Post G.R., Nikolic D., Owens R., Insuasti-Beltran G. Development of an unbiased, semi-automated approach for classifying plasma cell immunophenotype following multicolor flow cytometry of bone marrow aspirates. *Cytometry B Clin Cytom.* 2018;94(5):602-610. doi: 10.1002/cyto.b.21635.

33. Rodriguez-Fontan F., Piuizzi N.S., Kraeutler M.J., Pascual-Garrido C. Early Clinical Outcomes of Intra-Articular Injections of Bone Marrow Aspirate Concentrate for the Treatment of Early Osteoarthritis of the Hip and Knee: A Cohort Study. *PM R*. 2018;10(12):1353-1359. doi: 10.1016/j.pmrj.2018.05.016.
34. Sánchez M., Anitua E., Delgado D., Sanchez P., Prado R., Goirierna J.J. et al. A new strategy to tackle severe knee osteoarthritis: Combination of intra-articular and intraosseous injections of Platelet Rich Plasma. *Expert Opin Biol Ther*. 2016;16(5):627-643. doi: 10.1517/14712598.2016.1157162.
35. Sekiya I., Ojima M., Suzuki S., Yamaga M., Horie M., Koga H. et al. Human mesenchymal stem cells in synovial fluid increase in the knee with degenerated cartilage and osteoarthritis. *J Orthop Res*. 2012;30(6):943-949. doi: 10.1002/jor.22029.
36. Schottel P.C., Warner S.J. Role of Bone Marrow Aspirate in Orthopedic Trauma. *Orthop Clin North Am*. 2017;48(3):311-321. doi: 10.1016/j.ocl.2017.03.005.
37. Shapiro S.A., Kazmerchak S.E., Heckman M.G., Zubair A.C., O'Connor M.I. A Prospective, Single-Blind, Placebo-Controlled Trial of Bone Marrow Aspirate Concentrate for Knee Osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2017;45(1):82-90. doi: 10.1177/0363546516662455.
38. Sharkey P., Cohen S., Leinberry C., Parvizi J. Subchondral bone marrow lesions associated with knee osteoarthritis. *Am J Orthop*. 2012;41(9):413-417.
39. Su K., Bai Y., Wang J., Zhang H., Liu H., Ma S. Comparison of hyaluronic acid and PRP intra-articular injection with combined intra-articular and intraosseous PRP injections to treat patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol*. 2018;(37):1341-1350. doi: 10.1007/s10067-018-3985-6.
40. Sundaram K., Vargas-Hernández J.S., Sanchez T.R., Moreu N.M., Mont M.A., Higuera C.A. et al. Are Subchondral Intraosseous Injections Effective and Safe for the Treatment of Knee Osteoarthritis? A Systematic Review. *J Knee Surg*. 2019;32(11):1046-1057. doi: 10.1055/s-0039-1677792.
41. Sundman E.A., Cole B.J., Karas V., Della Valle C., Tetreault M.W., Mohammed H.O. et al. The anti-inflammatory and matrix restorative mechanisms of platelet-rich plasma in osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2014;42(1):35-41. doi: 10.1177/0363546513507766.
42. Vad V., Barve R., Linnell E., Harrison J. Knee Osteoarthritis Treated with Percutaneous Chondral-Bone Interface Optimization: A Pilot Trial. *Surgical Sci*. 2016;7:1-12. doi: 10.4236/ss.2016.71001. Available from: https://www.scirp.org/pdf/SS_2016010814274096.pdf.
43. Zhen G., Wen C., Jia X., Li Y., Crane J.L., Mears S.C. et al. Inhibition of TGF- β signaling in mesenchymal stem cells of subchondral bone attenuates osteoarthritis. *Nat Med*. 2013;19(6):704-712. doi: 10.1038/nm.3143.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Маланин Дмитрий Александрович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Волгоград, Россия
e-mail: malanin67@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>

Сикилинда Владимир Данилович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: sikilinda_vd@rostgmu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3062-2543>

Горбатенко Андрей Иванович — канд. мед. наук, доцент, кафедра травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: gorbatenkophmd@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-7779-4863>

Демещенко Максим Васильевич — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Волгоград, Россия
maximus275@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-1797-2431>

AUTHORS' INFORMATION:

Dmitriy A. Malanin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia
e-mail: malanin67@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>

Vladimir D. Sikilinda — Dr. Sci. (Med.), Professor, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia
e-mail: sikilinda_vd@rostgmu.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3062-2543>

Andrei I. Gorbatenko — Cand. Sci. (Med.), Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia
e-mail: gorbatenkophmd@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-7779-4863>

Maksim V. Demeshchenko — Cand. Sci. (Med.), Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia
maximus275@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-1797-2431>

Сучилин Илья Алексеевич — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Волгоград, Россия
e-mail: omnio@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7375-5365>

Кондрашенко Владимир Владимирович — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Волгоград, Россия
e-mail: vovamail2009@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7512-492X>

Костяная Наталия Олеговна — биолог, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: mornatalia@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5922-7099>

И'ya A. Suchilin — Cand. Sci. (Med.), Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia
e-mail: omnio@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7375-5365>

Vladimir V. Kondrashenko — Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia
e-mail: vovamail2009@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7512-492X>

Nataliya O. Kostyanaya — Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
e-mail: mornatalia@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5922-7099>

Научная статья
 УДК 616.711.6-089.844:616.833.541-01
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1681>



Гистологические и морфометрические изменения бедренного нерва при моделировании бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника в эксперименте

Т.Н. Варсегова, О.В. Дюрягина, Н.И. Антонов, С.О. Рябых

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова»
 Минздрава России, г. Курган, Россия

Реферат

Актуальность. Наиболее частыми осложнениями бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника являются нейропатии стволов поясничного сплетения, в частности бедренного нерва. Моделирование данного хирургического вмешательства на здоровых животных в эксперименте позволяет оценить степень его травматичности для нервных структур и понять, с чем связано сохранение либо отягощение неврологической симптоматики: с ятрогенными повреждениями или с прогрессированием имеющейся патологии.

Цель исследования — изучить гистологические и морфометрические изменения бедренного нерва в отдаленные периоды после моделирования бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника у собак.

Дизайн исследования. Экспериментальное проспективное сплошное неконтролируемое исследование. **Материал и методы.** 18 беспородным собакам (возраст 2–3 года, масса тела 13,2–17,6 кг) через боковой доступ выполняли дискэктомии на уровне L4-5 и L5-6, устанавливали межтеловые имплантаты, поясничный отдел стабилизировали в течение 30 сут. спицевым аппаратом внешней фиксации. Проводили клинико-неврологическую оценку и гистологическое исследование бедренных нервов со стороны оперативного доступа. **Результаты.** В раннем послеоперационном периоде наблюдали временное снижение функции бедренного нерва, которое проявлялось нарушением опорной функции и мышечной слабостью тазовых конечностей, снижением коленного рефлекса, переносом опоры стопы на плюсневый мякиш. В дальнейшем, через 18 мес., общее состояние всех животных было удовлетворительным, нарушений опорной функции и двигательных рефлексов конечностей не отмечалось. В бедренном нерве через 6 мес. наблюдали снижение в 4 раза доли крупных быстропроводящих миелиновых волокон $D > 10$ мкм и повышение в 3 раза доли мелких. Средний диаметр аксона и толщина миелина составляли 62% и 53% от нормы. Через 12–18 мес. размерные характеристики миелиновых волокон восстанавливались. В течение всего опыта 4–6% миелиновых волокон были реактивно-деструктивно изменены. **Заключение.** Моделирование бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника у здоровых животных показало отсутствие неврологической симптоматики через 6–18 мес., что свидетельствует о малой травматичности хирургического вмешательства. Тем не менее, выявленные через 6 мес. после операции субклинические реактивно-деструктивные изменения миелиновых волокон бедренного нерва указывают на необходимость применения превентивной антиневротической терапии.

Ключевые слова: боковой межтеловой спондилодез, неврологические осложнения, бедренный нерв, экспериментальное исследование.

Источник финансирования: работа поддержана программой МЗ РФ в рамках государственного задания на 2018–2020 гг.

Варсегова Т.Н., Дюрягина О.В., Антонов Н.И., Рябых С.О. Гистологические и морфометрические изменения бедренного нерва при моделировании бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника в эксперименте. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):82–92. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1681>.

Cite as: Varsegova T.N., Diuriagina O.V., Antonov N.I., Ryabykh S.O. [Histological and Morphometric Changes in the Femoral Nerve During Lateral Interbody Fusion of the Lumbar Spine: Experimental Study]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):82–92. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1681>.

✉ Варсегова Татьяна Николаевна / Tatiana N. Varsegova; e-mail: varstn@mail.ru

Рукопись получена: 15.10.2021. Рукопись одобрена: 26.11.2021. Статья опубликована онлайн: 30.11.2021.
 Submitted: 15.10.2021. Accepted: 26.11.2021. Published Online: 30.11.2021.

© Варсегова Т.Н., Дюрягина О.В., Антонов Н.И., Рябых С.О., 2021
 © Varsegova T.N., Diuriagina O.V., Antonov N.I., Ryabykh S.O., 2021

Histological and Morphometric Changes in the Femoral Nerve During Lateral Interbody Fusion of the Lumbar Spine: Experimental Study

Tatiana N. Varsegova, Olga V. Diuriagina, Nikolai I. Antonov, Sergey O. Ryabykh

National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Abstract

Background. Neuropathies of the lumbar plexus trunks, in particular those of the femoral nerve, are the most common complications of lateral interbody fusion of the lumbar spine. Modeling of this surgical intervention in normal animals experimentally makes it possible to assess the degree of its trauma to the nervous structures, and to understand what is the reason for the persistence or aggravation of neurological symptoms — iatrogenic injuries or the existing pathology progression. Purpose — to study histological and morphometric changes in the femoral nerve in the long-term periods after the lateral interbody fusion modeling of the canine lumbar spine. **Study design** — an experimental prospective continuous uncontrolled study. **Materials and Methods.** Discectomy via lateral approach was performed in 18 mongrel dogs (aged 2-3 years, mass 13.2-17.6 kg) at the level of L4-5 и L5-6, interbody titanium implants were mounted, the lumbar spine was stabilized with a wire device for external fixation within 30 days. Clinical and neurological evaluation was performed, as well as histological investigation of the femoral nerves from the side of surgical approach. **Results.** In the early postoperative period a temporary decrease in the femoral nerve function was observed, which was manifested by the disorder of the support function and muscle weakness of the pelvic limbs, decrease in the knee reflex, the foot support shift to the metatarsal pad. Later, until the end of the study (18 months), the general condition of all animals was satisfactory, there were no disorders of the limb support function and motor reflexes. After six months, in the femoral nerve there was 4-fold decrease in the proportion of large fast-conducting myelin fibers $D > 10 \mu\text{m}$ and 3-fold increase in that of the small ones. The mean axon diameter and myelin thickness were 62% and 53% of the norm. After 12-18 months, the dimensional characteristics of myelin fibers were restored. During the entire experiment, 4-6% of myelin fibers were reactively and destructively altered. **Conclusions.** The modeling of the lateral interbody fusion of the lumbar spine in normal animals experimentally demonstrated the absence of neurological symptoms after 6-18 months, which indicated low invasiveness of the surgical intervention. Nevertheless, the subclinical reactive and destructive changes in the myelin fibers of the femoral nerve revealed 6 months after the surgery indicated the need for preventive anti-neurotic therapy.

Keywords: femoral nerve, neuropathy, lateral interbody fusion, experimental study.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, такие как остеохондроз, спондилез, спондилоартроз, грыжи межпозвоночных дисков, приводят к нарушению стабильности, ограничению функциональных возможностей и появлению болей [1, 2]. Развиваются корешковый синдром и симптомы хромоты, ухудшается способность больного к самообслуживанию, что приводит к социальной дезадаптации и снижению качества жизни [3, 4, 5]. Лечение данных заболеваний, как правило, требует оперативного вмешательства [6, 7, 8].

Технологии межтелового спондилодеза в сочетании с прямой или непрямой декомпрессией являются достаточно эффективным вариантом устранения синдрома компрессии и нестабильности пораженного двигательного сегмента [7], устраняют клинично-неврологические проявления

и улучшают качество жизни пациентов [9, 10, 11, 12, 13]. Тем не менее выбор способа стабилизации позвоночника, оперативного доступа, персонализированный подбор имплантата и неврологические осложнения остаются предметами дискуссий, так как данные операции могут сопровождаться интраоперационной кровопотерей, повреждениями невральных структур с развитием послеоперационного болевого синдрома [10, 14, 15, 16, 17].

К наиболее частым осложнениям бокового межтелового спондилодеза относят нейропатии нервных стволов поясничного сплетения, регрессирующие при применении антиневротической терапии [14, 18, 19, 20, 21]. По данным других авторов, у 20% прооперированных пациентов болевой синдром сохраняется и даже усиливается [22, 23]. Опасным осложнением является повреждение бедренного нерва. Так, J.W. Silverstein с соавторами

при мультимодальном мониторинге во время операции выявляли нарушение его проводимости в 11–12% случаев [24, 25]. Другие авторы выявили высокую частоту развития в раннем послеоперационном периоде синдрома бедренного нерва, регистрируемого у 62,7% больных, который у части пациентов регрессировал через 3 мес., а у большинства — лишь через год после операции [26, 27].

Согласно данным литературы, отдаленные результаты хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника значительно уступают краткосрочным, так как послеоперационные осложнения в большинстве случаев наблюдаются через 6–12 мес. после операции [28], а через 2 года частота и длительность госпитализаций не отличаются от дооперационных показателей [29].

В такой ситуации важно понять причину сохранения неврологической симптоматики — осложнение после медицинского вмешательства либо прогрессирование имеющейся патологии. Моделирование бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника у здоровых животных в эксперименте дает возможность изучить влияние данного хирургического вмешательства на структуру нервных стволов поясничного сплетения, в частности бедренного нерва. Отсутствие морфологических работ соответствующей тематики определяет актуальность данного исследования.

Цель исследования — изучить гистологические и морфометрические изменения бедренного нерва в отдаленные периоды после моделирования бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника у собак.

Материал и методы

Эксперимент выполнен на 18 здоровых беспородных собаках в возрасте 2–3 лет с массой тела от 13,2 до 17,6 кг. Срок наблюдений составил 6 мес. ($n = 6$), 12 мес. ($n = 6$) и 18 мес. ($n = 6$).

Модель эксперимента

Оперативное вмешательство выполнялось в условиях операционной под общим внутривенным наркозом. Для премедикации использовали растворы рометара 2% (1 мг/кг), атропина сульфата 0,1% (0,02 мг/кг), дроперидола 1% (0,5 мг/кг) и димедрола 1% (0,02 мг/кг), для наркоза — раствор тиопентала натрия 5% в дозе 10 мг/кг веса. Спондилодез поясничного отдела позвоночника выполняли справа, в боковом положении животного. На уровне L4–6 выполняли линейный разрез поверхностных мягких тканей на уровне вершин поперечных отростков поясничных позвонков. Далее тупым способом скелетировали поперечные отростки L4–5 и L5–6 позвонков с их дорсальной и вентральной поверхностей и полностью удаляли их костными кусачками, далее обнажали межпозвоночный диск. Вентральный корешок спинномозгового нерва совместно с сосудами аккуратно отделяли от поверхности межпозвоночного диска и дислоцировали дорсо-каудально на 0,5–0,8 мм на эластичном держателе (рис. 1а). Поясничное нервное сплетение в комплексе с сегментарными сосудами, большой и малой поясничными мышцами закрывали широким раневым крючком и смещали вентрально (без перерастяжения, не более 30 мин.). Далее костными фрезами производили выборку диска, замыкательных пластинок и костной ткани тел смежных позвонков, формируя костное ложе, соответствующее размерам и форме устанавливаемого кейджа. Имплантат устанавливали методом вколачивания до полного заглубления в межтеловое пространство (рис. 1б), рану послойно ушивали. Для предупреждения миграции межпозвоночных кейджей поясничный отдел позвоночника стабилизировали спицевым аппаратом внешней фиксации в течение 30 сут. [30].

В послеоперационном периоде проводили антибактериальную терапию цефтриаксоном в дозе 30 мг/кг веса в течение 5 дней. В качестве обезболивающего средства применяли литическую смесь

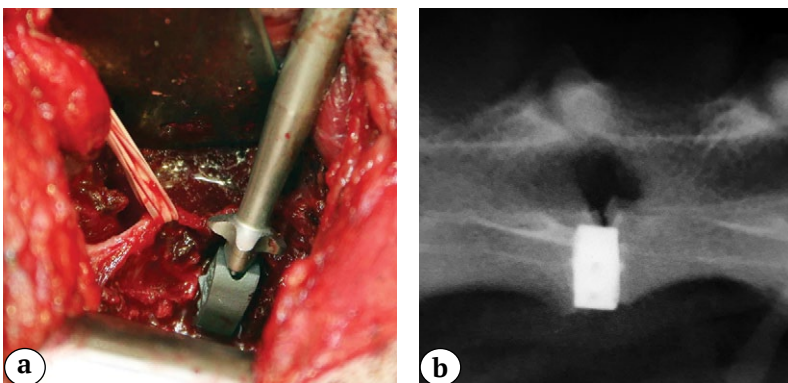


Рис. 1. Установка титанового кейджа между поясничными позвонками собаки: а — отведение корешка спинномозгового нерва на латексной держалке; б — положение кейджа в межтеловом пространстве на рентгенограмме в боковой проекции

Fig. 1. Implantation of a titanium cage between the canine lumbar vertebrae: a — abducting the spinal nerve root on a latex holder; b — position of the cage in the interbody space on the lateral X-ray

из растворов анальгина 50% 1 мл/кг и димедрола 1% 0,02 мг/кг. Места входа и выхода спиц обрабатывали растворами перекиси водорода 3% и фурацилина 1×5000, смазывали спиртовым раствором бриллиантовой зелени.

Оценка результатов

Клиническую оценку проводили в раннем и позднем послеоперационных периодах. Оценивали общее состояние животных, двигательную, опорную функции тазовых конечностей, выраженность двигательных рефлексов.

Гистологические исследования бедренного нерва выполняли после эвтаназии животных через 6, 12 и 18 мес. эксперимента. Материалом являлись иссеченные фрагменты проксимальной части нервного ствола на стороне оперативного вмешательства. Забор материала осуществляли в толще подвздошно-поясничной мышцы после объединения спинномозговых нервов в ствол бедренного нерва. Фрагменты нерва 7 дней фиксировали в смеси 2% растворов глутарового альдегида и параформальдегида, затем сутки в 1% растворе оксида осмия (VIII) и заливали в аралдит. Поперечные тотальные полутонкие срезы нервов окрашивали полихромным методом: метиленовым синим, азуром II и основным фуксином. Полноцветные изображения оцифровывали с помощью микроскопа «AxioScore.A1» и цифровой камеры «AxioCam» (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). В программе «ВидеоТест Мастер-Морфология 4.0» (ООО «НПК “Зенит”», Россия) определяли средние диаметры миелиновых волокон, их аксонов, коэффициент G (отношение диаметра аксона к диаметру волокна), толщину миелиновой оболочки, долю измененных миелиновых нервных волокон в процентах. Строили гистограммы распределения нервных волокон по диаметрам. Контролем послужили аналогичные фрагменты бедренных нервов 3 интактных собак.

Статистический анализ

Статистический анализ выполняли в программе Attestat версия 9.3.1 (разработчик И.П. Гайдышев, сертификат о регистрации в Роспатенте № 2002611109). Значения показателей представляли в виде медиан (Me) и квартилей (Q1;Q3). Значимость различий определяли критерием Манна–Уитни. При $p < 0,05$ различия считались статистически значимыми.

Результаты

В первые сутки после операции состояние всех животных было средней тяжести. Температура тела составляла 39,0–39,5°, отмечали парез тазовых конечностей при наличии глубокой болевой чувствительности. Прием корма и воды был снижен, мочеиспускание и дефекация контролируемые.

В области оперативного вмешательства отмечали умеренную болезненность и незначительный послеоперационный отек мягких тканей. Истечения из операционной раны отсутствовали. В местах входа и выхода спиц наблюдали скудное серозное отделяемое. На 2-е и 3-и сут. отек тканей в области операционной раны уменьшался, истечения из швов не наблюдались, экссудация в области спиц была незначительная, серозного характера.

В раннем послеоперационном периоде у 15 (83,3%) собак отмечали улучшение общего состояния, нормализацию аппетита и температуры тела (38,5–39,0°), постепенное восстановление опорной и двигательной функции тазовых конечностей. Однако у данных животных на фоне улучшения общего состояния отмечали снижение коленного рефлекса справа (на стороне оперативного вмешательства) и перенос опоры стопы на плюсневый мякиш. В последующем, к 7-м сут. наблюдения, у этих животных коленный рефлекс восстанавливался. Двигательная функция тазовых конечностей была без нарушений. Опора конечностей осуществлялась равномерно на подушечки пальцев и плюсневый мякиш. Тонус мышц был удовлетворительный. У 2 из 18 собак (11,1%) рефлексы и двигательная активность восстанавливались к 10 сут. после операции, у одной собаки (5,6 %) — на 30-е сут. В дальнейшем, до конца наблюдений, общее состояние животных было хорошим, нарушений опорной функции и двигательных рефлексов конечностей не отмечалось. Постановка тазовых конечностей была правильной.

Макроскопический осмотр бедренных нервов оперированных животных после препарирования показал, что они сохраняли непрерывность, имели равномерную толщину и жемчужно-белый цвет. Микроскопическое изучение бедренных нервов показало, что через 6 мес. эксперимента в эпиневррии визуально отмечалось повышение в сравнении с интактным нервом количества фибробластов, фиброцитов и тучных клеток, встречались плазматические клетки и макрофаги. Сосуды эпиневрального и эндоневрального микроциркуляторных русел имели расширенные просветы, утолщенные стенки. Периневррий сохранял нормальное тонко-ламеллярное строение. Морфологическое исследование проводниковой части бедренного нерва показало, что через 6 мес. опыта обнаруживались одиночные либо в составе регенерационных кластеров регенерирующие миелиновые волокна малого калибра, отсутствующие в интактном нерве (рис. 2). Среди проводников нормальной структуры встречались гипомиелинизированные волокна и волокна, имеющие признаки аксональной дегенерации, доля которых составила 4,36 (2,02;3,60) что в 2,2 раза выше ($p = 0,000$) значений интактного нерва — 2,02 (1,00;2,90).

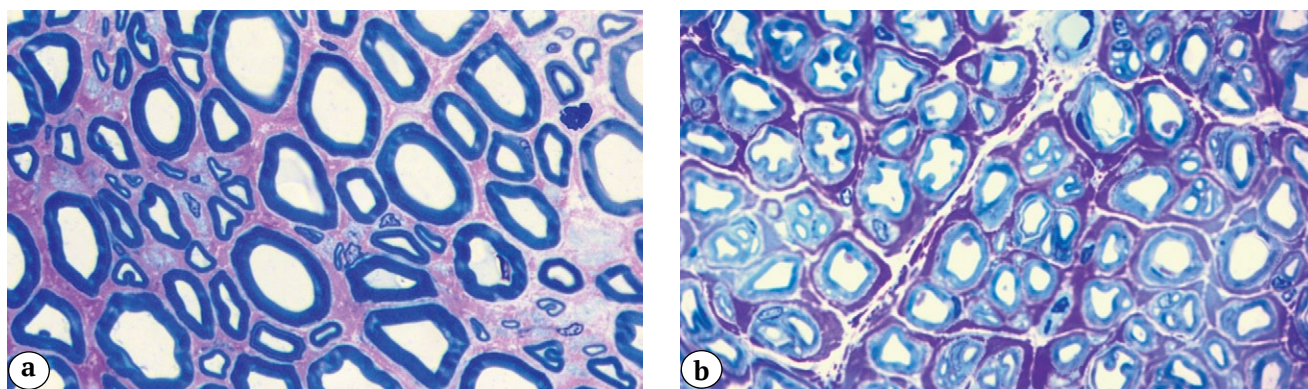


Рис. 2. Фрагменты полутонких срезов бедренных нервов собак:

а — интактный нерв; б — через 6 мес. эксперимента.

Окраска полихромным методом: метиленовым синим, азуром II и основным фуксином. Ув. ×500

Fig. 2. Fragments of the semi-thin sections of the canine femoral nerves:

а — the intact nerve; б — after 6 months.

Polychrome staining: methylene blue, azure II and basic fuchsin. Mag. ×500

Вследствие предшествующей дегенерации части волокон и последующих регенераторных процессов регистрировалось снижение всех размерных характеристик миелиновых волокон: средний диаметр волокон снижался на 56% вследствие снижения диаметра аксона на 52% и толщины миелина на 38% (табл. 1).

Через 6 мес. после оперативного вмешательства гистограмма распределения миелиновых проводников по диаметрам (D) смещалась в сравнении с интактным бедренным нервом влево на 1 разряд: регенерирующие волокна (D<2,0 мкм)

составляли 9% при отсутствии волокон D>16 мкм (рис. 3). Гистограмма становилась унимодальной, единственная мода находилась в диапазоне волокон 2,1–3,0 мкм (в интактном — 4,1–5,0 мкм). Доля мелких (D≤4,0 мкм) проводников возрастала до 44% (в интактном — 13%), доля средних (D 4,1–7,0 мкм) — до 30% (в интактном — 23%), а крупных (D>7,0 мкм) снижалась до 26% (в интактном — 64%). Доля самых быстропроводящих нервных волокон D>10,0 мкм составляла всего 13% (в интактном — 48%).

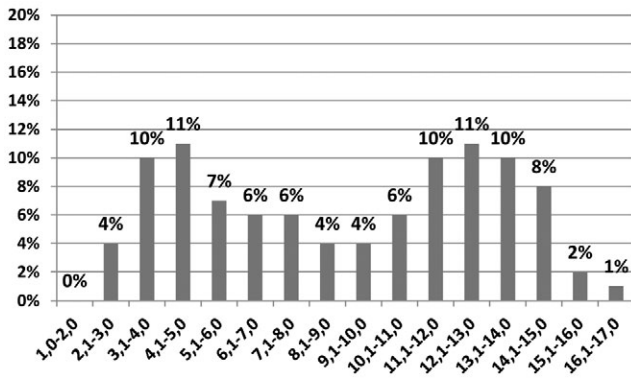
Таблица 1

Размерные показатели миелиновых нервных волокон: Me (Q1; Q2)

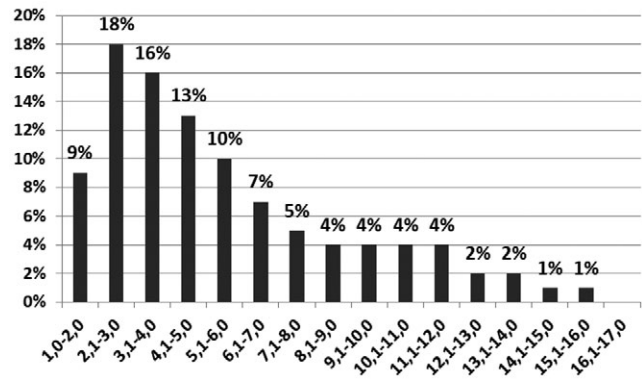
Параметр	Интактный нерв	6 мес. опыта	12 мес. опыта	18 мес. опыта
Диаметр волокна, мкм	9,91 (5,26; 12,74)	4,36 (2,58; 6,66) *p = 0,024	8,71 (7,79; 12,11) p = 0,051	9,90 (5,00; 13,35) p = 0,100
Диаметр аксона, мкм	6,35 (3,81; 8,71)	3,06 (2,02; 4,89) *p = 0,000	5,78 (3,41; 7,95) p = 0,050	6,70 (3,65; 9,40) p = 0,307
Толщина миелина, мкм	1,55 (0,87; 2,02)	0,92 (0,76; 1,15) *p = 0,003	1,47 (0,67; 2,07) p = 0,064	1,36 (0,68; 2,00) *p<0,05
Коэффициент G	0,70 (0,65; 0,72)	0,63 (0,42; 0,95) *p = 0,046	0,68 (0,66; 0,70) p = 0,053	0,73 (0,68; 0,76) p = 0,062

p — уровень значимости отличий опытных групп от интактной по критерию Манна–Уитни;

* — различия статистически значимы (p<0,05).



a



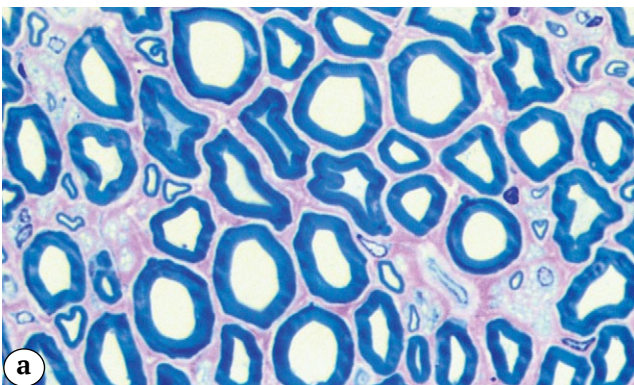
b

Рис. 3. Распределение миелиновых нервных волокон по диаметрам в интактном бедренном нерве (а) и через 6 мес. после операции (б). Диаметры волокон представлены на оси абсцисс, процентные доли проводников — на оси ординат

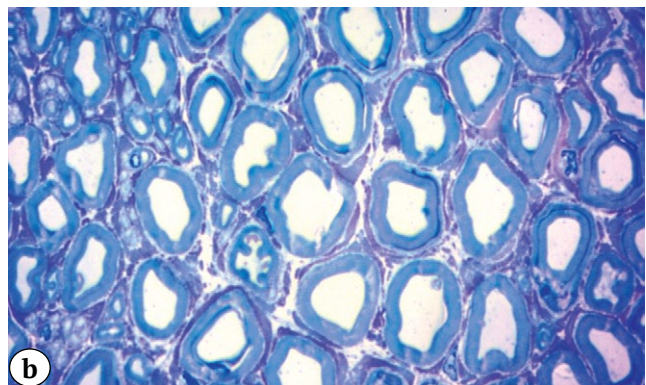
Fig. 3. Distribution of myelin nerve fibers by diameters in the intact femoral nerve (a) and 6 months (b) after surgery. Fiber diameters are shown on the X-axis (abscissa), the percentage proportions of conductors — on the Y-axis (ordinate)

Через 12 и 18 мес. эксперимента большая часть (более 93%) миелиновых нервных волокон бедренного нерва имела нормальную структуру, встречались единичные регенерационные кластеры и реактивно-деструктивно измененные проводники (рис. 4). Доля последних через 12 и 18 мес. оставалась

повышенной — 6,45 (3,59;7,05) и 6,76 (2,59;6,87) соответственно, что в 3,2 и 3,3 раза ($p = 0,000$) выше контроля — 2,02 (1,00;2,90). Размерные характеристики миелиновых волокон бедренного нерва через 12 и 18 мес. не имели статистически значимых различий с контролем (см. табл. 1).



a



b

Рис. 4. Фрагменты полутонких срезов бедренных нервов собак:

а — через 12 мес.; б — через 18 мес. эксперимента.

Окраска полихромным методом: метиленовым синим, азуром II и основным фуксином. Ув. $\times 500$

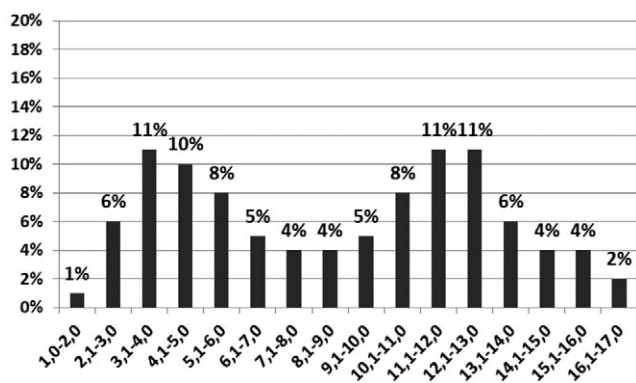
Fig. 4. Fragments of the semi-thin sections of the canine femoral nerves:

а — after 12 months; б — after 18 months.

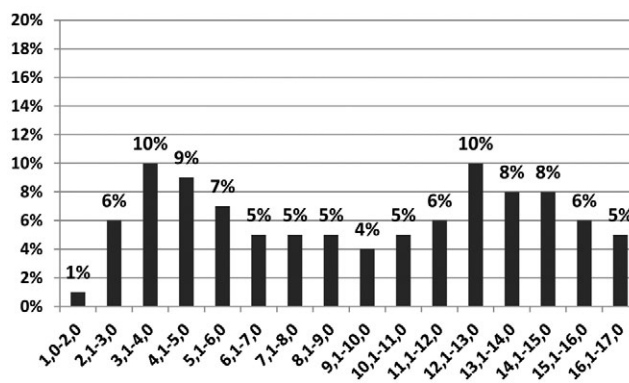
Polychrome staining: methylene blue, azure II and basic fuchsin. Mag. $\times 500$

Гистограммы распределения проводников бедренного нерва по диаметрам через 12 и 18 мес. восстанавливали бимодальность. Основание гистограмм оставалось увеличенным слева на 1 разряд — сохранялся 1% регенерирующих волокон, но

восстанавливалась фракция волокон диаметром 16,1–17,0 мкм, отсутствующая через 6 мес. после операции (см. рис. 3 б). Доли мелких ($D \leq 4,0$ мкм) и крупных ($D > 7,0$ мкм) проводников через 12 и 18 мес. были приближены к контролю (рис. 5).



а



б

Рис. 5. Распределение миелиновых нервных волокон по диаметрам через 12 (а) и 18 мес. (б) после операции. Диаметры волокон представлены на оси абсцисс, процентные доли проводников — на оси ординат

Fig. 5. Distribution of myelin nerve fibers by diameters after 12 months (a) and 18 months (b) after surgery. Fiber diameters are shown on the X-axis, the percentage proportions of conductors — on the Y-axis

Обсуждение

Техника бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника становится все более популярной благодаря меньшему рассечению тканей, времени операции, меньшей кровопотере и послеоперационной боли, но может сопровождаться неврологическими осложнениями [31]. Наше исследование при моделировании данного оперативного вмешательства у интактных собак выявило функциональные нарушения в виде пареза тазовых конечностей, снижения коленного рефлекса справа и неполной опоры стопы, которые в большинстве случаев регрессировали в раннем послеоперационном периоде, что согласуется с результатами клинических исследований [32, 33].

В отдаленные сроки эксперимента через 6, 12 и 18 мес., в которые производился забор материала для морфологических исследований, отягощение неврологической симптоматики отсутствовало, неврологический дефицит не обнаруживался — рефлексы, двигательная и опорная функции тазовых конечностей были в норме. В то же время морфологическое исследование бедренного нерва в эти сроки опыта выявило гистологические и морфометрические изменения нервных проводников. Так, на всех сроках опыта в части волокон (4–7%) выявлялись признаки повреждения миелиновых оболочек и аксонов без нарушения структуры оболочек бедренного нерва, что расценивается как нейропраксия и аксонотмезис [34, 35]. Данные реактивно-деструктивные изменения нервных волокон неспецифичны, обнаруживаются как при тракционных [36, 37], так и при компрессионных типах травм периферических нервов [38, 39].

Кроме того, через 6 мес. после операции нами были выявлены изменения популяционного состава нервных проводников: уменьшение доли крупных и повышение доли мелких миелиновых волокон, а также снижение их размерных характеристик — средний диаметр аксона составлял 62% от нормы, а толщина миелина — только 53%. Эти показатели свидетельствуют о преобладании процессов демиелинизации, что согласуется с результатами J.S. Uribe с соавторами, которые при применении данной технологии диагностировали у части пациентов послеоперационную симптоматическую нейропраксию [40].

Выявленные через 6 мес. гистоморфометрические изменения бедренного нерва практически полностью нивелировались через 12 и 18 мес. опыта — размерные характеристики миелиновых волокон восстанавливались, гистограммы приближались к интактным, что согласуется с исследованием A.G. Tohmeh с соавторами, которые установили, что послеоперационный двигательный дефицит нивелируется через 6 мес. наблюдения [41].

На протяжении всего эксперимента в бедренных нервах не выявляли массовую гибель миелиновых волокон и классические признаки травматических нейропатий — концентрические структуры в виде спирально расположенных вокруг демиелинизированного аксона шванновских клеток, образующиеся вследствие повторяющихся процессов сегментарной демиелинизации и ремиелинизации [42, 43].

Выявленные функциональные нарушения, имеющие место только в раннем послеоперационном периоде, и субклинические гистоморфометрические изменения бедренного нерва через

6 мес. после операции, регрессирующие в последующем, мы связываем с инструментальным вмешательством — тракцией нервных стволов при дислокации и вибрационным воздействием костных фрез при формировании костного ложа имплантата. Наши предположения подтверждают данные других авторов. Так, J.W. Silverstein с соавторами [24] и J.S. Uribe с соавторами [40] при выполнении бокового поясничного межтелового спондилодеза выявили снижение амплитуды вызванных потенциалов бедренного нерва во время хирургической ретракции, но незамедлительные хирургические контрмеры позволили смягчить либо предотвратить повреждение бедренного нерва. R. Alluri с соавторами считают, что неврологические осложнения при данной технологии связаны с необходимостью прямых взаимодействий со структурами поясничного сплетения в виде их растяжения и сжатия [44].

Заключение

Выявленные в раннем послеоперационном периоде функциональные нарушения и субклинические гистоморфометрические изменения бедренного нерва в виде уменьшения диаметра и деструктивных изменений части миелиновых нервных волокон через 6 мес. после моделирования бокового межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника у здоровых животных являются следствием интраоперационного взаимодействия со структурами поясничного сплетения. Эти факторы риска развития неврологических осложнений требуют дальнейшего тщательного исследования, должны учитываться при выборе данной методики.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» (протокол 2(57) от 17.05.18) и выполнено в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ Р 33044-2014 от 20.10.14 № 71-П «Принципы надлежащей лабораторной практики».

Литература [References]

1. Михайлов Д.А., Усиков В.Д., Пташников Д.А. Результаты использования механического декомпрессора в лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(3):35-40. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-35-40. Mikhaylov D.A., Usikov V.D., Ptashnikov D.A. [Results of the treatment of degenerative dystrophic spine lumbar disease using mechanical decompressor]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;(3):35-40. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-35-40.
2. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., Коновалов Н.А., Поярков К.А. Сравнительный анализ эффективности холодноплазменной нуклеопластики и радиочастотной аннулопластики при лечении дискогенных болевых синдромов. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):49-58. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-49-58. Volkov I.V., Karabaev I.S., Ptashnikov D.A., Konovalov N.A., Poyarkov K.A. [Cold plasma nucleoplasty versus radiofrequency annuloplasty for discogenic pain syndrome: comparative analysis of efficacy]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):49-58. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-49-58.
3. Колесниченко В.А., Греско И.В. Клиническая характеристика больных поясничным остеохондрозом с нарушением двигательного стереотипа. *Вестник проблем биологии и медицины*. 2019;1(148):125-127. Kolesnichenko V.A., Gresko I.V. [Clinical characteristics of patients with lumbar osteochondrosis with impairment motor stereotype]. *Vestnik problem biologii i meditsiny* [Bulletin of Problems of Biology and Medicine]. 2019;1(148):125-127. (In Russian).
4. Clark S., Horton R. Low back pain: a major global challenge. *Lancet*. 2018;391(10137):2302. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30725-6.
5. Wu A.M., Hu Z.C., Li X.B., Feng Z.H., Chen D., Xu H. et al. Comparison of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single segmental lumbar spondylolisthesis: minimum two-year follow up. *Ann Transl Med*. 2018;6(6):105. doi: 10.21037/atm.2018.02.11.
6. Мазуренко А.Н., Пустовойтенко В.Т., Макаревич С.В., Криворот К.А., Сомова И.Н. Варианты внедрения сетчатого титанового имплантата в тела поясничных позвонков при переднем спондилодезе. *Хирургия позвоночника*. 2018;15(3):23-29. doi: 10.14531/ss2018.3.23-29. Mazurenko A.N., Pustovoytenko V.T., Makarevich S.V., Krivorot K.A., Somova I.N. [Variants of titanium mesh implant penetration into the lumbar vertebral bodies after anterior fusion]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2018;15(3):23-29. (In Russian). doi: 10.14531/ss2018.3.23-29.
7. Масевнин С.В., Пташников Д.А., Волков И.В. Влияние позвоночно-тазовых параметров на развитие нестабильности смежного сегмента после одноуровневого спондилодеза в поясничном отделе позвоночника. *Современные проблемы науки и образования*. 2019;(1):44. doi: 10.17513/spno.28538. Masevnin S.V., Ptashnikov D.A., Volkov I.V. [Influence of spinopelvic parameters on the development of the adjacent segment instability after one-level lumbar spondylodesis] *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education. Surgery]. 2019;(1):44. (In Russian). doi: 10.17513/spno.28538.
8. Palejwala S.K., Sheen W.A., Walter C.M., Dunn J.H., Baaj A.A. Minimally invasive lateral transpoas interbody fusion using a stand-alone construct for the treatment of adjacent segment disease of the lumbar spine: review of the literature and report of three cases. *Clin Neurol Neurosurg*. 2014;124:90-96. doi: 10.1016/j.clineuro.2014.06.031.

9. Байков Е.С., Вернер Н.Ю. Ключевые моменты формирования межтелового блока после декомпрессиивно-стабилизирующих вмешательств на пояснично-крестцовом отделе позвоночника: обзор литературы. *Гений ортопедии*. 2020;26(3):426-431. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-426-431. Baykov E.S., Verner N.Yu. [Key points of interbody fusion following surgical decompression and stabilization of the lumbosacral spine: literature review]. *Genij Ortopedii*. 2020;26(3):426-431. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-426-431.
10. Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., Леонова О.Н., Крутько А.В. Хирургическая коррекция сагиттального дисбаланса поясничного отдела позвоночника дегенеративного генеза. *Хирургия позвоночника*. 2020;17(2):49-57. doi: 10.14531/ss2020.2.49-57. Baikov E.S., Peleganchuk A.V., Sanginov A.J., Leonova O.N., Krutko A.V. [Surgical correction of degenerative sagittal imbalance of the lumbar spine]. *Hirurgia pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2020;17(2):49-57. (In Russian). doi: 10.14531/ss2020.2.49-57.
11. Бывальцев В.А., Оконешникова А.К., Калинин А.А., Рабинович С.С. Взаимосвязь тропизма и ангуляции дугоотростчатых суставов и результатов стабилизирующих операций при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2018;15(4):70-79. doi: 10.14531/2018.4.70-79. Byvaltsev V.A., Okoneshnikova A.K., Kalinin A.A., Rabinovich S.S. [Interrelation of tropism and angulation parameters of facet joints and results of stabilization surgeries for degenerative diseases of the lumbar spine]. *Hirurgia pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2018;15(4):70-79. (In Russian). doi: 10.14531/2018.4.70-79.
12. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Степанов И.А., Алиев М.А., Шепелев В.В., Пестряков Ю.Я. Метаанализ проспективных когортных исследований, сравнивающих результаты использования минимально-инвазивного и открытого трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза в хирургическом лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. *Гений Ортопедии*. 2019;(1):111-119. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-111-119. Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Stepanov I.A., Aliyev M.A., Shepelev V.V., Pestryakov Yu.Ya. [Meta-analysis of prospective cohort studies that compare outcomes of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in surgical treatment of patients with lumbar spine degenerative disease]. *Genij Ortopedii*. 2019;25(1):111-119. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-111-119.
13. Terman S.W., Yee T.J., Lau D., Khan A.A., La Marca F., Park P. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: comparison of clinical outcomes among obese patients. *J Neurosurg Spine*. 2014;20(6):644-652. doi: 10.3171/2014.2.SPINE13794.
14. Алиев М.А., Мирзабаев М.Д., Аглаков Б.М., Мустафинов Д.Б., Жалтаев Д.А. Оценка лечения заднего межтелового спондилодеза пояснично-крестцового отдела позвоночника. *Вестник АГИУВ*. 2018;(1):30-34. Aliyev M.A., Mirzabayev M.D., Aglakov B.M., Mustafinov D.B., Zhaltayev D.A. [Evaluation of the treatment of the posterior interbody spondylodesis of the lumbosacral spine]. *Vestnik-AGIUV* [Almaty State Institute Bulletin Improvement of Doctors]. 2018;(1):30-34. (In Russian).
15. Климов В.С., Василенко И.И., Евсюков А.В., Халепа Р.В., Амелина Е.В., Рябых С.О. и др. Применение технологии LLIF у пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника: анализ ретроспективной когорты и обзор литературы. *Гений Ортопедии*. 2018;(3):393-403. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-393-403. Klimov V.S., Vasilenko I.I., Evsyukov A.V., Khalepa R.V., Amelina E.V., Ryabykh S.O. et al. [The use of LLIF technology in adult patients with degenerative scoliosis: retrospective cohort analysis and literature review]. *Genij Ortopedii*. 2018;24(3):393-403. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-393-403.
16. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Акшулаков С.К., Кривошеин А.Е., Керимбаев Т.Т., Степанов И.А. Мультицентровой анализ результатов применения прямого бокового межтелового спондилодеза (DLIF) и транскутанной транспедикулярной фиксации у пациентов с дегенеративными заболеваниями межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника. *Вестник РАМН*. 2017;72(2):149-158. doi: 10.15690/vramn773. Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Akshulakov S.K., Krivoshein A.E., Kerimbayev T.T., Stepanov I.A. [Multicenter analysis of the results of application of direct lateral interbody fusion (DLIF) and transcutaneous transpedicular fixation in patients with degenerative disc diseases of the lumbar spine]. *Vestnik-RAMN* [Annals of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2017;72(2):149-158. (In Russian). doi: 10.15690/vramn773.
17. Woods K.R., Billys J.B., Hynes R.A. Technical description of oblique lateral interbody fusion at L1-L5 (OLIF25) and at L5-S1 (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates. *Spine J*. 2017;17(4):545-553. doi: 10.1016/j.spinee.2016.10.026.
18. Drazin D., Liu J.C., Acosta F.L. Jr. CT navigated lateral interbody fusion. *J Clin Neurosci*. 2013;20(10):1438-1441. doi: 10.1016/j.jocn.2012.12.028.
19. Kim S.J., Lee Y.S., Kim Y.B., Park S.W., Hung V.T. Clinical and radiological outcomes of a new cage for direct lateral lumbar interbody fusion. *Korean J Spine*. 2014;11(3):145-151. doi: 10.14245/kjs.2014.11.3.145.
20. Cheng I., Briseño M.R., Arrigo R.T., Bains N., Ravi S., Tran A. Outcomes of Two Different Techniques Using the Lateral Approach for Lumbar Interbody Arthrodesis. *Global Spine J*. 2015;5(4):308-314. doi: 10.1055/s-0035-1546816.
21. Epstein N.E. Review of Risks and Complications of Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF). *Surg Neurol Int*. 2019;10:237. doi: 10.25259/SNI_559_2019.
22. Carragee E.J., Han M.Y., Suen P.W., Kim D. Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: The effects of fragment types and annular competence. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(1):102-108.
23. Dewing C.B., Provencher M.T., Riffenburgh R.H., Kerr S., Manos R.E. The outcomes of lumbar microdiscectomy in a young, active population: correlation by herniation type and level. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(1):33-38. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815e3a42.
24. Silverstein J.W., Block J., Smith M.L., Bomback D.A., Sanderson S., Paul J. et al. Femoral nerve neuromonitoring for lateral lumbar interbody fusion surgery. *Spine J*. 2021:S1529-9430(21)00841-X. doi: 10.1016/j.spinee.2021.07.017.

25. Silverstein J., Mermelstein L., De Wal H., Basra S. Saphenous nerve somatosensory evoked potentials: a novel technique to monitor the femoral nerve during transpoas lumbar lateral interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(15):1254-1260. doi: 10.1097/BRS.0000000000000357.
26. Almazrua I.S., Almarshad A.Y., Binzuman G., Arabiah A.M. Psoas Hematoma and Late Femoral Nerve Palsy After Extreme Lateral Interbody Fusion and Posterior Spinal Fusion with Instrumentation: A Case Report. *Orthop Res Rev*. 2020;12:127-132. doi: 10.2147/ORR.S272077.
27. Cummock M.D., Vanni S., Levi A.D., Yu Y., Wang M.Y. An analysis of postoperative thigh symptoms after minimally invasive transpoas lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine*. 2011;15(1):11-18. doi: 10.3171/2011.2.SPINE10374.
28. Денисов А.А., Пташников Д.А., Михайлов Д.А., Масевнин С.В., Смекаленков О.А., Заборовский Н.С. Рентгенологическая оценка коррекции сегментарного и общего поясничного лордоза при применении индивидуальных лордозизирующих межтеловых имплантатов у пациентов с дегенеративным сколиозом. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(2):71-78. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-71-78. Denisov A.A., Ptashnikov D.A., Mikhaylov D.A., Masevnin S.V., Smekalenkov O.A., Zaborovskii N.S. [Individual Lordotic Cages Implantation and Radiographic Evaluation of Segmental and Lumbar Lordosis Correction for Patients with Adult Degenerative Scoliosis]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(2):71-78. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-71-78.
29. Weinstein J.N., Tosteson T.D., Lurie J.D., Tosteson A.N., Hanscom B., Skinner J.S. et al. Surgical vs Nonoperative Treatment for Lumbar Disk Herniation. The Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT): A Randomized Trial. *JAMA*. 2006;296(20):2441-2450. doi: 10.1001/jama.296.20.2441.
30. Кирсанов К.П., Тимофеев В.Н., Меньщикова И.А. Методика и технические средства для внешней фиксации поясничного отдела позвоночника. *Ветеринария*. 2001;(8):36-40. Kirsanov K.P., Timofeev V.N., Menshchikova I.A. [Technique and technical means for external fixation of the lumbar spine]. *Veterinariya* [Veterinary]. 2001;(8): 36-40. (In Russian).
31. Graham R.B., Wong A.P., Liu J.C. Minimally invasive lateral transpoas approach to the lumbar spine: pitfalls and complication avoidance. *Neurosurg Clin N Am*. 2014;25(2):219-231. doi: 10.1016/j.nec.2013.12.002.
32. Tormenti M.J., Maserati M.B., Bonfield C.M., Okonkwo D.O., Kanter A.S. Complications and radiographic correction in adult scoliosis following combined transpoas extreme lateral interbody fusion and posterior pedicle screw instrumentation. *Neurosurg Focus*. 2010;28(3):E7. doi: 10.3171/2010.1.FOCUS09263.
33. Pumberger M., Hughes A.P., Huang R.R., Sama A.A., Cammisa F.P., Girardi F.P. Neurologic deficit following lateral lumbar interbody fusion. *Eur Spine J*. 2012;21(6):1192-1199. doi: 10.1007/s00586-011-2087-9.
34. Althagafi A., Nadi M. Acute Nerve Injury. 2021 Aug 11. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. PMID: 31751038.
35. Burnett M.G., Zager E.L. Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review. *Neurosurg Focus*. 2004;16(5):E1.
36. Щудло М.М., Щудло Н.А., Варсегова Т.Н., Борисова И.В. Реакция нервов на растяжение и их структурная адаптация к удлинению конечности. *Гений ортопедии*. 2009;(4):48-55. Schudlo M.M., Schudlo N.A., Varsegova T.N., Borisova I.V. [Reaction of nerves to stretching and their structural adaptation to limb lengthening]. *Genij Ortopedii*. 2009;(4):48-55. (In Russian).
37. Mahan M.A., Warner W.S., Yeoh S., Light A. Rapid-stretch injury to peripheral nerves: implications from an animal model. *J Neurosurg*. 2019:1-11. doi: 10.3171/2019.6.JNS19511.
38. Liu Z.Y., Chen Z.B., Chen J.H. A novel chronic nerve compression model in the rat. *Neural Regen Res*. 2018;13(8):1477-1485. doi: 10.4103/1673-5374.235306.
39. Degrugillier L., Prautsch K.M., Schaefer D.J., Guzman R., Schären S., Kalbermatten D.F. et al. A new model of chronic peripheral nerve compression for basic research and pharmaceutical drug testing. *Regen Med*. 2021;16(10):931-947. doi: 10.2217/rme-2020-0129.
40. Uribe J.S., Isaacs R.E., Youssef J.A., Khajavi K., Balzer J.R., Kanter A.S. et al. Can triggered electromyography monitoring throughout retraction predict postoperative symptomatic neuropraxia after XLIF? Results from a prospective multicenter trial. *Eur Spine J*. 2015;24(Suppl 3):S378-S385.
41. Tohmeh A.G., Rodgers W.B., Peterson M.D. Dynamically evoked, discrete-threshold electromyography in the extreme lateral interbody fusion approach. *J Neurosurg Spine*. 2011;14(1):31-37. doi: 10.3171/2010.9.SPINE09871.
42. Wang A.P., Catana D., Provias J.P., Reddy K.K.V. Hypertrophic Interstitial Neuropathy of the Trigeminal Nerve: Case Report and Literature Review. *Neurosurgery*. 2020;87(1):E41-E47. doi: 10.1093/neuros/nyz418.
43. Yamagishi Y., Samukawa M., Kuwahara M., Takada K., Saigoh K., Mitsui Y. et al. Charcot-Marie-Tooth disease with a mutation in FBLN5 accompanying with the small vasculitis and widespread onion-bulb formations. *J Neurol Sci*. 2020;410:116623. doi: 10.1016/j.jns.2019.116623.
44. Alluri R., Mok J.K., Vaishnav A., Shelby T., Sivaganesan A., Hah R. et al. Intraoperative Neuromonitoring During Lateral Lumbar Interbody Fusion. *Neurospine*. 2021;18(3):430-436. doi: 10.14245/ns.2142440.220.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Варсегова Татьяна Николаевна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории морфологии, ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
e-mail: varstn@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5430-2045>

AUTHORS' INFORMATION:

Tatiana N. Varsegova — Cand. Sci. (Biol.), National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia
e-mail: varstn@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5430-2045>

Дюрягина Ольга Владимировна — канд. вет. наук, заведующая экспериментальной лабораторией, ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
e-mail: diuriagina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9974-2204>

Антонов Николай Иванович — канд. биол. наук, научный сотрудник экспериментальной лаборатории, ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
e-mail: aniv-niko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8627-2749>

Рябых Сергей Олегович — д-р мед. наук, заместитель директора по образованию и взаимодействию с регионами, руководитель клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
e-mail: rso_@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6565-705>

Olga V. Diuriagina — Cand. Sci. (Vet.), National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia
e-mail: diuriagina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9974-2204>

Nikolai I. Antonov — Cand. Sci. (Biol.), National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia
e-mail: aniv-niko@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8627-2749>

Sergey O. Ryabykh — Dr. Sci. (Med.), National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia
e-mail: rso_@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6565-705>

Заявленный вклад авторов

Варсегова Т.Н. — дизайн исследования, сбор и статистическая обработка данных, написание текста рукописи.

Дюрягина О.В. — дизайн исследования, проведение эксперимента, сбор и обработка материалов, написание текста.

Антонов Н.И. — проведение эксперимента, сбор и обработка материалов, написание текста.

Рябых С.О. — существенный вклад в разработку концепции и дизайна исследования, коррекция и окончательная редакция текста рукописи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Научная статья
УДК 616.71-001.5-089.84
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1664>

Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек

П.А. Иванов, А.В. Касацкий, Н.Н. Заднепровский,
А.Н. Неведров

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского
Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Качество репозиции отломков при открытом остеосинтезе является одним из важных факторов, определяющих исход лечения. Нередко репозиция и удержание костных отломков представляют собой непростую задачу. Авторами предложен способ репозиции и временного удержания отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек, используемых при электромонтажных работах. **Цель** — продемонстрировать возможности нового способа интраоперационной репозиции и удержания костных отломков при помощи пластиковых хомутов-стяжек. **Материал и методы.** Хомуты-стяжки перед операцией подвергают стерилизации в режимах, предназначенных для подготовки полимерных изделий. После выделения отломков осуществляют их репозицию и удержание с помощью зажимов и костодержателей. На этом этапе операции возникает потребность в применении хомутов-стяжек, так как костодержатели препятствуют укладке пластины на кость. Для этого на свободные от костодержателей участки кости в области стыковки отломков накладывают 3–4 пластиковых хомута-стяжки. В тех местах, где к отломку прикрепляются неповрежденная надкостница и мышцы, инструментом формируют узкие поперечные каналы в мягких тканях для обхватывания кости хомутом. Затем свободный конец хомута проводят через его замок и максимально затягивают. После затягивания всех хомутов костодержатели снимают. Наложённые хомуты надёжно удерживают костные фрагменты от каких-либо смещений даже при ротации сегмента. Поверх кости с затянутыми хомутами-стяжками укладывают накостный фиксатор. Затем фиксируют пластину к кости винтами. Следует укладывать пластину на кость без сильного прижатия, что позволяет удалять хомуты-стяжки из-под пластины на любом этапе остеосинтеза. Стяжки удаляют, разрезая их скальпелем или перекусывая кусачками, затем пластину закрепляют к кости оставшимися винтами. **Заключение.** Хомуты-стяжки обладают многими преимуществами: они доступны, дешевы, не теряют своих механических свойств после стерилизации, позволяют надёжно удерживать отломки костей во время репозиции, рентгенонегативны. Метод продемонстрировал удобство и надёжность.

Ключевые слова: накостный остеосинтез, репозиция отломков, хомуты-стяжки.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Иванов П.А., Касацкий А.В., Заднепровский Н.Н., Неведров А.Н. Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):93-98. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1664>.

Cite as: Ivanov P.A., Kasatskiy A.V., Zadneprovskiy N.N., Nevedrov A.V. [A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):93-98. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1664>.

Иванов Павел Анатольевич / Pavel A. Ivanov; e-mail: ipamailbox@gmail.com

Рукопись получена: 10.08.2021. Рукопись одобрена: 19.11.2021. Статья опубликована онлайн: 13.12.2021.
Submitted: 10.08.2021. Accepted: 19.11.2021. Published Online: 13.12.2021.

© Иванов П.А., Касацкий А.В., Заднепровский Н.Н., Неведров А.Н., 2021
© Ivanov P.A., Kasatskiy A.V., Zadneprovskiy N.N., Nevedrov A.V., 2021

A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps

Pavel A. Ivanov, Aleksandr V. Kasatskiy, Nikita N. Zadneprovskiy, Aleksandr V. Nevedrov

Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia

Abstract

Background. The quality of fractures reposition in open osteosynthesis is one of the important factors determining the outcome of treatment. Often, the reposition and fixation of bone fragments is not an easy task. The authors propose a method of reposition and temporary fixation of fragments using plastic ty-raps used in electrical work. **The aim of the study** is to demonstrate the possibilities of new method of intraoperative reposition and fixation of bone fragments using plastic ty-raps. **Materials and Methods.** Ty-raps were sterilized before the surgery in the modes intended for the preparation of polymer products. After the fragments were dissected, their reposition and fixation are carried out with the help of clamps and bone clamps. At this stage, there is a need for the use of ty-raps, since the bone clamps prevent the plate from laying on the bone. To do this, 3-4 plastic ty-raps were applied to the areas of bone free from bone clamps in the area of the fragments contact. In those places where an intact periosteum and muscles are attached to the fragment, narrow transverse channels in soft tissues are formed with the instrument to wrap the bone with a ty-rap. Then the free end of the ty-rap is passed through its lock and tightened as much as possible. After tightening all the ty-raps, the bone clamps are removed. The applied ty-raps reliably keep the bone fragments from any displacement, even when the segment rotates. A bone plate is placed on the bone surface with tightened ty-raps. Then the plate fixed to the bone with screws. The plate should be placed on the bone without strong pressing, which allows you to remove the ty-raps from under the plate at any stage of osteosynthesis. The ty-raps are removed by cutting them with a scalpel or snacking with wire cutter, then the plate is fixed to the bone with the remaining screws. **Conclusion.** Ty-raps have many positive properties: they are affordable, cheap, do not lose their mechanical properties after sterilization, allow you to securely hold bone fragments during reposition, X-ray negative. The method has demonstrated convenience and reliability.

Keywords: plate fixation, bone fragments reposition, ty-raps.

Funding: no funding or sponsorship was received for this study.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Репозиция и удержание костных отломков при открытой репозиции во время операций остеосинтеза представляет собой непростую задачу. Степень восстановления анатомии поврежденной кости — это ключевой фактор, от которого зависит как ранний результат вмешательства, так и исход лечения в целом. Качество репозиции напрямую определяет степень стабильности остеосинтеза, вероятность формирования несращения и развития гнойных осложнений [1, 2, 3].

Нами предложен и успешно апробирован на практике способ репозиции и временного удержания отломков во время открытого остеосинтеза с помощью пластиковых хомутов-стяжек, используемых при электромонтажных работах. В строительстве и в быту хомуты-стяжки позволяют быстро и качественно закрепить различные детали и элементы конструкций между собой. Простая и надежная конструкция хомутов-стяжек, удобство их монтажа, дешевизна — вот причины, по которым они завоевали заслуженную популярность на производстве и в быту (рис. 1).

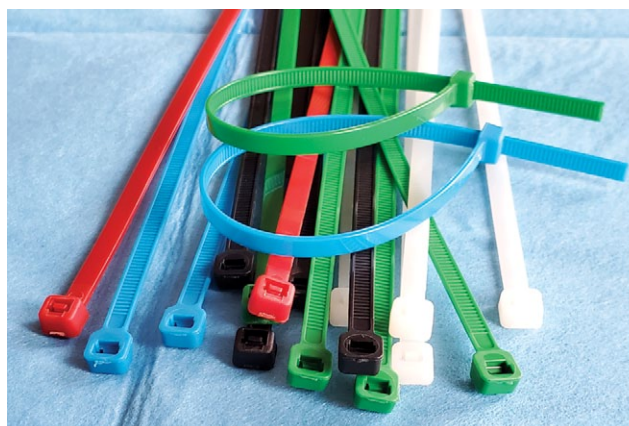


Рис. 1. Пластиковые хомуты-стяжки

Fig. 1. Plastic ty-raps

Изделия из полимеров давно и успешно применяются в хирургической практике (дренажные трубки, катюли, катетеры, грыжевые сетки, вкладыши эндортезов и т.п.). Возможность стерилизации, нетоксичность материала, высокие потребительские свойства изделий из полимеров сделали

их очень популярными в медицине. Пластиковые хомуты-стяжки также привлекли внимание медицинских специалистов. Один из примеров их применения приведен в статье наших коллег из Нидерландов, в которой авторы делятся своим опытом успешного использования данной оснастки для дерматотензии при закрытии ран после фасциотомии [4]. Именно эта работа вдохновила нас на разработку представленного сегодня способа.

Цель работы — продемонстрировать возможности нового способа интраоперационной репозиции и удержания костных отломков при помощи пластиковых хомутов-стяжек.

Хирургическая техника

Хомуты-стяжки перед операцией подвергают стерилизационной обработке в стандартных режимах, предназначенных для подготовки полимерных изделий. Методика применения хомутов-стяжек во время остеосинтеза отличается простотой. После выделения отломков осуществляют их репозицию и удержание с помощью зажимов и костодержателей по обычной методике. Именно на этом этапе операции и возникает потребность в применении разработанного нами способа, так как наложенные на кость костодержатели препятствуют укладке пластины на кость (рис. 2а). Для этого на свободные от костодержателей участки кости в области стыковки отломков накладывают 3–4 пластиковых хомута-стяжки (рис. 2б). В тех местах, где к отломку прикрепляются неповрежденная надкостница и мышцы, инструментом формируют узкие поперечные каналы в мягких тканях для обхватывания кости хомутом. Затем свободный конец хомута проводят через его замок и максимально затягивают. После затягивания всех хомутов костодержатели снимают (рис. 2с).

Наложённые хомуты надёжно удерживают костные фрагменты от каких-либо смещений даже при ротации сегмента. Затем поверх кости с затянутыми хомутами-стяжками укладывают на костный фиксатор (рис. 2d). При необходимости ему придается неподвижность с помощью костодержателя или дополнительных хомутов. После этого начинают фиксировать пластину к кости винтами. Важно исключить сильное зажатие хомута под пластиной. Если пластину укладывают на кость без сильного прижатия, то стяжки будут удаляться из-под пластины без труда на любом этапе остеосинтеза. Если же пластину притягивают к кости костодержателями или кортикальными винтами, то лучше удалять стяжки до этапа вкручивания ближайших к месту перелома винтов, чтобы избежать их плотного зажатия под пластиной. Для дополнительного ослабления придавливания стяжки рядом с хомутом в щель под пластину можно ввести малый элеватор или крючок малого ретрактора Хомана и отвести фиксатор от кости. Стяжки удаляют, разрезая их скальпелем или перекусывая кусачками (рис. 2e). После этого пластину закрепляют к кости оставшимися винтами.

Перед закрытием раны следует провести подсчет фрагментов хомутов-стяжек, чтобы исключить их оставление в ране. Лучше использовать изделия из яркого цветного пластика, что помогает идентифицировать их в операционном поле.

Уникальные свойства хомутов-стяжек позволяют использовать их не только для удержания, но и для репозиции переломов с длинными костными осколками. Для этого хомуты накладывают на отломки на разных уровнях, но затягивают их неполностью. Затем в ходе репозиции их последовательно дотягивают, тем самым поэтапно помогая сближать и удерживать отломки в правильном положении относительно друг друга.

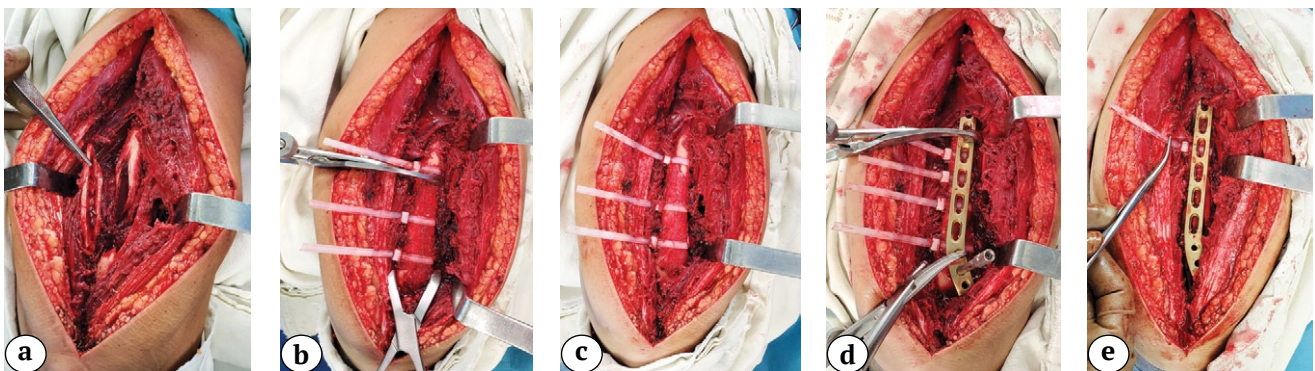


Рис. 2. Этапы использования хомутов-стяжек для удержания костных отломков: а — положение отломков до начала репозиции; б — после наложения костодержателей и хомутов-стяжек; с — после снятия костодержателей; д — после наложения пластины; е — удаление хомутов-стяжек

Fig. 2. Stages of using ty-raps to hold bone fragments: а — the position of the fragments before the start of the reposition; б — after applying the bone clamps and ty-raps; с — after removing the bone clamps; д — after applying the plate; е — removing the ty-raps

Обсуждение

Предложенный нами способ репозиции привлекателен благодаря доступности, эффективности и простоте исполнения. Хомуты-стяжки дешевы и доступны, продаются в большом ассортименте в строительных, компьютерных и хозяйственных магазинах (синонимы — пластиковая стяжка, кабельная стяжка, нейлоновая стяжка, стяжка-хомут, хомут пластиковый, хомут нейлоновый, стяжка полиамидная, хомут полиамидный, хомут кабельный, стяжка КСС, хомут KSS и так далее). Они отличаются по виду и свойствам материала, размеру, цвету, профилю, конструкции замка, возможности размыкания и повторного затягивания и т.п. Данные изделия не меняют своих физических свойств при любом из широко применяемых способов медицинской стерилизации.

Предложенный нами способ схож с классическим способом наложения проволочного серкляжа, но имеет очевидные преимущества. Он проще, дешевле, быстрее. Кроме этого, полимерный хомут-стяжка намного бережнее обхватывает кость и надкостницу, чем металлическая проволока [5]. Это обусловлено не только материалом, из которого они изготовлены. Стяжка обычно имеет форму ленты и, в отличие от проволоки, распределяет давление обхвата на большую площадь и меньше повреждает подлежащие ткани. Это свойство способа дает существенное преимущество при операциях у пожилых людей с истончением кортикального слоя и повышенной хрупкостью кости [6]. При использовании костодержателя его губки давят лишь на две точки окружности в месте контакта инструмента и кости. При сильном зажатии может происходить раскалывание отломков и усугубление нестабильности. Метод с использованием хомута-стяжки не содержит таких рисков — нагрузка давления на кость равномерно распределяется по всей длине окружности обхвата.

Предложенный способ имеет очевидные преимущества перед способами с наложением костодержателей. Бранши костодержателя нужно накладывать только в определенной плоскости

по отношению к плоскости соприкосновения отломков для их компрессии. При ошибочном выборе плоскости сдавления отломков возникает смещение отломков. Нередко расположить костодержатель в оптимальной позиции от плоскости перелома бывает затруднительно. Так, при придавливании пластины к кости костодержателем, особенно над костными гребнями или костью с поперечным сечением овальной формы, пластина стремится соскользнуть с кости ввиду несоответствия контура последней и профиля фиксатора. Разработанный нами способ лишен данного недостатка, так как хомут равномерно обхватывает кость и фиксатор и удерживает пластину с боковых сторон от соскальзывания (рис. 3). Поэтому при многооскольчатых переломах хомуты-стяжки являются практически безальтернативным инструментом при репозиции отломков.

Способ позволяет сближать отломки не только в направлении, перпендикулярном оси кости. Нами используется прием сдавления в диагональном направлении при помощи упора о спицу (рис. 4). Для этого после сопоставления отломков через концы в косом направлении проводят спицу. После этого хомут проводят по разные стороны от спицы и затягивают. Таким образом, он надежно располагается в заданном косом направлении по отношению к оси кости и перпендикулярно плоскости стыковки косых концов отломков.

Хомуты-стяжки изготовлены из рентгенопрозрачного материала, что наделяет их уникальными свойствами по сравнению с любым другим металлическим хирургическим инструментом. Нередко при рентгеноскопии во время операции металлические костодержатели и зажимы закрывают важные участки, усложняя контроль качества репозиции (рис. 5 а, б). Пластиковые устройства не создают в этом отношении препятствий — во время операции они не мешают визуализировать кость на любом участке (рис. 5 с). Качество удержания отломков во время остеосинтеза подтверждается послеоперационными рентгенограммами (рис. 5 d, e).



Рис. 3. Временная фиксация пластины на гребне кости
Fig. 3. Temporary fixation of the plate on the ridge of the bone

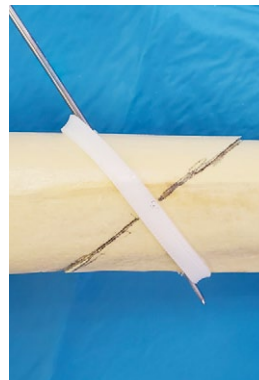


Рис. 4. Временная фиксация косого перелома с помощью спицы и хомута-стяжки
Fig. 4. Temporary fixation of an oblique fracture with a wire and a ty-rap

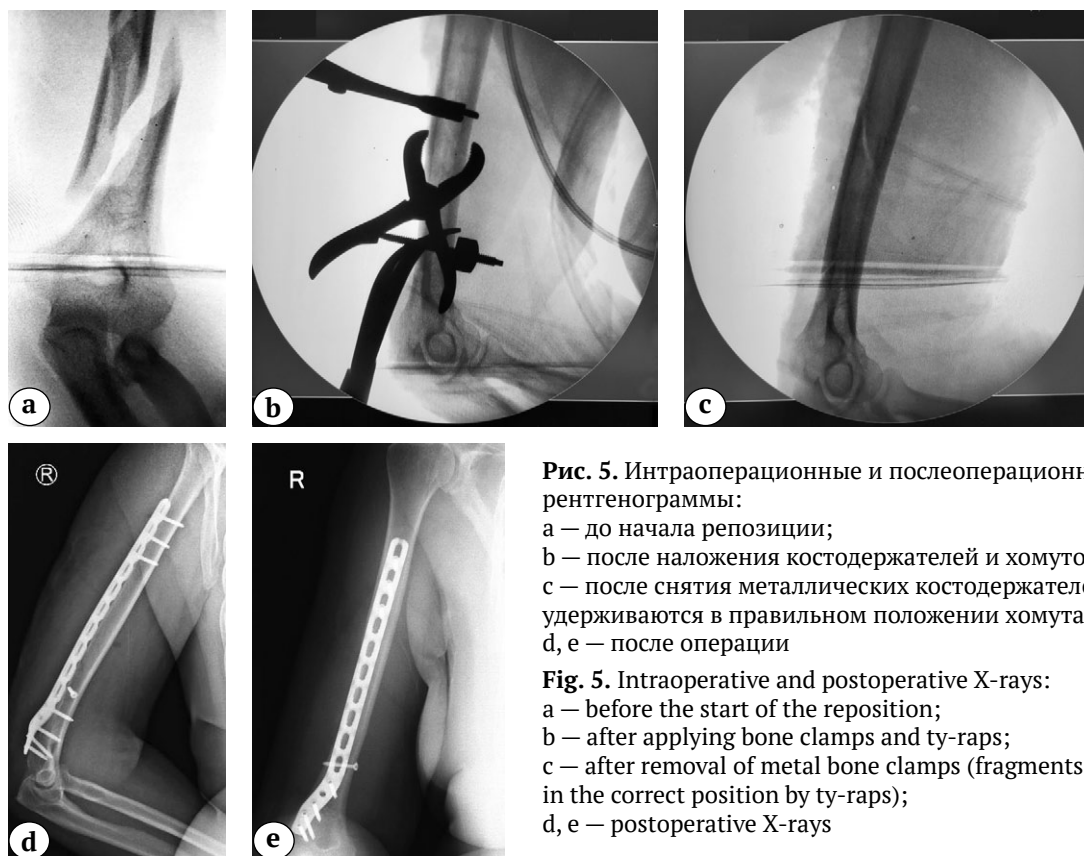


Рис. 5. Интраоперационные и послеоперационные рентгенограммы:
 а — до начала репозиции;
 б — после наложения костодержателей и хомутов-стяжек;
 с — после снятия металлических костодержателей (отломки удерживаются в правильном положении хомутами-стяжками);
 д, е — после операции

Fig. 5. Intraoperative and postoperative X-rays:
 a — before the start of the reposition;
 b — after applying bone clamps and ty-raps;
 c — after removal of metal bone clamps (fragments are held in the correct position by ty-raps);
 d, e — postoperative X-rays

Заключение

Предложенный нами способ репозиции и удержания костных отломков с помощью хомутов-стяжек во время открытого остеосинтеза отличается надежностью, удобством и доступностью для применения. Он помогает удерживать отломки в правильном положении без риска дополнительного раскалывания кости и не создает препятствий при итраоперационной рентгеноскопии. Для уточнения степени эффективности предложенного способа необходимо проведение дополнительных исследований.

Этическая экспертиза

Протокол применения предложенного нами способа был одобрен локальным комитетом по биомедицинской этике ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы» (протокол №7-17 от 18 сентября 2017 г.).

Литература [References]

1. Shapiro F. Cortical bone repair. The relationship of the lacunar-canalicular system and intercellular gap junctions to the repair process. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(7):1067-1081.
2. Perren S.M. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(8):1093-1110. doi: 10.1302/0301-620x.84b8.13752.
3. Попов В.П., Зделько В.П., Трухачев И.Г., Попов А.В. Осложнения при накостном остеосинтезе у больных с переломами длинных трубчатых костей. *Гений ортопедии.* 2014;(2):5-9. Popov V.P., Zdelko V.P., Trukhachev I.G., Popov A.V. [Complications of extramedullary osteosynthesis in patients with long bone fractures]. *Genij Ortopedii.* 2014;(2):5-9. (In Russian).
4. Govaert G.A., van Helden S. Ty-raps in trauma: a novel closing technique of extremity fasciotomy wounds. *J Trauma.* 2010;69(4):972-975. doi: 10.1097/TA.0b013e3181f2d9d3.
5. Westberg S.E., Acklin Y.P., Hoxha S., Ayranci C., Adeb S., Bouliane M. Is suture comparable to wire for cerclage fixation? A biomechanical analysis. *Shoulder Elbow.* 2019;11(3):225-232. doi: 10.1177/1758573217735323.
6. Seeman E., Delmas P.D. Bone quality – the material and structural basis of bone strength and fragility. *N Engl J Med.* 2006;354(21):2250-2261. doi: 10.1056/NEJMra053077.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иванов Павел Анатольевич — д-р мед. наук, заведующий научным отделением сочетанной и множественной травмы, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: ipamailbox@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2954-6985>

Касацкий Александр Викторович — врач травматологического отделения, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: av_kasatsky@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9779-530X>

Заднепровский Никита Николаевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения сочетанной и множественной травмы, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: zacuta2011@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4432-9022>

Неведров Александр Валерьевич — канд. мед. наук, врач травматологического отделения, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: alexnev1985@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1560-6000>

AUTHORS' INFORMATION:

Pavel A. Ivanov — Dr. Sci. (Med.), Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia
e-mail: ipamailbox@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2954-6985>

Aleksandr V. Kasatskiy — Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia
e-mail: av_kasatsky@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9779-530X>

Nikita N. Zadneprovskiy — Cand. Sci. (Med.), Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia
e-mail: zacuta2011@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4432-9022>

Aleksandr V. Nevedrov — Cand. Sci. (Med.), Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia
e-mail: alexnev1985@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1560-6000>

Заявленный вклад авторов

Иванов П.А. — дизайн исследования.

Касацкий А.В. — дизайн исследования.

Заднепровский Н.Н. — написание текста статьи.

Неведров А.В. — обзор литературы.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Комментарий

<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1714>

Редакционный комментарий к статье П.А. Иванова с соавторами «Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек»

А.П. Середина^{1,2}¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия² Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», г. Москва, Россия

В редакционном комментарии к статье «Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек» обсуждаются достоинства и недостатки предложенного метода. К достоинствам описанного авторами способа можно отнести доступность, дешевизну, удобство и надежность. В то же время временный серкляж может нарушить васкуляризацию костных отломков, что сопряжено с риском замедленной консолидации или несращения. Автор комментария считает, что единственный способ опровергнуть эти сомнения — провести исследование на большом клиническом материале, изучив частоту несращений. В комментарии представлен также краткий обзор публикаций зарубежных авторов по этой проблеме.

Ключевые слова: накостный остеосинтез, репозиция отломков, хомуты-стяжки.

Comment

<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1714>

Editorial Comment on the Article by P.A. Ivanov et al. “A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps”

Andrei P. Sereda^{1,2}¹ Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia² Academy of Postgraduate Education of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

In the editorial comment on the article «A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps» the advantages and disadvantages of the author's method are discussed. The advantages include availability, low cost, convenience and reliability. At the same time, it may lead to excessive devascularization of bone fragments with the risk of delayed union or even non-union. Only a comparative study on a large number of patients can confirm or refute these concerns. The comment also contains a brief review of articles on this issue.

Keywords: plate fixation, bone fragments reposition, ty-raps.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Середина А.П. Редакционный комментарий к статье П.А. Иванова с соавторами «Новый способ открытой репозиции и удержания костных отломков с использованием пластиковых хомутов-стяжек». *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):99-101. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1714>.

Cite as: Sereda A.P. [Editorial Comment on the Article by P.A. Ivanov et al. “A New Method of Intraoperative Reposition and Holding of Bone Fragments with Ty-Raps”]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):99-101. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1714>.

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

Рукопись получена: 02.12.2021. Статья опубликована: 17.12.2021.

Submitted: 02.12.2021. Published: 17.12.2021.

© Середина А.П., 2021

© Sereda A.P., 2021

Поступившая в редакцию журнала «Травматология и ортопедия России» статья П.А. Иванова с соавторами содержит красивую и простую идею, облегчающую остеосинтез.

В мировой литературе есть несколько публикаций по применению монтажных стяжек в хирургии: это работы G.A. Govaert и S. van Helden [1], W.Y. Tang [2], S. Ramesh, S. Ajik [3] и A.R. Arain с соавторами [4]. Во всех этих четырех работах авторы использовали монтажную стяжку наочно для дерматотензии, обескровливания, префабрикации и т.д.

Однако имеются случаи, когда авторы сообщают о временной имплантации монтажной стяжки. Например, J.A. Cadeddu с соавторами применяли ее как лигатуру при нефрэктомии [5]. Однако в этой статье речь идет об операциях на животных. Случаи применения монтажных стяжек в ветеринарии вообще не редкость [6, 7, 8, 9], в том числе как метод окончательного остеосинтеза [10]. Однако все сообщения о применении монтажных стяжек у людей ограничиваются только наочным применением [1, 2, 3, 4].

Использование незарегистрированных изделий в медицине ранее было подробно рассмотрено нами [11], и мы более склонны думать, что такое применение возможно и подкреплено реалиями, хотя, конечно же, вопрос дискуссионен, что подтверждается публикациями об офф-лейбл применении в ортопедии в высокорейтинговых журналах [12, 13, 14].

Один из основных законов остеосинтеза — сохранение васкуляризации кости. Любая конструкция будет нарушать васкуляризацию. Чем экстенсивнее конструкция, тем больше нарушается васкуляризация. Мне кажется, что костодержатели за счет точечной временной фиксации на этапе репозиции максимально сохраняют связь отломков с мягкими тканями, а заведение серкляжа вокруг кости как раз и оторвет отломки от мягких тканей, и мы получим деваскуляризованную кость: красивую послеоперационную рентгеновскую картинку с высоким риском несращения. Да, серкляж из пластиковой монтажной стяжки временный, но он уже навредил в момент его использования.

Авторы иллюстрируют свое предложение интраоперационными фотографиями, на которых видно использование четырех таких временных серкляжей на весьма небольшом расстоянии друг от друга. Авторы не описывают, какой конкретно перелом они лечили, но, вероятно, речь идет об однофрагментарном клиновидном переломе диафиза. Не вдаваясь в дискуссию об интрамедуллярном и наочном остеосинтезе, мне не совсем понятно, какие технические трудности репозиции, пусть даже остеопоротической кости, заставили

авторов использовать достаточно травматичную временную репозицию четырьмя серкляжными стяжками, пусть и временными?

Возможно, временный серкляж никакого вреда васкуляризации кости не наносит, но на этот счет есть некоторые сомнения. В любом случае их можно развеять только одним путем — провести исследование на большом числе пациентов, изучив частоту несращений. Зная прекрасную научную школу авторов статьи и их компетенцию, надеюсь, то серия наблюдений превратится именно в полноценное исследование исходов.

Время великих и быстрых открытий в медицине, надеюсь, не прошло окончательно. Багаж современных знаний заставляет все реже публиковать статьи типа “case report”. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, например, вообще больше не принимает такие статьи, для чего ими организован отдельный журнал “*JBJS Case Connector*”. Дело в том, что существует целый ряд международных требований к журналам с множеством показателей, и публикации типа «клинический случай» или «В помощь практическому врачу» серьезно портят статистику научного журнала. Именно поэтому “*JBJS Case Connector*” публикуется отдельно от основного журнала. Мы пока не можем себе позволить издавать отдельный журнал — авторов и статей для этого слишком мало.

Хочу поблагодарить авторов статьи за интересную идею и дискуссию.

Литература [References]

- Govaert G.A., van Helden S. Ty-raps in trauma: a novel closing technique of extremity fasciotomy wounds. *J Trauma*. 2010;69(4):972-975. doi: 10.1097/TA.0b013e3181f2d9d3.
- Tang W.Y. A latex finger strip and nylon zip-tie combo as a tunable digital tourniquet. *Dermatol Surg*. 2007; 33(6):713-715. doi: 10.1111/j.1524-4725.2007.33148.x.
- Ramesh S., Ajik S. Scalp Wound Closure with K wires: An alternative easier method to scalp wound closure. *Med J Malaysia*. 2012;67(6):629-30.
- Arain A.R., Cole K., Sullivan C., Banerjee S., Kazley J., Uhl R.L. Tissue expanders with a focus on extremity reconstruction. *Expert Rev Med Devices*. 2018;15(2):145-155. doi: 10.1080/17434440.2018.1426457.
- Cadeddu J.A., Corwin T.S., Traxer O., Collick C., Saboorian H.H., Pearle M.S. Hemostatic laparoscopic partial nephrectomy: cable-tie compression. *Urology*. 2001;57(3):562-566. doi: 10.1016/s0090-4295(00)01009-8.
- Hurcombe S.D., Roessner H.A., Klein C.E., Engiles J.B., Hopster K. Use of Polyamide (Nylon) Cable Ties for Vascular Ligation of Healthy Equine Jejunal Mesentery. *Front Vet Sci*. 2021;8:639424. doi: 10.3389/fvets.2021.639424.
- Hammond K.J., Sand R., Gold K., Herko M., MacDonald E., Gividen B. et al. Are nylon cable ties safe? *J Am Vet Med Assoc*. 1998;212(6):797; author reply 797-798.
- McDougall E.M., Clayman R.V., Chandhoke P.S., Kerbl K., Stone A.M., Wick M.R. et al. Laparoscopic partial

- nephrectomy in the pig model. *J Urol*. 1993;149(6):1633-1636. doi: 10.1016/s0022-5347(17)36465-0.
9. Winfield H.N., Donovan J.F., Lund G.O., Kreder K.J., Stanley K.E., Brown B.P. et al. Laparoscopic partial nephrectomy: initial experience and comparison to the open surgical approach. *J Urol*. 1995;153(5):1409-1414. doi: 10.1016/s0022-5347(01)67415-9.
 10. Downs C., Rodgers D. The use of nylon cable ties to repair rib fractures in neonatal foals. *Can Vet J*. 2011;52(3):307-309.
 11. Середина А.П. Редакционный комментарий к статье А.С. Золотова с соавторами «Оптимальная игла для шва сухожилий: традиционная режущая или обратно режущая?». *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(2):81-83. doi: 10.21823/2311-2905-1647.
 12. Sereda A.P. [Editorial Comment on the Article by A.S. Zolotov et al. "The Optimal Surgical Needle for Tendon Suture: Cutting Edge or Reverse Cutting Edge?"]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(2):81-83. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-1647.
 13. Taylor B.C., Triplet J.J., El-Sabawi T. Off-Label Use in Orthopaedic Surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(17):e767-e774. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00038.
 14. Bal B.S., Brenner L.H. Corporate malfeasance, off-label use, and surgeon liability. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(1):4-8. doi: 10.1007/s11999-012-2686-8.
 15. Beck J.M., Azari E.D. FDA, Off-Label Use, and Informed Consent: Debunking Myths and Misconceptions. *Food Drug Law J*. 1998;53(1):71-104. Available from: <http://www.jstor.org/stable/26659695>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Середина Андрей Петрович — д-р мед. наук, заместитель директора по инновациям и развитию ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург; профессор кафедры травматологии и ортопедии, Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России», г. Москва, Россия
e-mail: drsereda@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7500-9219>

AUTHOR'S INFORMATION:

Andrei P. Sereda — Dr. Sci. (Med.), Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia; Academy of Postgraduate Education of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia
e-mail: drsereda@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7500-9219>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

孕妇颈胸椎棘球蚴病变: 临床病例及文献回顾

Denis G. Naumov^{1,2}, Arkadiy A. Vishnevskiy¹, Sergey G. Tkach², Armen O. Avetisyan¹

¹ St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

研究现实性: 脊柱棘球蚴病是一种极其罕见的疾病, 可导致严重的骨科和神经系统后果。在脊椎破坏的情况下, 孤立的保守的抗寄生虫治疗的有效性是低的。该病例的独特之处在于该疾病在怀孕期间的发展, 从紧急减压干预到脊柱重建的一段很长的治疗暂停期, 以及手术技术。

病例报告: 一名27岁的患者, 由于下截瘫的发展和盆盆腔器官功能障碍, 曾紧急手术指征。1年10个月后, 在怀孕第34周, 分期手术治疗棘球蚴破坏的颈胸椎, 并因感染过程复发而伴有角状后凸畸形。由于囊肿与主血管密切接触、脊髓前受压和颈胸椎三柱不稳定, 需要复杂的手术干预。

结论: 为了缓解椎源性疼痛综合征, 改善神经系统状态, 实现对棘球蚴病患者感染过程的局部控制, 应进行三柱重建, 切除破坏的椎骨和囊性成分, 术后应进行抗寄生虫药物分期治疗。

关键词: 脊柱棘球蚴病; 脊柱融合术; 脊柱后凸; 脊柱重建

引用本文: Naumov D.G., Vishnevskiy A.A., Tkach S.G., Avetisyan A.O. [孕妇颈胸椎棘球蚴病变: 临床病例及文献回顾]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):102-110. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1668>.

✉ Denis G. Naumov; e-mail: dgnaumov1@gmail.com

收到: 17.09.2021. 接受: 29.10.2021. 出版时间: 08.11.2021.

© Naumov D.G., Vishnevskiy A.A., Tkach S.G., Avetisyan A.O., 2021

Spinal Hydatid Disease of Cervico-Thoracic in Pregnant Women: A Case Report and Review

Denis G. Naumov^{1,2}, Arkadiy A. Vishnevskiy¹, Sergey G. Tkach², Armen O. Avetisyan¹

¹ St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. Spinal hydatid disease is an extremely rare pathology that could lead to serious orthopedic and neurological complications. Conservative antimicrobial therapy is not effective for spinal echinococcus. This case is unique for the next reasons: disease manifestation during pregnancy, a long period from a spine decompression to a reconstruction procedure and a technique of the surgery. **Case description.** A 27-year-old lady at 34 gestation weeks, previously operated on the urgent indications of paraplegia with neurogenic bladder dysfunction after 1 year and 10 months follow-up suffered vertebral column reconstruction due to recurrence of the cervico-thoracic hydatid disease, complicated by angular kyphosis. The echinococcus cyst had a closed contact with a right brachiocephalic vein, compressed the spinal canal and leads to three-column spine instability. **Conclusion.** Three-column spine reconstruction with anterior corpectomy, cystectomy and fusion provide resolution of the back pain syndrome, improve neurological status and achieve local control of the infectious process in patients with echinococcosis of the spine. In the postoperative period, staged therapy with antiparasitic drugs should be prescribed.

Keywords: vertebral hydatid disease, spinal fusion, kyphosis, spinal reconstruction.

Funding: no funding or sponsorship was received for this study.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Cite as: Naumov D.G., Vishnevskiy A.A., Tkach S.G., Avetisyan A.O. [Spinal Hydatid Disease of Cervico-Thoracic in Pregnant Women: A Case Report and Review]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):102-110. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1668>.

✉ Denis G. Naumov; e-mail: dgnaumov1@gmail.com

Submitted: 17.09.2021. Accepted: 29.10.2021. Published Online: 08.11.2021.

© Naumov D.G., Vishnevskiy A.A., Tkach S.G., Avetisyan A.O., 2021

Эхинококковое поражение шейно-грудного отдела позвоночника у беременной: клинический случай и обзор литературы

Д.Г. Наумов^{1,2}, А.А. Вишнеvский¹, С.Г. Ткач²,
А.О. Аветисян¹

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


² ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия


Реферат

Актуальность. Эхинококкоз позвоночника — крайне редкое заболевание, приводящее к развитию тяжелых ортопедических и неврологических последствий. Эффективность изолированной консервативной противопаразитарной терапии в условиях вертебральной деструкции низкая. Уникальность случая заключается в развитии заболевания в период беременности, в длительной терапевтической паузе от момента проведения неотложного декомпрессионного вмешательства до реконструкции позвоночника и в технике проведения операции. **Описание случая.** У пациентки 27 лет, ранее оперированной по неотложным показаниям в связи с развитием нижней параплегии с нарушением функции тазовых органов (НФТО), спустя 1 г. 10 мес., на 34-й нед. беременности, проведено этапное хирургическое лечение эхинококковой деструкции шейно-грудного отдела позвоночника, осложненной угловой кифотической деформацией в связи с рецидивом инфекционного процесса. Интимное соприкосновение кисты с магистральными сосудами, передняя компрессия спинного мозга и трехколонная нестабильность шейно-грудного отдела позвоночника потребовали комплексного хирургического решения. **Заключение.** Для купирования вертеброгенного болевого синдрома, улучшения неврологического статуса и достижения локального контроля инфекционного процесса у пациентов с эхинококкозом позвоночника следует проводить трехколонную реконструкцию с удалением разрушенных позвонков и кистозного компонента, а в послеоперационном периоде — этапную терапию противопаразитарными препаратами.

Ключевые слова: эхинококкоз позвоночника, спондилодез, кифоз, реконструкция позвоночника.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

 Наумов Д.Г., Вишнеvский А.А., Ткач С.Г., Аветисян А.О. Эхинококковое поражение шейно-грудного отдела позвоночника у беременной: клинический случай и обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):102-110. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1668>.

 Наумов Денис Георгиевич ; e-mail: dgnaumov1@gmail.com

Рукопись получена: 17.09.2021. Рукопись одобрена: 29.10. 2021. Статья опубликована онлайн: 08.11.2021.

© Наумов Д.Г., Вишнеvский А.А., Ткач С.Г., Аветисян А.О., 2021

绪论

人患棘球蚴病是一种由棘球绦虫属绦虫引起的慢性人畜共患病，主要累及肝或肺[1,2]。在疾病的一般结构中，骨病损占0.2—1.0%，其中脊柱侵犯占45%[3,4,5]。最常见的椎体病变变异体是囊性（病原体—细粒棘球绦虫）和肺泡性（病原体—多房棘球绦虫）[6,7]。在脊柱节段中，胸椎（45—50%）最常受累，腰骶（25—32%）和腰椎（高达15%）较少受累[8]。

寄生虫在人体内的传播机制可归结为瘤球沿椎体的门静脉和节段静脉的直接静脉吻合处的迁移[9]。随着包虫病的发展，其存在的无症状期可达数年，发生椎体骨组织的溶解破坏，包虫病囊扩散至椎管及周围椎旁组织[10]。硬脑膜保持完整，脊髓的压缩缺血改变在神经功能缺损的发展中起决定性作用[11]。

脊柱棘球蚴病的治疗策略是基于主要的临床综合征：这种疾病很少随着椎体孤立病变的发展而进展，椎体不稳定和神经功能缺损经常发展。在肝包虫病的治疗中，单纯穿刺、抽吸、局部给药（PAI—puncture, aspiration, injection与PAIR—aspiration, injection, re-aspiration）等方法被证明是有效的，但对椎体病变无效[12]。

对文献数据的分析表明，关于脊柱棘球蚴病的出版物数量有限，特别是关于该疾病在怀孕期间的表现，这使我们能够介绍自己的经验。

该出版物的目的是介绍分期手术治疗妊娠妇女颈胸椎棘球蚴病并发椎板切除术后角型脊柱后凸的结果。

临床病例

2020年10月，一名27岁的患者在Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology住院，诊断为Th1-2椎骨棘球蚴病，是2019年1月进行椎板减压切除术后出现的情况。并发症：颈胸椎成角切除术后脊柱后凸，弗兰克尔D型下肢瘫痪。

病历显示，患者自2016年起抱怨胸椎椎体疼痛综合征，自行使用非甾体抗炎药保守治疗，治疗效果良好。2018年12月，在怀孕第28周时，她发现胸区椎源性疼痛综合征复发，VAS强度高达8点，下肢无力。在接下来的两周内，下位截瘫的现象进展，之后患者在住所地的妇产医院住院。入院3天后，患者出现下肢瘫痪并伴有盆腔器官功能障碍。

对患者进行了脊柱MRI检查，发现Th2体病变，椎前、椎旁和硬膜外软组织囊性扩散，Th1-3水

平脊髓受压。次日，患者被转移到地区围产期中心，在怀孕第34周进行剖腹产手术。婴儿出生时体重2620克，身高49厘米。

会诊后，临床诊断为：Th2肿瘤病灶在C7-Th3水平扩散至硬膜外间隙，下半身截瘫伴盆腔器官功能障碍。病人需要紧急减压干预。下截瘫伴盆腔器官功能障碍后的第三天，行Th1-3椎板切除术，从硬膜外间隙清除囊性形成。术后无异常，患者的神经系统状况显示出积极的趋势，下肢功能部分恢复到弗兰克尔D型瘫痪，盆腔器官功能完全恢复。手术材料的组织学结果显示为棘球绦虫。

就诊于Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology时，患者抱怨颈胸段椎源性疼痛综合征，与右上肢放疗相比，可达7点，下肢无力。神经系统状况显示弗兰克尔D型下肢瘫痪。根据Oswestry功能障碍指数（ODI）问卷估计，生活质量下降了64%。

放射检查（多层计算机断层扫描，MRI）显示Th1体完全破坏；根据Cobb，椎前和椎旁，硬膜外囊性形成，椎板切除术后颈椎后凸56°。破坏性变化和囊性形成的本质被认为是棘球蚴病的复发（图1,2）。

患者的全身躯体状况为中度。入院前，患者接受了阿苯达唑的治疗，剂量为每天400毫克，作为全身抗菌治疗。酶联免疫法测定的IgG滴度为1:800。

考虑到慢性椎源性疼痛综合征、神经功能缺损和脊柱角状后凸畸形的存在，确定手术干预的适应症。

第一阶段为脊柱后路器械固定：经内外科手术将金属结构螺钉固定在椎体C5、C6和C7、Th3-5的外侧块上。在安装支撑杆的情况下，行左侧右侧1-3根肋骨横切（图3）。

C7-Th2椎体前外侧面骨化，可进入囊膜。周围的组织用2%福尔马林溶液湿润的餐巾隔开。在囊肿壁上形成一个孔，通过这个孔用抽吸器抽出水瘤液和原骨骼（图4）。

在吸出囊肿内容物后，几丁质囊被切除，部分切除部分胸膜壁层紧密焊接到囊的下极。使用截骨刀、Kerrison钳和侧勺切除Th2椎体的残余部分，在Th1-2水平前硬膜外间隙切除残余囊肿。在最后阶段，用两根棒铰接后金属结构的支撑螺钉，在右半胸安装主动吸入性引流。术后无异常，创面一期张力愈合，第3天行胸腔引流术。

在第一次手术中，由于需要穿过脊柱根安装钛块格，我们刻意拒绝从后入路进行脊柱前路融合，这可能导致术后出现运动障碍。

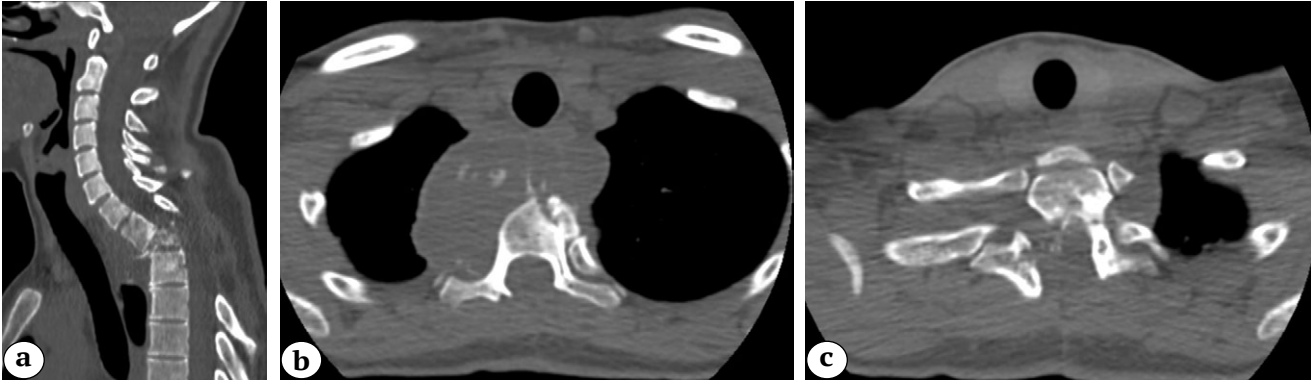


图 1 入院时的脊柱CT扫描:

a—矢状切面: Th1-2体被破坏, 56° Cobb骨角畸形;

b, c—轴切面: 椎旁囊性成分主要向右扩散, 椎管切除术后扩展性缺损C7-Th

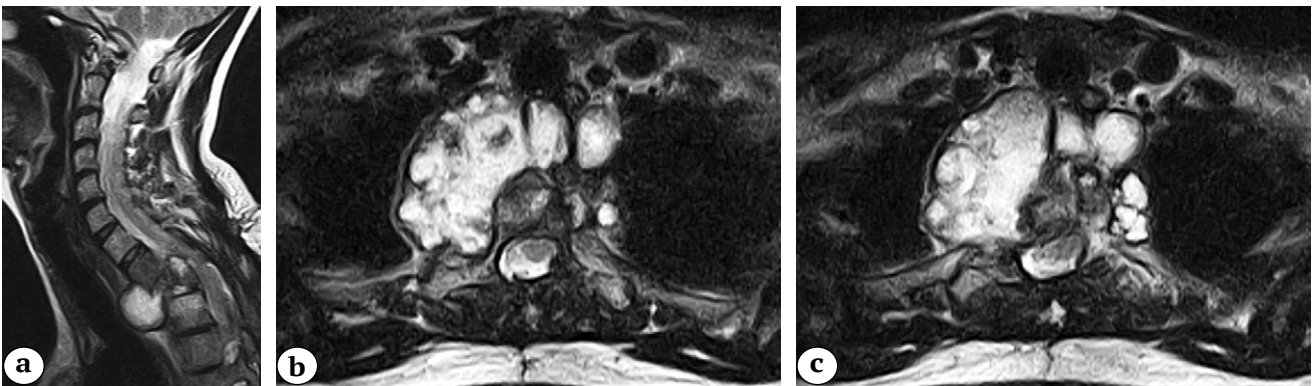


图 2 入院时的脊柱MRI:

a—矢状切面: 椎体前和硬膜外软组织成分, Th1-3处有压迫性骨髓病的迹象;

b,c—轴位片: 多囊椎旁肿块, 强度不均, 内含物致密

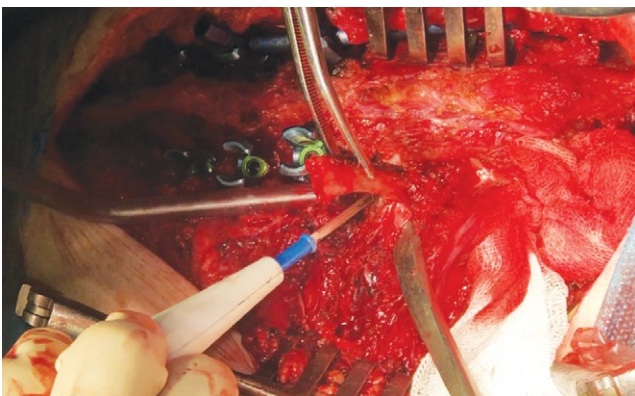


图 3 右侧1-3根肋骨的截骨术:

a—椎体切除术后的疤痕C7-Th4;

b—对侧安装的金属棒;

c—第二根肋骨的可切除部分

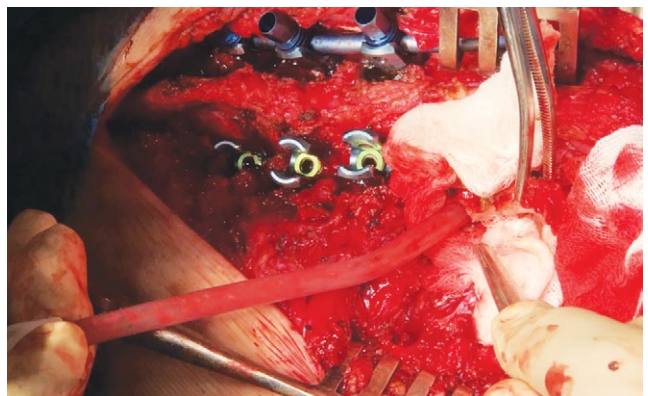


图 4 吸出囊肿内容物

第一次手术后10天,在Th1-3节段前路用钛块格和自体骨移植物(髂骨嵴)碎片重建,切除左侧椎旁棘球蚴残余囊肿,进行第二阶段手术治疗。该手术采用Smith-Robinson法,左侧通道进行。在前椎体C7-Th2的骨架化阶段,注意到舌咽间隙的瘢痕和粘连,以及左侧Th1-2处有一个圆形的椎旁肿块,有密集的囊状物。用2%福尔马林溶液浸湿的布分离周围组织后,穿刺并吸出囊肿,然后切除囊肿。然后使用高速骨钻和Kerrison钳行Th1-2椎体切除术,前路椎管减压,前路Th1-3自体固定钛块格融合。用主动抽吸引流术缝合伤口。

患者在第二次手术后第3天起身了,引流在第2天被移除。总住院时间为24天。出院时的神经系统状况显示运动障碍完全消退,下肢功能恢复到弗兰克尔E型。对照组多螺旋CT扫描的结果见图5。

对长期结果进行了12个月的跟踪调查。术后患者在居住地分期接受保守性抗寄生虫治疗(阿苯达唑)。对照的多螺旋CT显示棘球蚴未复发,Th1-3阻滞未形成,同时保留了所达到的颈胸椎矢状剖面的矫正(图6)。ODI问卷的结果是13%。根据手术材料的组织学检查结果,证实为棘球蚴病。

讨论

棘球蚴性病变的诊断是困难的。在研究棘球蚴病的病史时,有必要考虑到棘球蚴有传播的地区的生活情况、与狗的接触情况以及棘球蚴病的长期病程。在本临床病例中,在评估病史时,所有这些因素都被注意到:患者生活在流行区[13],饲养一个农场,经常与狗接触,并且已经中断治疗3年。然而,怀孕期间临床症状的表现值得注意,这可能是由于免疫系统的重组,身体防

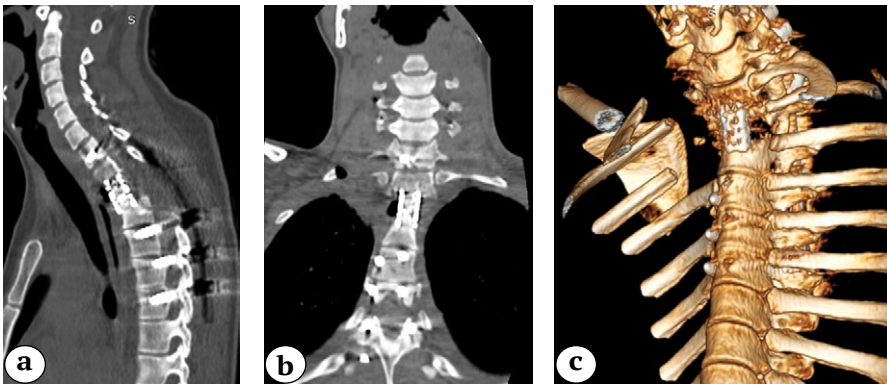


图5 出院时的多螺旋计算机断层扫描:

a—矢状面切片:钛块网格和经椎体螺钉的位置是正确的,角弓反张畸形已被消除;

b—额状面切片:右肺上叶扩散,在棘细胞囊肿部位可以看到切除后的空腔;

c—三维重建:右侧第1-2根肋骨的椎体部分被切除,钛块格子适应于形成的骨床Th1-3

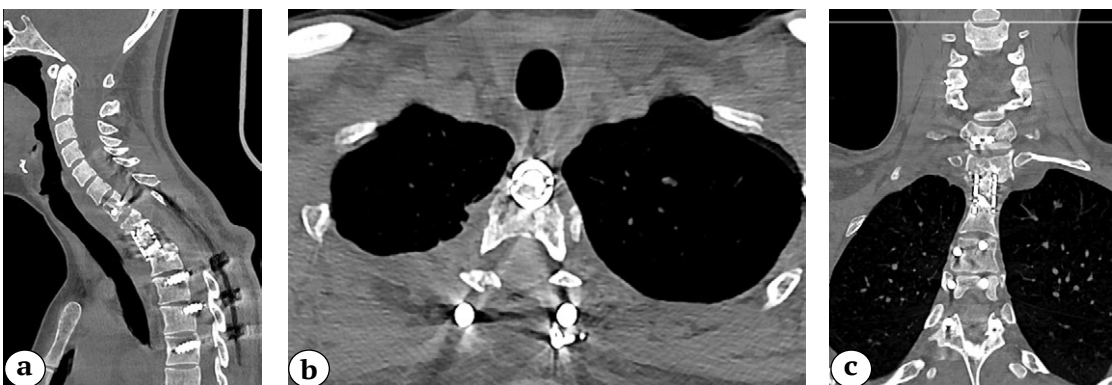


图6 术后12个月的多层计算机断层扫描:无棘球蚴复发和Th1-3块的形成,保留了已实现的颈胸椎矢状面矫正:a—矢状面;b—轴状面;c—正前面

御能力的下降,促使棘球菌囊肿的大小进展和Th2椎体的细胞破坏[14]。

在评估初级外科治疗的战术时,应注意病人转到围产中心进行紧急分娩的速度(从入院到居住地的第1天),以及进一步转到神经外科病房进行椎体减压术的速度(从出现下肢瘫痪并伴有盆

腔器官功能障碍的72小时)。然而,在初级减压三层椎板切除术中缺乏后方工具固定,导致脊柱后柱的不稳定和颈胸椎的进一步后凸。从减压到重建手术,病人有一个很长的治疗暂停期(1年10个月),尽管持续存在神经功能障碍,这一事实仍然很重要。

表 1

根据出版物脊柱棘球菌病的治疗结果

作者, 年份	病人的数量	位置	手术选项	推迟的时期
Schnepper G.D. 等人, 2004 [15]	1	Th1	椎板切除术+膀胱切除术(主手术) 经胸切除Th5-6的手术	术后4年复发(初次手术后)
Prabhakar M.M. 等人, 2005 [16]	4	Th2, L1, L/S1	椎板切除术+膀胱切除术—4	复发—50% 不稳定—50%
Herrera A. 等人2005 [6]	20	C1, Th7, L7, S5	椎板切除术+膀胱切除术—4 椎板切除术+膀胱切除术+脊柱后路器械固定—10 膀胱切除术—6	复发—60% 术后神经功能缺损—65% 死亡率(由于潜在疾病)—50%
Sengul G. 等人, 2008 [17]	5	Th3, L1, S1	椎板切除术+膀胱切除术—1 重建360° Th10-L2	复发—60% 截瘫—40%
Hamdan T.A. 等人, 2012 [18]	9	C1, Th5, L1, L/S1, S1	椎板切除术+膀胱切除术—6 椎板切除术+膀胱切除术+脊柱后路器械固定—3	复发—89% ISIA—56%
Kafaji A. 等人, 2013 [9]	36	C1, Th23, L8, L/S4	椎板切除术+膀胱切除术—17 前路膀胱切除术—18 联合进路的膀胱切除术—1	复发—89%
Gennari A. 等人, 2016 [19]	1	Th-1	偏侧椎板切除术+膀胱切除术	术后2年无复发
Gezercan Y. 等人, 2017 [5]	8	C/Th1, Th3, Th/L1, L1, L/S1, S1	椎板切除术+膀胱切除术—3 重建360° —2 膀胱切除术+ACCF*—2 椎板切除术+膀胱切除术+脊柱后路器械固定**—1	复发—63%***
Monge-Maillo B. 等人, 2019 [3]	17	Th8, Th/L4, L1, L/S3, S1	椎板切除术+膀胱切除术—9 椎板切除术+膀胱切除术+ 脊柱后路器械固定—8	ISIA—58% 不稳定—6%
Saul D.等人, 2020 [20]	1	Th1	重建360° Th6-10 (VCR**** Th8)	术后1年无复发
Tian Y. 等人, 2020 [21]	1	Th/L1	椎板切除术+膀胱切除术+ 脊柱后路器械固定—1	术后1年无复发
Manenti G. 等人, 2020 [22]	1	L1	重建360° L3-S1 (VCR L5)	术后14年复发

*—前部切除术和椎体切除术; **—后部器械固定术; ***—初次手术后12个月显示的复发率; ****—椎体切除术。

为了系统地整理现有的脊柱棘球菌病的手术治疗数据,我们使用关键词和短语搜索了PubMed、谷歌学术和eLIBRARY: spinal echinococcus, spinal hydatid cyst disease, 脊柱棘球蚴病。搜索历史是从2000年到2021年。纳入分析的出版物是基于以下标准: 1、因脊柱棘球菌病而手术的患者; 2、随访12个月或更长时间的变童。共分析了12篇出版物,总结了104例脊柱棘球菌病的手术治疗。5个出版物是对个别临床病例的描述,其余是临床系列,包括4到36个观察结果。

在入选的论文中,我们分析了以下参数: 手术治疗策略、并发症的频率和基础疾病的复发。

在已发表的病例中,胸腔(53%),较少见的是腰部(20%)、腰骶部(9%)、骶部(8.6%)和胸腰部(5%),少数孤立的病例涉及颈部和颈胸部。

大多数病例(43%)的手术干预量包括椎板切除和膀胱切除,而这一组患者的长期脊柱复发和不稳定的发生率最高[9, 15, 16, 17, 18]。从椎板切除术入路进行棘球蚴切除术结合后路器械固定可降低发生脊柱不稳定的风险,然而,它与手术干预区(ISIA)很大比例的感染有关[3, 19]。

360°重建,包括膀胱切除和椎体次全切病变过程中涉及的椎体,在控制局部复发方面效果最好[5, 17, 22]。所选出版物的数据载于表 1。

作者注意到,在某些病例中,由于囊肿和主血管位置密切,在技术上进行椎体次全切是不可能的。在我们的观察中,棘球蚴囊肿的下极延伸到胸腔的孔,并与胸膜壁层和右头臂静脉(v. brachiocephalica dextra)密切相连。通过引进一位具有主血管工作经验的胸外科医生,手术团队得以解决这一问题。

分析微生物过程复发的时机,应注意其主要表现在首次手术后12个月内[5, 6, 9],长期复发最长时间为14年[22]。

结论

脊柱棘球蚴病是一种极其罕见的疾病,而它在怀孕期间的发展尚未在文献中描述到目前为止。当计划手术干预时,应评估囊肿的解剖位置,必要时,相关专家(胸外科、血管外科医生)应参与手术。在我们的病例中,以及根据文献,三柱重建术完全切除被破坏的机体和囊性成分,可以防止复发,并提高患者的长期生活质量。脊柱棘球蚴病患者需要长期的术后观察和由多学科团队(传染病专家,肺科医生)的监督。

知情同意。

患者自愿书面知情同意发表临床观察结果。

作者声明的贡献

Naumov D.G. — 负责研究的概念, 撰写文本, 最终修订, 分阶段进行手术干预。

Vishnevsky A.A. — 负责撰写稿件的正文, 文献综述。

Tkach S.G. — 负责患者临床资料的收集与分析, 远期疗效观察, 文献复习。

Avetisyan A.O. — 负责收集和分析患者临床资料, 查阅文献, 参与第一次手术干预。

所有作者都已阅读并批准了文章的最终稿。所有作者同意对工作的各个方面负责, 以确保适当考虑和解决与工作的任何部分的正确性和可靠性相关的所有可能的问题。

利益冲突。

作者没有利益冲突。

Литература [References]

- Lupia T., Corcione S., Guerrera F., Costardi L., Ruffini E., Pinna S.M. et al. Pulmonary Echinococcosis or Lung Hydatidosis: A Narrative Review. *Surg Infect (Larchmt)*. 2021;22(5):485-495. doi: 10.1089/sur.2020.197.
- Amni F., Hajizadeh M., Elmi T., Hatam Nahavandi K., Shafaei S., Javadi Mamaghani A. et al. Different manifestation of Echinococcus granulosus immunogenic antigens in the liver and lungs of intermediate host. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2021;74:101573. doi: 10.1016/j.cimid.2020.101573.
- Monge-Maillo B., Samperio M.O., Pérez-Molina J.A., Norman F., Mejía C.R., Tojeiro S.Ch. et al. Osseous cystic echinococcosis: A case series study at a referral unit in Spain. *PLoS Negl Trop Dis*. 2019;13(2):e0007006. doi: 10.1371/journal.pntd.0007006.
- Agnihotri M., Goel N., Shenoy A., Rai S., Goel A. Hydatid disease of the spine: A rare case. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2017;8(2):159-160. doi: 10.4103/jcvjs.JCVJS_16_17.
- Gezercan Y., Ökten A.I., Çavuş G., Açıık V., Bilgin E. Spinal Hydatid Cyst Disease. *World Neurosurg*. 2017;108:407-417. doi: 10.1016/j.wneu.2017.09.015.
- Herrera A., Martínez A.A., Rodríguez J. Spinal hydatidosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(21):2439-2444. doi: 10.1097/01.brs.0000184688.68552.90.
- Faucher J.F., Descotes-Genon C., Hoen B., Godard J., Félix S., Aubry S. et al. Hints for control of infection in unique extrahepatic vertebral alveolar echinococcosis. *Infection*. 2017;45(3):365-368. doi: 10.1007/s15010-016-0974-z.
- Caglar Y.S., Ozgural O., Zaimoglu M., Kilinc C., Eroglu U., Dogan I. et al. Spinal Hydatid Cyst Disease: Challenging Surgery - an Institutional Experience. *J Korean Neurosurg Soc*. 2019;62(2):209-216. doi: 10.3340/jkns.2017.0245.
- Kafaji A., Al-Zain T., Lemcke J., Al-Zain F. Spinal manifestation of hydatid disease: a case series of 36 patients. *World Neurosurg*. 2013;80(5):620-626. doi: 10.1016/j.wneu.2013.06.015.

10. Nourrisson C., Mathieu S., Beytout J., Cambon M., Poirier P. [Osteolytic bone lesion: vertebral alveolar echinococcosis in a patient with splenectomy]. *Rev Med Interne*. 2014;35(6):399-402. (In French). doi: 10.1016/j.revmed.2013.06.004.
11. Abbassioun K., Amirjamshidi A. Diagnosis and management of hydatid cyst of the central nervous system: Part 2: Hydatid cysts of the skull, orbit, and spine. *Neurosurg Q*. 2001;11:10-16. Available from: https://journals.lww.com/neurosurgery-quarterly/Fulltext/2001/03000/Diagnosis_and_Management_of_Hydatid_Cyst_of_the.2.aspx.
12. Velasco-Tirado V., Alonso-Sardón M., Lopez-Bernus A., Romero-Alegria A., Burguillo F.J., Muro A. et al. Medical treatment of cystic echinococcosis: systematic review and meta-analysis. *BMC Infect Dis*. 2018;18(1):306. doi: 10.1186/s12879-018-3201-y.
13. Корнеев А.Г., Тришин М.В., Соловых В.В., Кривуля Ю.С., Боженова И.В. Эхинококкоз в Оренбургской области: эпидемиологические, иммунологические и таксономические аспекты. *Актуальная инфектология*. 2014;4(5):46-49. Korneev A.G., Trishin M.V., Solovykh V.V., Krivulya Yu.S., Bozhenova I.V. [Echinococcosis in the Orenburg region: epidemiological, immunological and taxonomic aspects]. *Aktual'naya infektologiya* [Actual Infectology]. 2014;4(5):46-49. (In Russian).
14. Мусаев Г.Х., Шарипов Р.Х., Фатьянова А.С., Левкин В.В., Ищенко А.И., Зуев В.М. Эхинококкоз и беременность: подходы к тактике лечения. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;5:38-41. doi: 10.17116/hirurgia201905138. Musaev G.Kh., Sharipov R.Kh., Fatyanova A.S., Levkin V.V., Ishchenko A.I., Zuev V.M. [Echinococcosis and pregnancy: approaches to treatment tactics]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* [Pirogov Russian Journal of Surgery]. 2019;5:38-41. (In Russian). doi: 10.17116/hirurgia201905138.
15. Schnepfer G.D., Johnson W.D. Recurrent spinal hydatidosis in North America. Case report and review of the literature. *Neurosurg Focus*. 2004;17(6):E8. doi: 10.3171/foc.2004.17.6.8.
16. Prabhakar M.M., Acharya A.J., Modi D.R., Jadav B. Spinal hydatid disease: a case series. *J Spinal Cord Med*. 2005;28:426-431. doi: 10.1080/10790268.2005.11753843.
17. Sengul G., Kadioglu H.H., Kayaoglu C.R., Aktas S., Akar A., Aydin I.H. Treatment of spinal hydatid disease: a single center experience. *J Clin Neurosci*. 2008;15(5):507-510. doi: 10.1016/j.jocn.2007.03.015.
18. Hamdan T.A. Hydatid disease of the spine: a report on nine patients. *Int Orthop*. 2012;36(2):427-432. doi: 10.1007/s00264-011-1480-7.
19. Gennari A., Almairac F., Litrico S., Albert C., Marty P., Paquis P. Spinal cord compression due to a primary vertebral hydatid disease: A rare case report in metropolitan France and a literature review. *Neurochirurgie*. 2016;62(4):226-228. doi: 10.1016/j.neuchi.2016.03.001.
20. Saul D., Seitz M.T., Weiser L., Oberthür S., Roch J., Bremmer F. et al. Of Cestodes and Men: Surgical Treatment of a Spinal Hydatid Cyst. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2020;81(1):86-90. doi: 10.1055/s-0039-1693707.
21. Tian Y., Jiang M., Shi X., Hao Y., Jiang L. Case Report: Huge Dumbbell-Shaped Primary Hydatid Cyst Across the Intervertebral Foramen. *Front Neurol*. 2020;11:592316. doi: 10.3389/fneur.2020.592316.
22. Manenti G., Censi M., Pizzicannella G., Pucci N., Pitocchi F., Calcagni A. et al. Vertebral hydatid cyst infection. A case report. *Radiol Case Rep*. 2020;15(5):523-527. doi: 10.1016/j.radcr.2020.01.029.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наумов Денис Георгиевич — канд. мед. наук, заведующий отделением хирургии позвоночника, старший научный сотрудник, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; ассистент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: dgnaumov1@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9892-6260>

Вишневецкий Аркадий Анатольевич — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, нейрохирург отделения хирургии позвоночника, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: vichnevsky@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9186-6461>

Ткач Сергей Геннадьевич — врач-ординатор, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: tkach2324sergei@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7135-7312>

Аветисян Армен Оникович — канд. мед. наук, заведующий туберкулезным легочно-хирургическим (торакальным) отделением, старший научный сотрудник, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: avetisyan.armen7@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4590-2908>

AUTHORS' INFORMATION:

Denis G. Naumov — Cand. Sci. (Med.), St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
e-mail: dgnaumov1@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9892-6260>

Arkadiy A. Vishnevskiy — Dr. Sci. (Med.), St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia
e-mail: vichnevsky@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9186-6461>

Sergey G. Tkach — St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
e-mail: tkach2324sergei@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7135-7312>

Armen O. Avetisyan — Cand. Sci. (Med.), St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia
e-mail: avetisyan.armen7@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4590-2908>



Эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай

В.В. Кузнецов, С.М. Гуди, Л.К. Скуратова, И.А. Пахомов

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

Реферат

Актуальность. Для оперативного лечения пациентов с посттравматическим асептическим некрозом таранной кости и его последствиями обычно используют большеберцово-таранно-пяточный артродез, включающий различные суставы стопы по дополнительным показаниям. Такой вид хирургического лечения, несмотря на свои достоинства, обладает рядом существенных недостатков: высокая травматичность, необратимая потеря движений в функционально значимых суставах, высокий риск несращений и остаточных деформаций, необходимость длительных сроков иммобилизации конечности. Возникает вопрос: как преодолеть существующие недостатки и улучшить результаты лечения пациентов с посттравматическим асептическим некрозом таранной кости? Потенциальным решением данной проблемы является эндопротезирование таранной кости. **Описание клинического случая.** Пациентка 64 лет обратилась в клинику с жалобами на боль и деформацию правой стопы и области голеностопного сустава. После проведенного обследования был диагностирован посттравматический асептический некроз таранной кости. Пациентке было выполнено эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава, выполнен курс реабилитационного лечения. **Результаты.** Показатели шкал VAS и AOFAS продемонстрировали существенное улучшение как в виде снижения болевых ощущений в 7,5 раз: с 75 мм перед операцией до 10 мм, так и функционального состояния по AOFAS в 2,2 раза: с 36 до 80 баллов через 20 мес. после хирургического вмешательства. К последнему контрольному визиту пациентка могла делать более 8000 шагов в день. **Заключение.** Учитывая хороший клинический результат, эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава можно считать перспективным методом лечения посттравматического асептического некроза таранной кости.

Ключевые слова: посттравматический асептический некроз таранной кости, эндопротезирование голеностопного сустава, тибиальный компонент, индивидуальный керамический эндопротез.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Кузнецов В.В., Гуди С.М., Скуратова Л.К., Пахомов И.А. Эндопротезирование таранной кости керамическим эндопротезом в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):111-119. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1638>.

Cite as: Kuznetsov V.V., Gudi S.M., Skuratova L.K., Pakhomov I.A. [Total Talar Replacement with Ceramic Implant in Combination with Tibial Component of Ankle Endoprosthesis: A Case Report]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):111-119. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1638>.

Кузнецов Василий Викторович / *Vasilii V. Kuznetsov*; e-mail: vkuznecovniito@gmail.com

Рукопись получена: 02.07.2021. Рукопись одобрена: 13.09.2021. Статья опубликована онлайн: 22.11.2021.
Submitted: 02.07.2021. Accepted: 13.09.2021. Published Online: 22.11.2021.



Total Talar Replacement with Ceramic Implant in Combination with Tibial Component of Ankle Endoprosthesis: A Case Report

Vasilii V. Kuznetsov, Sergei M. Gudi, Liliya K. Skuratova,
Igor A. Pakhomov

*Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics,
Novosibirsk, Russia*

Abstract

Background. Surgical treatment of patients with talus posttraumatic aseptic necrosis and its consequences usually includes tibiotalar arthrodesis with various foot joints according to additional indications. This type of surgical treatment has number of significant disadvantages: traumatic surgical technique, permanent loss of movement in functionally significant joints, high risk of non-union, high frequency of residual deformities, the need for long periods of limb immobilization. The question arises: how to overcome the existing disadvantages and improve the results of talus posttraumatic aseptic necrosis treatment? A potential solution to this problem is the total talus endoprosthetics. **Clinical case.** A 64-year-old patient came to the clinic complaining of pain and deformity of the right foot and ankle area. After the examination, talus posttraumatic aseptic necrosis was diagnosed. The patient underwent ankle joint arthroplasty using total talus ceramic endoprosthesis in combination with the tibial component of the ankle joint endoprosthesis, a course of rehabilitation treatment was performed. **Results.** The VAS and AOFAS scales indicators showed a significant improvement both in the pain decrease (from 75 mm before surgery to 10 mm after), and in the functional state according to AOFAS by 2.2 times (from 36 to 80 points 20 months after surgery). By the last follow-up the patient could take more than 8000 steps a day. **Conclusion.** Considering the good clinical result achieved, the ankle joint arthroplasty using total talus ceramic endoprosthesis in combination with the tibial component of the ankle joint endoprosthesis can be considered a promising method of treatment of this severe pathology.

Keywords: talus posttraumatic aseptic necrosis, ankle arthroplasty, tibial component, talus, individual ceramic endoprosthesis.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Посттравматический асептический некроз таранной кости (ПАНТК) является тяжелым инвалидирующим заболеванием, приводящим к формированию кист таранной кости, варусной или вальгусной деформации стопы, обезображивающему остеоартрозу голеностопного, подтаранного и шопарова суставов, быстрой инвалидизации пациентов.

Диагностика ПАНТК на ранних стадиях затруднена, пациенты обращаются за помощью на поздних стадиях заболевания, когда консервативное лечение неэффективно. На сегодняшний день общепринятым является хирургическое лечение.

В исторической ретроспективе основным методом лечения ПАНТК считалась астрагалэктомия, рекомендованная в случаях самых тяжелых поражений таранной кости, таких как фрагментация, коллапс, рассасывание, невозможность сохране-

ния суставов, окружающих таранную кость [1]. Безусловно, функциональные исходы этой операции не соответствуют современному уровню ожиданий пациентов и требований ортопедов к исходам оперативного лечения.

В наше время хирургическое лечение пациентов с ПАНТК и его последствиями обычно представлено большеберцово-таранно-пяточным артродезом (БТПА), который дополняется различными реконструктивными вмешательствами по дополнительным показаниям. Такой вид хирургического лечения, несмотря на свои достоинства, обладает рядом существенных недостатков, таких как высокая травматичность, необратимая потеря движений в функционально значимых суставах, высокий риск несращений, большая частота остаточных деформаций, необходимость длительных сроков иммобилизации конечности [2].

Реалиями сегодняшнего дня являются прогресс лечебно-диагностических технологий, воз-

росшая техническая грамотность как врачей, так и пациентов. Перечисленные факторы являются причинами появления у них высоких требований к сохранению и восстановлению утраченных функций конечности в максимально короткие сроки.

Возникает вопрос: каким образом преодолеть существующие недостатки традиционных методов и улучшить результаты лечения пациентов с ПАНТК? Потенциальным решением данной проблемы является эндопротезирование таранной кости (ЭТК). По данным литературы, имплантация индивидуального тотального эндопротеза таранной кости имеет хорошие долгосрочные результаты [3, 4, 5, 6, 7]. Наиболее важными факторами успеха являются достижение конгруэнтности суставных поверхностей, стабильности капсульно-связочного аппарата и сохранение биомеханики таранной кости и окружающих ее суставов.

Поэтому нашей целью было создание индивидуального керамического имплантата таранной кости и использование его в сочетании с тибиальным компонентом для установки имплантата в анатомическое положение и создания подвижного звена с большеберцовой костью. В литературе упоминания о комбинированном ЭТК встречаются довольно редко и носят в основном экспериментальный характер [8].

В представленном клиническом примере мы описываем собственный опыт первого в отечественной клинической практике применения индивидуального керамического эндопротеза таранной кости в сочетании с тибиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава с формированием незафиксированных сочленений заднего отдела стопы на основе пары трения «керамика-кость» в таранно-ладьевидном, подтаранном суставах и «керамика-полиэтилен» в таранно-большеберцовом суставе.

Описание клинического случая

Анамнез

В клинику ортопедии ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна обратилась пациентка 64 лет с жалобами на боли и деформацию заднего отдела правой стопы, хромоту. В 2008 г. по поводу перелома Maisonneuve пациентка получала консервативное лечение с плохим результатом. В связи с этим в 2009 г. ей проводили попытку артродеза заднего отдела стопы в аппарате внешней фиксации, не увенчавшуюся успехом. Через 5 лет произошли резкое ухудшение состояния, усиление отека, боли, быстрое прогрессирование деформации стопы (рис. 1).

Предоперационное обследование

Лучевые методы обследования (рентгенография, МРТ, МСКТ голеностопного сустава) показали несомненные признаки ПАНТК и его осложнений в виде коллапса таранной кости, множественных кист большеберцовой, таранной, пяточной костей и т.д. (рис. 2, 3, 4).

При углубленной оценке состояния голеностопного сустава отмечен грубый обезображивающий остеоартроз пилона большеберцовой кости, полностью исключая опору на нее имплантата таранной кости. Было принято решение использовать для восстановления опорности пилона большеберцовой кости тибиальный компонент эндопротеза голеностопного сустава.

На основании клинических находок и данных инструментальных методов обследования установлен диагноз: посттравматический асептический некроз таранной кости; коллапс блока таранной кости; деформирующий остеоартроз большеберцово-таранного, таранно-ладьевидного суставов 3 ст.; анкилоз подтаранного сустава; фиксированная плосковальгусная деформация правой стопы с отведением переднего отдела; посттравматический дегенеративный дистальный межберцовый диастаз.

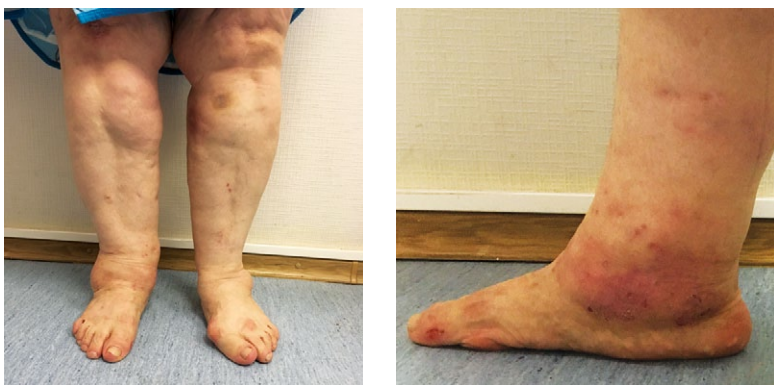


Рис. 1. Пациентка 64 лет: внешний вид нижних конечностей при поступлении

Fig. 1. Patient, 64 years old: photo of the lower extremities before surgery



Рис. 2. Рентгенограммы голеностопных суставов:

а — рентгенограмма в прямой проекции: посттравматический дегенеративный дистальный межберцовый диастаз, подозрение на грубую вальгусную деформацию области голеностопного сустава, посттравматический деформирующий остеоартроз голеностопного сустава 3 ст.;

б — рентгенограмма в боковой проекции: коллапс тела таранной кости, свода стопы, деформирующий остеоартроз голеностопного, таранно-ладьевидного суставов 3 ст., анкилоз подтаранного сустава

Fig. 2. X-rays of the ankle joints:

a — AP X-ray: posttraumatic degenerative distal tibial diastasis, suspicion of gross valgus deformity of the ankle area, 3 stage of posttraumatic deforming osteoarthritis of the ankle joint;

b — X-ray in lateral projection: collapse of the talus body, arch of the foot, 3 stage of deforming osteoarthritis of the ankle, talonavicular joint, ankylosis of the subtalar joint



Рис. 3. МСКТ голеностопных суставов.

Правосторонний крузартроз 3 ст. Правый голеностопный сустав деформирован. Суставные поверхности четкие, неровные, субхондральный остеосклероз суставных поверхностей с кистовидной перестройкой. Суставная щель нитевидно сужена. Исход посттравматического асептического некроза правой таранной кости

Fig. 3. MSCT of the ankle joints.

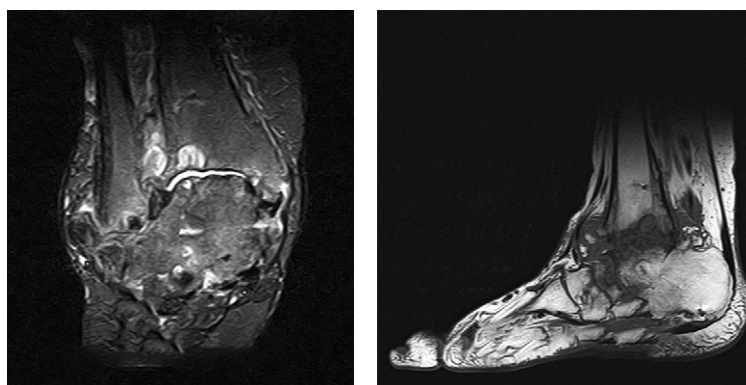
Right-sided 3 stage osteoarthritis of the ankle joint. The right ankle joint is deformed. Articular surfaces are clear, uneven, subchondral osteoarthritis of articular surfaces with cyst-like rearrangement. The articular gap is threadlike narrowed. Outcome of posttraumatic aseptic necrosis of the right talus

Рис. 4. МРТ голеностопного сустава.

Выраженный отек губчатого вещества тела таранной кости, множественные кисты костей заднего отдела стопы, выраженная параартикулярная воспалительная реакция тканей

Fig. 4. MRI of the ankle joint.

Pronounced swelling of the spongy substance of the talus body, multiple bone cysts of the posterior part of the foot, pronounced paraarticular inflammatory reaction of tissues



Предоперационное планирование

На основании поставленного диагноза сформулированы показания к хирургическому лечению — эндопротезированию таранной кости и пилона большеберцовой кости, фиксации дистального межберцового синдесмоза.

Для осуществления предоперационного плана потребовалось изготовление индивидуально-го эндопротеза таранной кости. Для этого была выполнена КТ пораженной и здоровой таранных костей, результаты которой были переданы на научно-производственную базу, где были использованы для изготовления керамического эндопротеза на основе цифрового построения зеркальной 3D-модели здоровой таранной кости.

Готовый трансплантат в производственном отделе был подвергнут механо-прочностным испытаниям, показавшим удовлетворительные характеристики его прочности. Таким образом, с помощью цифровых технологий была создана 3D-модель, послужившая виртуальным шаблоном для изготовления индивидуального керамического эндопротеза таранной кости.

В до- и послеоперационном периодах проводилась оценка уровня болевого синдрома и функционального состояния по шкалам VAS и AOFAS (шкала Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава) [9, 10, 11].

Техника операции

После премедикации в условиях чистой операционной под спинномозговой анестезией, в положении больного на спине с валиком под больной ногой был выполнен передний доступ к голеностопному суставу, затем — капсулотомия голеностопного сустава. Клиническая проба продемонстрировала нестабильность дистального межберцового синдесмоза, что явилось показанием

к удалению интерпонирующих рубцов, редукции малоберцовой кости в вырезку большеберцовой кости и фиксации болтом-стяжкой. Выполнена пластика растянутых передней межберцовой и передней таранно-малоберцовой связок местными тканями. Интраоперационно был отмечен костный анкилоз в подтаранном суставе. Пораженная таранная кость была полностью удалена методом фрагментирования. Ориентиром для удаления таранной кости послужили остатки суставной щели подтаранного сустава, заполненные фрагментами суставного хряща, костной и рубцовой тканей. Патологически измененные ткани вместе с гипертрофированной синовиальной оболочкой были направлены на гистологическое исследование, которое показало необратимые дегенеративные изменения суставных поверхностей (рис. 5). Попытка имплантации ЭТК не удалась из-за грубой деформации пилона большеберцовой кости.

Далее, согласно предоперационному плану, был установлен тибиальный компонент эндопротеза голеностопного сустава. Размеры тибиального компонента и вкладыша были заранее рассчитаны и соответствовали интраоперационным измерениям. После установки тибиального компонента и полиэтиленового вкладыша без технических сложностей установлен керамический индивидуальный эндопротез таранной кости. После установки имплантата отмечены коррекция деформации, натяжение связочного аппарата, восстановление почти полного объема движений в голеностопном суставе (рис. 6). На этом основной этап хирургического вмешательства был закончен, произведено послойное ушивание раны. Дренажирование раны активным дренажом на одни сутки, наложена асептическая повязка, временная иммобилизация глубокой задней гипсовой шиной.

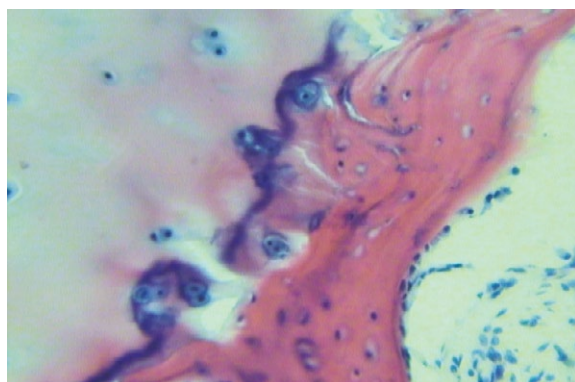


Рис. 5. Зона некроза блока таранной кости: разрушение базофильной линии, внедрение процесса некроза в хрящевую ткань.

Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×200

Fig. 5. The zone of necrosis of the talus block: destruction of the basophilic line, introduction of the necrosis process into cartilage tissue.

Stained with hematoxylin and eosin. Mag. ×200

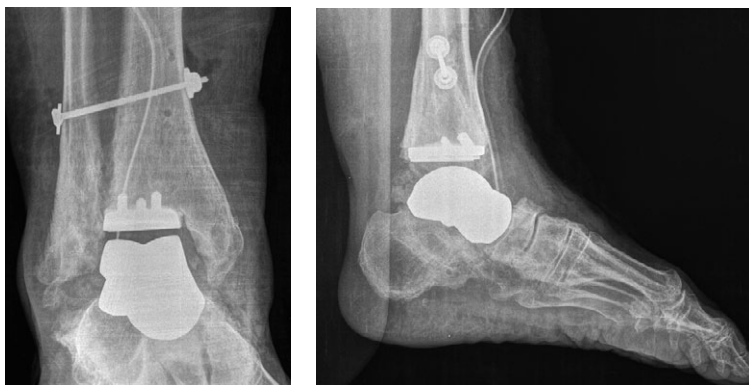


Рис. 6. Интраоперационные рентгенограммы голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях: визуализируется наличие имплантата таранной кости, тибиальный компонент эндопротеза голеностопного сустава, болт-стяжка. Восстановление контуров голеностопного сустава и стопы
Fig. 6. Intraoperative X-rays of the ankle joint in the AP and lateral planes: the presence of a talus implant, a tibial component of the ankle joint endoprosthesis, syndesmotomic screw is visualized. Restoration of the ankle joint and foot contours

Послеоперационный период

В послеоперационном периоде проводили перевязки. Дренаж удален на следующий день. Имобилизацию осуществляли съёмным жестким ортезом. Пациентка была обучена ходьбе с костылями без опоры на оперированную нижнюю конечность сроком на 4 нед., проводилось медикаментозное лечение. Имобилизация и антикоагулянтная терапия прекращены в запланированные сроки. Через 4 нед. пациентка начала нагрузку на оперированную ногу с использованием костылей и постепенным отказом от них в течение месяца. После прекращения иммобилизации разрешена дозированная нагрузка на ногу, проведены массаж, физиолечение, кинезиотерапия, лечебная физкультура.

Результаты

Показатели VAS продемонстрировали существенное улучшение в виде снижения болевых

ощущений в 7,5 раз: с 75 мм перед операцией до 10 мм, а также улучшение функционального состояния по AOFAS в 2,2 раза: с 36 до 80 баллов через 20 мес. после хирургического вмешательства. К последнему контрольному визиту пациентка могла делать более 8000 шагов в день.

У пациентки сохранялся отек оперированной нижней конечности в течение 3 мес. после операции, значительно уменьшающийся за ночь. Контрольная рентгенография показала отсутствие признаков нестабильности, сохранение хорошей анатомической позиции имплантата таранной кости и тибиального компонента эндопротеза голеностопного сустава. Суммарный объем пассивных и активных движений в голеностопном суставе на момент последнего контрольного осмотра равен 28°, из них тыльная флексия — 12°, подошвенная флексия — 16°, что можно охарактеризовать как приемлемый результат по сравнению с нормальным объемом движений в суставе (рис. 7, 8).

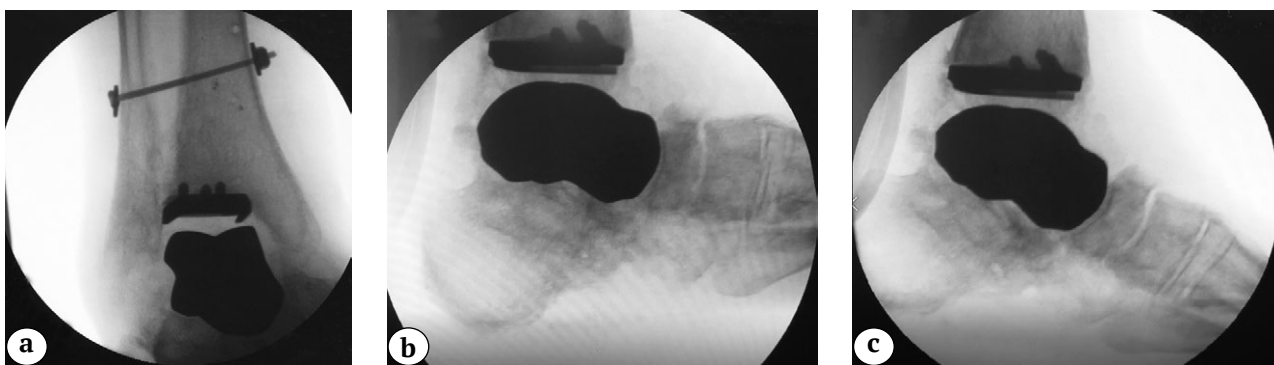


Рис. 7. Контрольные рентгенограммы голеностопного сустава через 20 мес. после операции: а — на рентгенограмме в прямой проекции отмечается хорошее стояние металлоконструкций, сохранение контуров голеностопного сустава; б, с — функциональные рентгенограммы в боковой проекции при тыльном и подошвенном сгибании стопы: хорошее стояние компонентов эндопротезов, суммарный объем движений 28°

Fig. 7. Control X-rays of the ankle joint 20 months after surgery: а — on the X-ray in the AP plane, good position of hardware is noted, preservation of the ankle contours; б, с — функциональные рентгенограммы в боковой проекции при тыльном и подошвенном сгибании стопы: хорошее стояние компонентов эндопротезов, суммарный объем движений 28°



Рис. 8. Внешний вид нижней конечности пациентки: коррекция деформации, увеличение свода стопы

Fig. 8. Photo of the lower limb: correction of deformation, an increase in the arch of the foot

Обсуждение

По мере накопления клинического материала мы убедились в необходимости перехода от БТПА к более современным щадящим методам лечения. Анализ современной литературы показал предпочтительность эндопротезирования таранной кости [12]. Метод известен с середины XX в., но результаты эндопротезирования таранной кости в то время были спорными в связи с отсутствием специализированного инструментария, технических недостатков имплантатов, разноречивости показаний к хирургическому лечению и т.д. Однако с течением времени эндопротезы таранной кости совершенствовались, и на сегодняшний день это направление характеризуется активным развитием [13, 14]. Безусловно, БТПА является радикальным хирургическим вмешательством, эффективность которого подтверждена многолетней хирургической практикой во всем мире, особенно у молодых и активных пациентов. Тем не менее нет нужды в очередной раз перечислять многочисленные и непреодолимые недостатки БТПА.

Степень и распространенность поражения тела таранной кости и голеностопного сустава часто не позволяют выполнить эндопротезирование голеностопного сустава. Фрагментация, наличие огромных кист, коллапс тела и другие поражения являются причинами этого феномена [15]. Сомнительна жизнеспособность настолько большого массива костной ткани, как тело таранной кости. Следует отметить крайне низкий потенциал к сращению у скрепляемых костей даже в условиях стабильной фиксации и при использовании массивных костных аутоотрансплантатов, что является самостоятельной проблемой в ортопедии и травматологии [16]. Все перечисленное ставит перед профессиональным сообществом вопрос: как снизить травматичность вмешательства и улучшить его результаты? Ответ дает анализ публикаций — все большей популярностью пользуется ЭТК.

Интересный факт: в начале 50–60-х гг. XX в. эта технология была разработана в Японии для облегчения проведения чайной церемонии

у пациентов с тяжелыми крузартрозами. При этом ее эффективность оказалась настолько высокой, что в наше время операция проводится как во всем Азиатско-Тихоокеанском регионе, так и в экономически развитых странах мира [17]. Не были решены вопросы: из какого материала должен быть изготовлен имплантат, какими обладать качествами, какая позиция в отношении к окружающим таранную кость суставам. Эволюция эндопротеза таранной кости прошла сложный путь. В качестве материала предлагались титан-ванадиевые и кобальт-хромовые сплавы, керамика и т.д. Предлагались различные конструкции таранной кости, а именно эндопротезы блока с сохранением головки, тотальные эндопротезы, включая ладьевидную кость [18]. На сегодняшний день оптимальной конструкцией считается тотальный эндопротез таранной кости, при этом дискуссия о материалах продолжается [19].

Не утихают споры о способе осуществления взаимодействия эндопротеза таранной кости с таранно-ладьевидной и подтаранной суставными поверхностями. Предлагались различные технологии винтовой фиксации, монолитные и адаптируемые ножки для фиксации этих суставов, разные способы обработки контактирующих поверхностей (полируемые, неполируемые). В наше время создание конгруэнтной поверхности с перечисленными суставами и их прецизионная полировка создают компенсацию взаимодействия на границе «эндопротез таранной кости – хрящ» [20]. Это подтверждается и нашим наблюдением.

Заключение

Несмотря на единичное наблюдение, результат эндопротезирования таранной кости можно считать обнадеживающим. При дальнейшем совершенствовании этот метод может заменить большеберцово-таранно-пяточный артродез. При планировании эндопротезирования таранной кости необходимо оценивать степень поражения пилона большеберцовой кости для постановки показаний к его эндопротезированию. Использование

эндопротезирования пилона большеберцовой кости позволяет имплантировать эндопротез таранной кости в анатомическое положение, создать условия для благоприятного функционирования имплантата таранной кости, что позволит улучшить результаты лечения пациентов с ПАНТК.

Информированное согласие

Пациентка дала добровольное информированное письменное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Литература [References]

- Lampert C. [Ankle joint prosthesis for bone defects]. *Orthopade*. 2011;40(11):978-983. (In German). doi: 10.1007/s00132-011-1826-2.
- Cohen M.M., Kazak M. Tibiocalcaneal Arthrodesis With a Porous Tantalum Spacer and Locked Intramedullary Nail for Post-Traumatic Global Avascular Necrosis of the Talus. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(6):1172-1177. doi: 10.1053/j.jfas.2015.01.009.
- Magnan B., Facci E., Bartolozzi P. Traumatic loss of the talus treated with a talar body prosthesis and total ankle arthroplasty. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(8):1778-1782. doi: 10.2106/00004623-200408000-00024.
- Gadkari K.P., Anderson J.G., Bohay D.R., Maskill J.D., Padley M.A., Behrend L.A. An Eleven-Year Follow-up of a Custom Talar Prosthesis After Open Talar Extrusion in an Adolescent Patient: A Case Report. *JBJS Case Connect*. 2013;3(4):e118. doi: 10.2106/JBJS.CC.L.00331.
- Harnroongroj T., Harnroongroj T. The Talar Body Prosthesis: Results at Ten to Thirty-six Years of Follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(14):1211-1218. doi: 10.2106/JBJS.M.00377.
- Harnroongroj T., Vanadurongwan V. The talar body prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(9):1313-1322. doi: 10.2106/00004623-199709000-00005.
- Taniguchi A., Takakura Y., Tanaka Y., Kurokawa H., Tomiwa K., Matsuda T. et al. An Alumina Ceramic Total Talar Prosthesis for Osteonecrosis of the Talus. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(16):1348-1353. doi: 10.2106/JBJS.N.01272.
- Regauer M., Lange M., Soldan K., Peyerl S., Baumbach S., Böcker W. et al. Development of an internally braced prosthesis for total talus replacement. *World J Orthop*. 2017;8(3):221-228. doi: 10.5312/wjo.v8.i3.221.
- Bijur P.E., Silver W., Gallagher E.J. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med*. 2001;8(12):1153-1157. doi: 10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x.
- Kitaoka H.B., Alexander I.J., Adelaar R.S., Nunley J.A., Myerson M.S., Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994;15(7):349-353. doi: 10.1177/107110079401500701.
- Ibrahim T., Beiri A., Azzabi M., Best A.J., Taylor G.J., Menon D.K. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg*. 2007;46(2):65-74. doi: 10.1053/j.jfas.2006.12.002.
- Rodrigues-Pinto R., Muras J., Martín Oliva X., Amado P. Total ankle replacement in patients under the age of 50. Should the indications be revised? *Foot Ankle Surg*. 2013;19(4):229-233. doi: 10.1016/j.fas.2013.05.004.
- Taniguchi A., Takakura Y., Sugimoto K., Hayashi K., Ouchi K., Kumai T. et al. The use of a ceramic talar body prosthesis in patients with aseptic necrosis of the talus. *J Bone Joint Surg Br*. 2012;94(11):1529-1533. doi: 10.1302/0301-620X.94B11.29543.
- Morash J., Walton D.M., Glazebrook M. Ankle Arthrodesis Versus Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Clin*. 2017;22(2):251-266. doi: 10.1016/j.fcl.2017.01.013.
- Giannini S., Cadossi M., Mazzotti A., Ramponi L., Belvedere C., Leardini A. Custom-Made Total Talonavicular Replacement in a Professional Rock Climber. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(6):1271-1275. doi: 10.1053/j.jfas.2015.04.012.
- Gross C.E., Sershon R.A., Frank J.M., Easley M.E., Holmes G.B. Jr. Treatment of Osteonecrosis of the Talus. *JBJS Rev*. 2016;4(7):e2. doi: 10.2106/JBJS.RVW.15.00087.
- Shnol H., LaPorta G.A. 3D Printed Total Talar Replacement: A Promising Treatment Option for Advanced Arthritis, Avascular Osteonecrosis, and Osteomyelitis of the Ankle. *Clin Podiatr Med Surg*. 2018;35(4):403-422. doi: 10.1016/j.cpm.2018.06.002.
- Tsukamoto S., Tanaka Y., Maegawa N., Shinohara Y., Taniguchi A., Kumai T. et al. Total talar replacement following collapse of the talar body as a complication of total ankle arthroplasty: a case report. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(11):2115-2120. doi: 10.2106/JBJS.I.01005.
- Stevens B.W., Dolan C.M., Anderson J.G., Bukrey C.D. Custom talar prosthesis after open talar extrusion in a pediatric patient. *Foot Ankle Int*. 2007;28(8):933-938. doi: 10.3113/FAI.2007.0933.
- Takakura Y., Tanaka Y., Kumai T., Sugimoto K., Ohgushi H. Ankle arthroplasty using three generations of metal and ceramic prostheses. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(424):130-136. doi: 10.1097/01.blo.0000131246.79993.ec.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кузнецов Василий Викторович — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия,
e-mail: vkuznecovniito@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>

AUTHORS' INFORMATION:

Vasilii V. Kuznetsov — Cand. Sci. (Med.), Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: vkuznecovniito@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6287-8132>

Гуди Сергей Михайлович — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
e-mail: smgudinsk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1851-5566>

Скуратова Лилия Константиновна — врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
e-mail: lilipetrov@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3736-3270>

Пахомов Игорь Анатольевич — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель функциональной группы патологии стопы и голеностопного сустава, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
e-mail: pahomovigor@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1501-0677>

Sergei M. Gudi — Cand. Sci. (Med.), Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: smgudinsk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1851-5566>

Liliya K. Skuratova — Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: lilipetrov@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3736-3270>

Igor A. Pakhomov — Dr. Sci. (Med.), Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia
e-mail: pahomovigor@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1501-0677>

Заявленный вклад авторов

Кузнецов В.В. — разработка концепции и дизайна индивидуального имплантата, оперативное лечение пациента, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Гуди С.М. — сбор и обработка материала.

Скуратова Л.К. — сбор и обработка материала.

Пахомов И.А. — разработка концепции и дизайна индивидуального имплантата, оперативное лечение пациента, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Обзорная статья
УДК 616-018.4:615.357
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1609>



Гормональная регуляция остеогенеза: обзор литературы

А.М. Мироманов, К.А. Гусев

ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Чита, Россия

Реферат

Актуальность. Эндокринная система занимает ведущее место не только в регуляции механизмов роста и развития, но и в реакциях компенсации при воздействии на организм экстремальных факторов. Скоординированная гормональная регуляция способствует правильному ответу приспособительных процессов макроорганизма, направленных на восстановление и поддержание гомеостаза. Каскад эндокринных изменений сопровождается процессами как физиологической, так и репаративной регенерации костной ткани на всех ее стадиях. **Цель исследования** — проанализировать известные к настоящему моменту механизмы гормональной регуляции физиологической и репаративной регенерации костной ткани. **Материал и методы.** Поиск и анализ научных публикаций проводился в базах данных PubMed и eLIBRARY. Глубина поиска — 10 лет. **Результаты.** В обзоре рассмотрены как фундаментальные аспекты, так и новые данные основных гистогенетических механизмов гормональной регуляции остеогенеза. Выделены пути и точки взаимодействия эндокринной и костной систем, определены основные функции гормонов в участии костного ремоделирования в разных возрастных периодах. **Заключение.** В нарушениях физиологической регуляции гормональному дисбалансу отводится ключевая роль, в то время как в условиях репаративного остеогенеза роль качественных и динамических изменений эндокринной системы изучена недостаточно. Гормональная регуляция репаративной регенерации до настоящего времени не имеет четких критериев оценки и требует дальнейшего исследования.

Ключевые слова: остеогенез, гормональная регуляция, ремоделирование, костная ткань.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Review Article
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1609>



Osteogenesis Hormonal Regulation: Review

Aleksandr M. Miromanov, Kirill A. Gusev

Chita State Medical Academy, Chita, Russia

Abstract

Background. The endocrine system occupies a leading place not only in the regulation of growth and development mechanisms, but also in compensation reactions when the body is exposed to extreme factors. Coordinated hormonal regulation contributes to the correct response of the macroorganism adaptive processes, aimed at restoring and maintaining homeostasis. A cascade of endocrine changes accompanies the processes of both physiological and reparative regeneration of bone tissue at all its stages. **The aim of the study** was to analyze the currently known mechanisms of hormonal regulation of physiological and reparative bone tissue regeneration. **Materials and Methods.** The search and analysis of scientific literary sources was carried out in the electronic databases PubMed and eLIBRARY. Search depth — 10 years.

📖 Мироманов А.М., Гусев К.А. Гормональная регуляция остеогенеза: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):120-130. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1609>.

Cite as: Miromanov A.M., Gusev K.A. [Osteogenesis Hormonal Regulation: Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):120-130. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1609>.

✉ Мироманов Александр Михайлович / Aleksandr M. Miromanov; e-mail: miromanov_a@mail.ru

Рукопись получена: 01.04.2021. Рукопись одобрена: 17.08.2021. Статья опубликована онлайн: 16.11.2021.
Submitted: 01.04.2021. Accepted: 17.08.2021. Published Online: 16.11.2021.

© Мироманов А.М., Гусев К.А., 2021
© Miromanov A.M., Gusev K.A., 2021

Results. The review considers both fundamental aspects and new data on the main histogenetic mechanisms of osteogenesis hormonal regulation. The ways and points of interaction of the endocrine and skeletal systems are highlighted, the main functions of hormones in the participation of bone remodeling in different age periods are determined. **Conclusion.** In violations of physiological regulation, hormonal imbalance is assigned a key role, while under conditions of reparative osteogenesis, the role of qualitative and dynamic changes in the endocrine system has been studied insufficiently. Hormonal regulation of reparative regeneration to date has no clear assessment criteria and requires further research.

Keywords: osteogenesis, hormonal regulation, remodeling, bone tissue.

Funding: no funding or sponsorship was received for this study.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

В формировании генетически детерминированного процесса регуляции механизмов компенсации на различные экстремальные факторы, воздействующие на организм человека, в числе которых может быть и перелом кости, эндокринной системе отводится одна из ведущих ролей. Именно от полноценной качественной и количественной гормональной секреции зависит адекватность и характер приспособительных процессов организма, которые обеспечивают восстановление и поддержание гомеостаза внутренней среды организма в целом [1]. Каскад эндокринных изменений сопровождается процессы как физиологической, так и репаративной регенерации костной ткани на всех ее стадиях [2, 3].

Цель исследования — проанализировать известные к настоящему моменту механизмы гормональной регуляции физиологической и репаративной регенерации костной ткани.

Материал и методы

Поиск научных публикаций осуществлялся в базах данных PubMed и eLIBRARY за период с 2010 по 2020 г. по ключевым словам: гормональная регуляция/hormonal regulation, ремоделирование/remodeling, костная ткань/bone tissue, остеогенез/osteogenesis.

Критерием включения источников в аналитическое исследование являлось наличие полного текста статьи (с указанием конкретных количественных данных). Критерии исключения — неопубликованные работы (диссертации и авторефераты), описания клинических случаев, тезисы докладов, а также учебные и методические материалы.

Результаты

Биологические процессы, происходящие в кости после перелома, контролируются сложными генетически детерминированными механизмами [4], которые включают системные и локальные факторы, взаимодействующие со многими типами клеток и направляющиеся в место повреждения или хирургического вмешательства из окружающих тканей и кровеносного русла.

Адренкортикотропный гормон

Принято считать, что адренкортикотропный гормон (АКТГ) является пусковым гормоном в реакции на травму, что обусловлено созданием приспособительной реакции организма для борьбы со стрессом [2]. Сразу после получения травмы его уровень увеличивается в 14 раз по сравнению с нормой, и пиковые значения сохраняются около 7 дней [5]. Известно, что АКТГ действует на фасцикулярную зону коры надпочечников, высвобождая глюкокортикостероиды (ГК). В свою очередь, ГК через GREs-рецепторы действуют практически на все клетки в организме, включая костную ткань. Кратковременное увеличение ГК в значительной степени ведет к повышению активности остеокластов, однако длительное повышение их уровня ведет к снижению их активности за счет индукции RANKL путем одновременного снижения ингибитора дифференцировки остеокластов — остеопротегерина (OPG). Причем ингибирующие эффекты ГК компенсируются прямым увеличением резорбтивной активности зрелых остеокластов, что в долгосрочном прогнозе приводит к снижению скорости ремоделирования кости. Важная роль ГК в период ранней стадии ремоделирования отводится регуляции асептического воспаления в области перелома. Исследования продемонстрировали, что дефицит или отсутствие ГК вызывало больший воспалительный ответ в ранние сроки перелома, что подтверждалось повышенными уровнями интерлейкина-6 (IL-6) в сыворотке крови, повышенными концентрациями IL-1 β в гематоме перелома и большим количеством Т-клеток, инфильтрирующих первичную костную мозоль. ГК оказывают прямое влияние на мезенхимальные стволовые клетки (МСК), являясь мощными индукторами специфических жировых факторов, включая C/EBP, которые впоследствии индуцируют рецептор γ (PPAR γ), определяя тем самым адипоцитарный тип дифференцировки МСК [6]. ГК ингибируют дифференцировку остеобластов за счет снижения экспрессии ключевых факторов транскрипции RUNX2 и Sp7 (Osterix или OSX), щелочной фосфатазы, остеокальцина, а также лиганда Wnt (в частности Wnt7b и Wnt10) и напротив, индуцируя ингибиторы Wnt, активируются DKK1,

WIF1 и склеростин [7]. В эксперименте установлено и негативное влияние избытка ГК на микроциркуляцию за счет влияния на экспрессию фактора, индуцируемого гипоксией (HIF1) и фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), уменьшая объем и покрытие сосудистой сетью участка регенерации [8, 9]. Имеются доказательства зависимости качества костной мозоли в период образования каллуса, что подтверждено исследованием на экспериментальных животных (мышах). При избытке ГК отмечалось формирование костного мостика с более слабыми механическими свойствами. Следовательно, ГК могут играть защитную роль в заживлении переломов, формируя начальный воспалительный ответ и способствуя правильной трансформации хрящевой мозоли в кость [10, 11]. В условиях репаративной регенерации оценка изменений состояния уровней ГК носит только количественный характер, в то время как роль и степень их участия в той или иной стадии репаративного ремоделирования остается малоизученной.

Паратиреоидный гормон

Паратиреоидный гормон (ПТГ) при различных условиях может выступать как медиатор анаболических и катаболических эффектов в процессе ремоделирования костной ткани. Его концентрация зависит от уровня кальция и фосфора в сыворотке крови. Реализуя себя как основной регулятор кальция и фосфора в организме, ПТГ стимулирует костную резорбцию, увеличивает реабсорбцию кальция через паратиреоидный рецептор (ПТР), тем самым активизируется система РКА (протеинкиназа А и протеинкиназа С). Система РКА, активируемая цАМФ, регулирует экспрессию белков, участвующих в клеточном цикле, родственных ингибиторов киназы и RUNX2 [12], что приводит к увеличению количества остеобластов и снижению апоптоза [13]. Таким образом, ПТГ может запускать как резорбцию кости, так и остеогенез. При переломе кости наблюдается повышение его уровня с первых дней. К 14-му дню он достигает пиковых значений, превышающих нормальные в 10 раз, при этом высокие концентрации сохраняются в течение 3 нед. от момента перелома. Однако путь влияния ПТГ на МСК пока не совсем ясен — возможно, что анаболические эффекты ПТГ связаны с его воздействием на морфогенетические белки (BMP), Wnts или трансформирующий фактор роста (TGF β) через рецепторы PTHR1 и/или эндцитоз [12, 14]. Некоторые исследования показали, что ПТГ индуцирует дифференцировку МСК через сигнальный каскад BMP [15]. ПТГ влияет и на синтез остеогенных факторов роста — цитокинов, таких как инсулиноподобный фактор роста-1 (IGF-1), фактор роста фибробластов-2 (FGF-2), а также их антагонистов или протеолитических активаторов,

тем самым косвенно способствуя дифференцировке и пролиферации остеобластов и их предшественников [12]. При этом необходимо отметить, что отсутствие рецептора ПТГ в остеокластах реализует остеокластный ответ через остеобласты [16]. Однако общая реакция на ПТГ зависит от его концентрации и времени воздействия. Имея два основных ритма выделения ПТГ щитовидной железой, пульсирующего и тонизирующего, до конца не понятна роль каждого из них в поддержании гомеостаза костной ткани. Имеются исследования, показавшие, что при индуцированном ГК остеопорозе, уровень тонизирующего ПТГ снижается, при этом уровень ПТГ, высвобождаемого пульсирующим образом, увеличивается [17]. Тем не менее изменение ритма щитовидной железы не влияет на уровень остеопороза и свидетельствует о главенствующей роли непрерывных секретов ПТГ. Влияние ПТГ на кость неодинакова, о чем свидетельствуют работы, результаты которых показали, что у пациентов с первичным гиперпаратиреозом отмечается потеря костной массы в кортикальном слое, при этом трабекулярная кость остается нормальной или усиленной [18]. Следовательно, можно предположить, что существует количественный предел, повышение ПТГ выше которого будет оказывать катаболический эффект, а более низкие концентрации демонстрировать анаболические эффекты [19].

Кальцитонин (тирокальцитонин)

Кальцитонин — это гормон пептидной природы, который секретируется щитовидной железой и противодействует паратиреоидному гормону, участвуя в метаболизме кальция (Ca $^{2+}$) и фосфора. В своем скелетносохраняющем действии кальцитонин ингибирует как базальную, так и ПТГ-стимулированную резорбцию кости [20]. Показано, что прокальцитонин ингибирует дифференцировку остеокластов в культурах костного мозга [21]. Рецептор кальцитонина соединен с G-белком, который связывает Gs с аденилатциклазой и способствует образованию цАМФ в клетках-мишенях. Анализ этих клеточных линий показал, что при низкой продукции кальцитонина или отсутствии его в цитоплазме появляется новый вид мРНК, отличающийся от мРНК кальцитонина. Дальнейшие исследования доказали, что ген кальцитонина CALCA кодирует два альтернативных вида мРНК: одна транслируется в предшественник кальцитонина, а другая — в кальцитониноподобный пептид (CGRP), и отвечает за снижение экспрессии кальцитонина в клеточных линиях, которые вместо этого переходят к синтезу CGRP. В физиологических условиях обработка транскрипта гена CALCA является тканеспецифичной. Дополнительным продуктом гена CALCA является прокальцитонин — 116-аминокислотный предшественник кальцитонина.

В условиях гомеостаза экспрессия и процессинг мРНК CALCA в форме, которая кодирует прокальцитонин, в основном ограничивается С-клетками щитовидной железы, где белок-предшественник быстро расщепляется с образованием зрелого кальцитонина. Концентрация прокальцитонина в кровеносном русле в этих условиях очень низкая [22]. В присутствии бактериальной инфекции экспрессия гена CALCA индуцируется во многих органах и тканях, приводя к быстрому и существенному увеличению циркулирующих уровней прокальцитонина. Синтез прокальцитонина стимулируется непосредственно бактериальными эндотоксинами и липополисахаридами, а также медиаторами воспаления. Быстрое увеличение прокальцитонина в кровотоке специфично для бактериальной инфекции, поэтому прокальцитонин в настоящее время используется в качестве биомаркера для оценки риска сепсиса [23]. Прокальцитонин исследован и в качестве биомаркера костной и суставной инфекции, он может быть рассмотрен как предиктор остеомиелита или септического артрита [24]. В условиях репаративной регенерации концентрация кальцитонина в сыворотке крови сохраняется повышенной на всем протяжении процесса регенерации, достигая максимума в конечной стадии остеогенеза, что согласуется с процессами минерализации, происходящими в этот период.

Таким образом, степень участия гормонов щитовидной железы в репаративном остеогенезе, к сожалению, остается малоизученной.

Половые гормоны

Эстрогены и андрогены способствуют росту костной массы во время полового созревания и помогают поддерживать гомеостаз в последующем [25, 26].

По мнению некоторых исследователей, эстроген является основным системным гормоном, регулирующим метаболизм костной ткани не только у женщин, но и у мужчин [27, 28, 29]. Механизм действия эстрогена связан с антирезорбтивной функцией влияния на остеокласты, в частности на их активность и апоптоз [30]. Интерлейкин 6 (IL-6) стимулирует резорбцию кости, а эстроген блокирует синтез IL-6. Эстроген может являться антагонистом рецептору IL-6. Кроме того, эстроген ингибирует резорбцию кости путем индуцирования небольших, но кумулятивных изменений множества эстрогенозависимых регуляторных факторов, включая фактор некроза опухолей (TNF- α) и систему OPG/RANKL/RANK [31]. Физиология регуляции эстрогеном резорбции кости рассматривается через сигнальное семейство TNF, которые являются конечными эффекторами дифференцировки и функции остеокластов. Паракринный эффектор дифференцировки остеокластов, полученный из

остеобластов, идентифицирован как рецепторный активатор NF- λ В-лиганда, который экспрессируется стромально-остеобластными клетками. Контакт между этими клетками и клетками остеокластов позволяет RANKL связывать свой физиологический рецептор RANK, мощно стимулируя все аспекты функции остеокластов: в ответ на передачу сигналов RANKL дифференцировка остеокластов и активность увеличиваются, а апоптоз уменьшается. Стромально-остеобластные клетки также секретируют остеопротегерин (OPG), который нейтрализует RANKL. Эстроген увеличивает синтез OPG, уменьшает колониестимулирующий фактор макрофагов (M-CSF) и RANK. Установлено, что часть эффектов эстрогена, вероятно, реализуется за счет ингибирования TNF- α в Т-клетках костного мозга [32, 33, 34, 35]. Половые стероиды вызывают более выраженное действие оси GH/IGF-1 во время роста. В частности, эстроген увеличивает секрецию GH у мальчиков и девочек, при этом эффект у мальчиков поддается коррекции при необходимости с помощью эстрогена, продуцируемого активностью ароматазы на тестостерон, а не самим тестостероном. Эстроген отвечает за эпифизное слияние у молодых мужчин и женщин. Повышение уровня эстрадиола в сыворотке предшествует менархе и связано с замедлением скорости роста и уменьшением маркеров формирования костной ткани. При этом уровни IGF-1 в этот период продолжают увеличиваться, несмотря на замедление скорости роста скелета. Максимальное увеличение содержания минералов в костях также приходится на период менархе, что ассоциируется с пиком уровня ПТГ в сыворотке, после чего уровни ПТГ начинают снижаться. Тот факт, что маркеры формирования кости коррелируют со скоростью роста, а не с увеличением костной массы, говорит о вероятном отражении статурного роста, а не о накоплении минералов в кости. Соответственно, они не могут являться важными диагностическими показателями метаболизма костной ткани при оценке подростков [36].

Исследования показали, что 12-летние подростки достигли 90% роста взрослых и 83% минеральной плотности кости (BMD), но при этом имеют только 68% веса взрослых и 58% от общего содержания минералов в костях скелета (ТВМС). Данный факт свидетельствует о том, что временной период и регуляторы костного метаболизма для достижения пиковых значений этих показателей расходятся. Хотя существует общепринятое мнение, что у женщин 90% пиковой костной массы определяется возрастом 18 лет, имеются исследования, доказывающие, что созревание кости может быть гораздо более продолжительным процессом. Так, для поясничного отдела позвоночника пик костной плотности у женщин наблюдался в возрасте от 33 до 40 лет, а у мужчин — в период

с 19 до 33 лет. При этом для бедренной кости тот же показатель варьировал от 16 до 19 лет у женщин и от 19 до 21 года у мужчин. Следовательно, эстроген, имея одну из ведущих ролей в регуляции развития костной ткани, может выступать предиктором нарушения метаболизма костной ткани даже у лиц старше 25 лет [36, 37].

Часть влияния андрогенов может быть опосредована косвенным воздействием на функцию гипофиза, поскольку андрогены модулируют кинетику секреции гормона роста в период полового созревания [38]. Как тестостерон, так и дигидротестостерон стимулируют пролиферацию культивируемых предшественников остеобластов, однако механизм их влияния на остеобласты не вполне понятен [39]. Андрогенные рецепторы экспрессируются в культивируемых эпифизарных хондроцитах и хрящевых клетках ростовой пластинки, эти рецепторы обнаруживаются во всех слоях ростовой пластинки человека в период роста скелета вне зависимости от пола. Они экспрессируются стромальными клетками костного мозга предшественников остеобластов [33], а также на мегакариоцитах и эндотелиальных клетках в костном мозге [38]. Остеобластные клетки человека из кортикальной кости экспрессируют больше мРНК андрогенного рецептора и имеют большее связывание андрогенов, чем клетки из трабекулярной кости [28], вероятно, влияя на пубертатный рост или закрытие ростовых зон посредством ароматизации до эстрогена. Андрогенные рецепторы ER α и ER β обнаружены в остеобластах, хотя ранее эти данные опровергались. Последующие исследования выявили присутствие мРНК и андрогенного рецептора как в остеобластах, так и в остеоцитах. В настоящее время нет единого мнения относительно экспрессии рецепторов андрогенов и ER α , ER β во время дифференцировки остеобластов и остеоцитов или их локализации в скелете [39]. Андрогенные эффекты на кости могут опосредованно реализовываться в регуляции цитокинов и факторов роста, экспрессируемых локально в кости. Андрогены активируют TGF- β и IGF, которые стимулируют образование кости и подавляют стимулирующий остеокластогенез — IL-6. Андрогены блокируют действие гормона паращитовидной железы и IL-1, выработку простагландина (PG) E $_2$ и, напротив, стимулируют выработку IL-1 β и усиливают митогенное действие FGF в культивируемых остеобластах в эксперименте. Показано, что дигидротестостерон снижает уровень OPG, который потенциально может стимулировать активность остеокластов [40]. Действие на дифференцировку остеокластов связано со стимуляцией активатора рецепторов ядерного фактора (RANKL), экспрессируемого и секретируемого остеобластными клетками, который связывается с RANK на остео-

кластах [41]. В свою очередь, эффекты RANKL на остеокласты регулируются посредством секреции OPG. Андрогены, по-видимому, опосредованно оказывают свое защитное действие на кость и через остеобластные клетки. Дигидротестостерон непосредственно связывается с рецепторами андрогенов на остеокластах и блокирует резорбцию костей остеокластами человека. В клеточной культуре показано, что андрогены регулируют образование остеокластов, индуцированное RANKL, выживание остеокластов, экспрессию RANK предшественниками и зрелую функцию остеокластов, независимо от предшественников остеобластов стромы костного мозга [39]. Таким образом, андрогены, по-видимому, способны регулировать остеокластогенез как косвенно, так и непосредственно. Однако все описанные выше эффекты половых гормонов реализованы на примере исследований развития скелета, то есть на этапе физиологической регенерации.

Гормон роста

Основным компонентом так называемой оси гормона роста (GH/IGF) является соматотропный гормон (гормон роста — GH) — одноцепочечный полипептидный гормон, который секретируется пульсирующим образом передней долей гипофиза в ответ на стимуляцию гипоталамуса (GHRH) и ингибируется соматостатином (SS) [42]. Хотя GH может непосредственно влиять на клетки различных тканей, включая остеобласты и хондроциты эпифизарной зоны роста [43], GH стимулирует продольный рост кости в основном путем активации продукции «печеночного» IGF-1 [44]. IGF-1 и IGF-2 (инсулиноподобные факторы роста) представляют собой пептидные гормоны со значительным структурным сходством с инсулином, при этом IGF-2 важен для внутриутробного роста, IGF-1 регулирует рост, развитие и метаболизм костной ткани в течение всей жизни [45, 46]. В эксперименте на мышцах установлено, что помимо опосредованных эффектов через IGF-1 гормон роста может непосредственно регулировать дифференцировку прехондроцитов, а также играет роль в регуляции полового диморфизма [47, 48]. Доказано, что IGF-1 реализует свои эффекты посредством взаимодействия с несколькими связывающими белками, известными как IGFBP-1-6. При этом IGFBP-1 и IGFBP-5 реализуют стимулирующее действие IGF-1 на остеобласты. Напротив, ингибирующими считаются IGFBPs-1, -2, -4 и -6; они связывают IGF-1 и предотвращают взаимодействие с IGF-1 рецептором. Например, сверхэкспрессия IGFBP-4 в остеобластах мышечной привождает к снижению размера кости и сочетается с повышенным ингибированием активности IGF-1 [49]. Паратиреоидный гормон может увеличивать экспрессию IGFBP-4

[50]. Глюкокортикоиды увеличивают экспрессию ингибирующих IGFБPs-2, -4 и -6 при одновременном снижении экспрессии IGFБPs-3 и -5 [51, 52], а эффект подавления эстрогеном образования кости может быть вызван повышенной регуляцией экспрессии IGFБP-4 [53]. Локальные факторы, включая IGF, TGF- β , BMP, FGF, PDGF, интерлейкины и IGFБP протеазы, являются регуляторами экспрессии и активности IGFБP в кости [54]. IGFБP-5 способен участвовать в процессах регуляции размера и формы кости [55].

Роль местного IGF-1, действующего аутокринным и/или паракринным образом, не менее важна для функции кости. IGF-1 продуцируется скелетными тканями и хранится в минерализованном матриксе, из которого он может высвобождаться при деградации матрикса и ремоделировании кости. Без локально продуцируемых IGF пролиферация остеобластов снижается почти на 50%, что указывает на роль местного производства IGF в пролиферации базальных остеобластов [56]. Сверхэкспрессия других компонентов системы IGF, которые модулируют местную биодоступность IGF, таких как IGFБP и соответствующие им протеазы, указывает на то, что локальная продукция IGF-1 необходима для ремоделирования кости [54, 57, 58]. Кроме того, эффект гормона роста на количество остеобластов зависит от местного производства IGF-1 [59].

Дефицит ГН в детском возрасте приводит к снижению МПК и увеличению риска переломов во взрослом возрасте [60]. Многие из эффектов ГН опосредованы через IGF-1. Пациенты с нечувствительностью к ГН, например, с синдромом Ларона, вызванным мутациями ГН-рецептора, недостаточно или вообще не вырабатывают IGF-1 или IGFБP-3, что приводит к снижению продольного роста кости; низкорослость при рождении сопровождается медленным ростом на протяжении всей жизни [61]. Гистоморфометрические измерения показывают снижение скорости образования кости и ее минерализации с дефицитом IGF-1 [62]. Недавние исследования показали значительную связь между полиморфизмами в гене IGF-1 и риском остеопороза в популяции женщин в Китае [63].

Таким образом, как ГН, так и IGF-1 являются ключевыми регуляторами получения пиковой костной массы у животных и у людей [64]. Дополнительным IGF-независимым свойством гормона роста является увеличение резорбции и обменных процессов кости [45]. У пациентов с избытком ГН повышается риск переломов [65, 66, 67].

Тиреоидный гормон

Действие гормонов щитовидной железы опосредовано рецепторами (TR), которые кодируются

генами THRA и THRB [68]. Каждому из TR принадлежит несколько подтипов. Наиболее изучены TR α 1, TR α 2, TR β 1, TR β 2 рецепторы [69, 70]. Они локализованы не только на тироцитах, но и на большинстве тканей и клетках человека.

Действия тиреоидного гормона в кости сложны и поняты лишь частично; они происходят через прямые и косвенные пути во всех фазах цикла ремоделирования кости и стимулируют как образование кости, так и резорбцию [68, 71]. Остеобласты и хондроциты проявляют экспрессию как TR α , так и TR β [69, 72], но концентрация TR α 1 в десять раз превышает TR β 1 [68, 69]. TR α 1 рассматривается в качестве основного функционального медиатора трийодтиронина в скелете [69, 73, 74]. Биологическая роль TR α 2 неизвестна [75]. Дефицит или дисфункция TR α приводит к замедлению роста, задержке возраста костей, нарушениям минерализации костей и снижению МПК [76, 77]. Во время образования кости трийодтиронин (Т3) стимулирует пролиферацию, дифференцировку, апоптоз остеобластов и увеличивает экспрессию остеокальцина, коллагена типа 1, щелочной фосфатазы, металлопротеинов, IGF-1 и его рецептора (IGF-1R). Впоследствии во время резорбции кости Т3 увеличивает экспрессию важных факторов дифференцировки линии остеокласта, таких как интерлейкин 6 и простагландин E2 [74]. Кроме того, Т3 действует синергически с остеокластогенными гормонами — парацистовидным гормоном (ПТГ) и витамином D [78, 79]. Продемонстрировано, что Т3 увеличивает экспрессию мРНК лиганда активатора рецептора ядерного карра- β (RANKL) в остеобласте, который активирует RANK, присутствующий в предшественниках остеокластов. Т3 регулирует хондрогенез и минерализацию костей, стимулирует выработку IL-6 и IL-8, усиливает действие IL-1, синтез остеокальцина и коллагена типа 1, увеличивает пролиферацию, дифференцировку и апоптоз остеобластов [72, 76]. Установлено, что гормоны щитовидной железы играют ключевую роль в развитии скелета, в достижении пиковой костной массы и эффективного заживления переломов [80, 81].

Избыток гормонов щитовидной железы в детском возрасте может привести к преждевременной аккреции ростовых пластин и черепных швов и, наконец, к низкорослости и краниосиностозу [76, 80, 81]. В то время как гипертиреоз в детстве усиливает минерализацию кости и ускоряет эпифизное созревание, у взрослых он вызывает потерю кости за счет преобладающей активности остеокластов. Так, потеря минеральной плотности составляет около 10–20% преимущественно за счет кортикальной кости [75, 76]. Цикл ремоделирования кости сокращается почти на 50% (с 200 до 113 дней), а пропорции между образованием кости

и ее резорбцией нарушаются [82]. Фаза костного образования уменьшается на 2/3, что влияет на потерю более 10% минерализованной кости [83]. Вследствие этого тиреотоксикоз приводит к увеличению риска переломов [75, 76, 82]. У пациентов с гипертиреозом обнаруживаются повышенные концентрации IL-6 в сыворотке крови, тем самым стимулируя повышенную дифференцировку остеокластов. IL-6 стимулирует выработку остеокластов и может быть медиатором паращитовидного гормона на костной ткани [84]. Нарушения костного обмена, наблюдаемые при гипертиреозе, связаны с отрицательным кальциевым балансом, гиперкальциемией и гиперкальциурией [75, 84]. Прямое действие на клетки костной ткани приводит к усилению обменных процессов в кости и остеопорозу [85, 86].

У пациентов с гипотиреозом в детском возрасте отмечаются замедление или даже остановка роста, нарушения эндохондрального окостенения, задержка костного возраста [75, 76]. Гипотиреоз способствует общему гипометаболизму. Процессы формирования кости замедляются на 50%, процессы резорбции кости — на 40%. Снижаются кальциурия и концентрация в сыворотке остеокальцина, щелочной фосфатазы, но повышается концентрация паращитовидного гормона и витамина D в сыворотке [82]. Принято считать, что гипотиреоз у взрослых ухудшает обменные процессы в костной ткани, приводя к остеопорозу и повышению ломкости кости, однако имеются исследования, опровергающие это утверждение.

Таким образом, механизм влияния дефицита гормона щитовидной железы остается до конца не изученным [87, 88], как и степень участия данного гормона в репаративной регенерации.

Пролактин

Пролактин (PRL) действует на специфический рецептор (PRLR), принадлежащий к надсемейству цитокиновых рецепторов типа 1, который включает рецептор GHR и IL-1. В некоторых исследованиях показано, что PRL-рецепторы обнаружены на остеобластах [89]. Обычно остеобласты экспрессируют PRLR, хотя существуют некоторые остеобластные линии человека, которые требуют медиаторов, таких как 1,25(OH)2D3 или глюкокортикоиды для экспрессии PRLR. Кроме того, PRL усиливает резорбцию кости частично за счет увеличения активатора рецептора NF-лиганда (RANKL) и снижения экспрессии OPG остеобластами [90]. В эксперименте установлено, что в остеобластоподобных клетках, подвергшихся воздействию высоких концентраций PRL, соответствующих физиологически наблюдаемым во время беременности и лактации (то есть между 100 и 500 нг/мл), экспрессия цитокинов и молекул, участвующих в регуляции остео-

кластогенеза (то есть RANKL, ephrin-B1, TNF- α , IL-1 и циклооксигеназы-2), повышалась. При более высоких патологических концентрациях PRL подавляет уровни мРНК OPG в остеобластах, тем самым дополнительно усиливая действие RANKL на остеокласты. С другой стороны, увеличение числа остеокластов приводит к увеличению уровня кальция в крови и секреции паращитовидного гормона (ПТГ) [91]. Снижение уровня ПТГ приводит к уменьшению секреции PRL из передней части гипофиза, поскольку ПТГ ингибирует обратный захват и высвобождение дофамина (DA), который является фактором, ингибирующим PRL [92]. В дополнение к PRL-индуцированной активации остеокластов через остеобласты PRL подавляет дифференцировку преостеобластов и функции остеобластов, например экспрессию остеокальцина и активность щелочной фосфатазы (ALP). В моделях на животных установлено три основных пути влияния пролактина: за счет стимуляции абсорбции кальция в кишечнике, ингибирование синтеза половых гормонов и через прямое воздействие на клетки скелетной ткани. Влияние PRL зависит от возраста: от увеличения костной массы у растущих особей до потери костной ткани у взрослых [94, 95].

Таким образом, исходя из экспериментальных данных, пролактин при физиологических концентрациях оказывает стимулирующее воздействие на формирование кости. При увеличении значений PRL в диапазоне легкой гиперпролактинемии дополнительно стимулируют ремоделирование кости, причем резорбция кости увеличивается больше, чем образование. При высоких значениях PRL резорбция кости дополнительно стимулируется, а образование кости подавляется с последующим нарушением микроструктуры трабекулярной кости [95]. Особый интерес вызывает исследование пациентов с переломами трубчатых костей в сочетании с черепно-мозговой травмой (ЧМТ). Известно, что такое сочетание травм зачастую сопровождается усиленным ремоделированием с гипертрофическим образованием каллуса и/или гетеротопическим окостенением. При динамическом наблюдении выраженных изменений гормонов стресс-группы, таких как АКТГ и кортизол, а также гормона роста, паратиреоидного гормона, не отмечалось. Однако уровень пролактина оставался высоким с момента травмы и сохранялся таковым до 5 нед. Все пациенты с гиперпролактинемией демонстрировали сращение с формированием гипертрофической костной мозоли и/или гетеротопическое окостенение. Следовательно, пролактин не только влияет на физиологию костного обмена, но, возможно, при определенных условиях может являться одним из гуморальных факторов, участвующих в явлении усиленного остеогенеза у пациентов с ЧМТ [96].

Заключение

Механизм действия большинства гормонов достаточно изучен в отношении формирования скелета, физиологической регенерации и патологии, вызываемой нарушением выработки того или иного гормона. Основными регуляторами развития и роста в детском возрасте являются гормон роста, инсулиноподобный фактор роста 1, глюкокортикоиды и гормоны щитовидной железы. Половые гормоны отвечают за этап пубертатного роста и завершающую стадию развития скелета. Нарушение оси GH/IGF-1 вызывает синдром дефицита IGF-1 с характерной задержкой роста, снижением скорости образования костной массы и ее минерализации. Избыток ГК усиливает резорбцию кости, подавляет активность остеобластов и снижает продукцию костного матрикса, вызывая задержку роста у детей и остеопороз у взрослых. Дефицит половых стероидов приводит к высокому росту и снижению костной массы из-за нарушения эпифизарного слияния и комплексного воздействия на скелет, включая усиление резорбции кости. Пролактин является основным регулятором кальция во время беременности и лактации. Многие гормоны демонстрируют синергию в реализации своих эффектов, а некоторые, напротив, выступают антагонистами. Репаративная регенерация, отличаясь от физиологической силой и площадью происходящих процессов, по-прежнему остается малоизученной в отношении гормональной регуляции, механизмов управления и не имеет четких критериев оценки, что требует дальнейшего изучения.

Литература [References]

- Charmandari E., Tsigos C., Chrousos G. Endocrinology of the stress response. *Annu Rev Physiol.* 2005;67:259-284. doi: 10.1146/annurev.physiol.67.040403.120816.
- Дедов И.И., Мельниченко Г.А. *Эндокринология*. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2019. 1112 с. Dedov I.I., Melnichenko G.A. [*Endocrinology*]. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. 1112 p. (In Russian).
- Nicholls J.J., Brassill N.J., Williams G.R., Bassett J.H.D. The skeletal consequences of thyrotoxicosis. *J Endocrinol.* 2012;213(3):209-221. doi: 10.1530/JOE-12-0059.
- Гусев К.А., Миromanov А.М., Миromanova Н.А., Витковский Ю.А. Полиморфизм гена EGFR-2073A>T и экспрессия ростового фактора EGF у больных с нарушением консолидации переломов длинных костей конечностей. *Забайкальский медицинский вестник*. 2016;3:25-29. Режим доступа: <http://zabmedvestnik.ru/arhiv-nomerov/nomer-3-za-2016-god>. Gusev K.A., Miromanov A.M., Miromanova N.A., Vitkovsky Yu.A. [Influence of polymorphism of gene EGFR-2073A>T on expression transforming growth factor EGF at patients with disturbance of consolidation of fractures of long bones of extremities]. *Zabaikal'skii meditsinskii vestnik* [The Transbaikalian Medical Bulletin]. 2016;3:25-29. Available from: <http://zabmedvestnik.ru/arhiv-nomerov/nomer-3-za-2016-god>. (In Russian).
- Корж Н.А., Дедух Н.В. Репаративная регенерация кости: современный взгляд на проблему. Стадии регенерации. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2006;1:77-84. Korzh N.A., Dedukh N.V. [Reparative bone regeneration: a modern perspective on the problem. Regeneration stages]. *Ortopediya travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 2006;1:77-84. (In Russian).
- Kawai M., de Paula F.J., Rosen C.J. New insights into osteoporosis: the bone-fat connection. *J Intern Med.* 2012;272(4):317-329. doi: 10.1111/j.1365-2796.2012.02564.x.
- Mak W., Shao X., Dunstan C.R., Seibel M.J., Zhou H. Biphasic glucocorticoid-dependent regulation of Wnt expression and its inhibitors in mature osteoblastic cells. *Calcif Tissue Int.* 2009;85(6):538-545. doi: 10.1007/s00223-009-9303-1.
- Hartmann K., Koenen M., Schauer S., Wittig-Blaich S., Ahmad M., Baschant U. et al. Molecular Actions of Glucocorticoids in Cartilage and Bone During Health, Disease, and Steroid Therapy. *Physiol Rev.* 2016;96(2):409-447. doi: 10.1152/physrev.00011.2015.
- Weinstein R.S., Hogan E.A., Borrelli M.J., Liachenko S., O'Brien C.A., Manolagas S.C. The Pathophysiological Sequence of Glucocorticoid-Induced Osteonecrosis of the Femoral Head in Male Mice. *Endocrinology.* 2017;158(11):3817-3831. doi: 10.1210/en.2017-00662.
- Tu J., Henneicke H., Zhang Y., Stoner S., Cheng T.L., Schindeler A. et al. Disruption of glucocorticoid signaling in chondrocytes delays metaphyseal fracture healing but does not affect normal cartilage and bone development. *Bone.* 2014;69:12-22. doi: 10.1016/j.bone.2014.08.016.
- Rapp A.E., Hachemi Y., Kemmler J., Koenen M., Tuckermann J., Ignatius A. Induced global deletion of glucocorticoid receptor impairs fracture healing. *FASEB J.* 2018;32(4):2235-2245. doi: 10.1096/fj.201700459RR.
- Jilka R.L. Molecular and cellular mechanisms of the anabolic effect of intermittent PTH. *Bone.* 2007;40:1434-1446. doi: 10.1016/j.bone.2007.03.017.
- Kim J.-M., Choi J.S., Kim Y.-H., Jin S.H., Lim S., Jang H.-J. et al. An activator of the cAMP/PKA/CREB pathway promotes osteogenesis from human mesenchymal stem cells. *J Cell Physiol.* 2013;228(3):617-626. doi: 10.1002/jcp.24171.
- Kousteni S., Bilezikian J.P. The cell biology of parathyroid hormone in osteoblasts. *Curr Osteoporos Rep.* 2008;6(2):72-76. doi: 10.1007/s11914-008-0013-9.
- Yu B., Zhao X., Yang C., Crane J., Xian L., Lu W. et al. Parathyroid hormone induces differentiation of mesenchymal stromal/stem cells by enhancing bone morphogenetic protein signaling. *J Bone Miner Res.* 2012;27(9):2001-2014. doi: 10.1002/jbmr.1663.
- Teitelbaum S.L. Bone resorption by osteoclasts. *Science.* 2000;289(5484):1504-1508. doi: 10.1126/science.289.5484.1504.
- Chiavistelli S., Giustina A., Mazziotti G. Parathyroid hormone pulsatility: physiological and clinical aspects. *Bone Res.* 2015;3:14049. doi: 10.1038/boneres.2014.49.
- Parisien M., Silverberg S.J., Shane E., de la Cruz L., Lindsay R., Bilezikian J.P. et al. The histomorphometry of bone in primary hyperparathyroidism: preservation of cancellous bone structure. *J Clin Endocrinol Metab.* 1990;70(4):930-938. doi: 10.1210/jcem-70-4-930.
- Wojda S.J., Donahue S.W. Parathyroid hormone for bone regeneration. *J Orthop Res.* 2018;36(10):2586-2594. doi:10.1002/jor.24075.

20. Hirsch P.F., Lester G.E., Talmage R.V. Calcitonin, an enigmatic hormone: does it have a function? *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2001;1(4):299-305.
21. Keller J., Catala-Lehnen P., Huebner A.K., Jeschke A., Heckt T., Lueth A. et al. Calcitonin controls bone formation by inhibiting the release of sphingosine 1-phosphate from osteoclasts. *Nat Commun.* 2014;5:5215. doi: 10.1038/ncomms6215.
22. Davies J. Procalcitonin. *J Clin Pathol.* 2015;68(9):675-679. doi: 10.1136/jclinpath-2014-202807.
23. Vijayan A.L., Vanimaya, Ravindran S., Saikant R., Lakshmi S., Kartik R., Manoj G. Procalcitonin: a promising diagnostic marker for sepsis and antibiotic therapy. *J Intensive Care.* 2017;5:51. doi: 10.1186/s40560-017-0246-8.
24. Shen C.-J., Wu M.-S., Lin K.-H., Lin W.-L., Chen H.-C., Wu J.-Y. et al. The use of procalcitonin in the diagnosis of bone and joint infection: a systemic review and meta-analysis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2013;32(6):807-814. doi: 10.1007/s10096-012-1812-6.
25. Khosla S. Update on estrogens and the skeleton. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(8):3569-3577. doi: 10.1210/jc.2010-0856.
26. Vanderschueren D., Laurent M.R., Claessens F., Gielen E., Lagerquist M.K., Vandenput L. et al. Sex steroid actions in male bone. *Endocr Rev.* 2014;35(6):906-960. doi: 10.1210/er.2014-1024.
27. Khosla S., Melton L.J. 3rd, Riggs B.L. The unitary model for estrogen deficiency and the pathogenesis of osteoporosis: is a revision needed? *J Bone Miner Res.* 2011;26(3):441-451. doi: 10.1002/jbmr.262.
28. Khosla S., Amin S., Orwoll E. Osteoporosis in men. *Endocr Rev.* 2008;29(4):441-464. doi: 10.1210/er.2008-0002.
29. Falahati-Nini A., Riggs B.L., Atkinson E.J., O'Fallon W.M., Eastell R., Khosla S. Relative contributions of testosterone and estrogen in regulating bone resorption and formation in normal elderly men. *J Clin Invest.* 2000;106(12):1553-1560. doi: 10.1172/JCI10942.
30. Manolagas S.C. Birth and death of bone cells: basic regulatory mechanisms and implications for the pathogenesis and treatment of osteoporosis. *Endocr Rev.* 2000;21(2):115-137. doi: 10.1210/edrv.21.2.0395.
31. Riggs B.L. The mechanisms of estrogen regulation of bone resorption. *J Clin Invest.* 2000;106(10):1203-1204. doi: 10.1172/JCI11468.
32. Cenci S., Weitzmann M.N., Roggia C., Namba N., Novack D., Woodruff J. et al. Estrogen deficiency induces bone loss by enhancing T-cell production of TNF-alpha. *J Clin Invest.* 2000;106(10):1229-1237. doi: 10.1172/JCI11066.
33. Hofbauer L.C., Khosla S., Dunstan C.R., Lacey D.L., Boyle W.J., Riggs B.L. The roles of osteoprotegerin and osteoprotegerin ligand in the paracrine regulation of bone resorption. *J Bone Miner Res.* 2000;15(1):2-12. doi: 10.1359/jbmr.2000.15.1.2.
34. Pacifici R. Estrogen, cytokines, and pathogenesis of postmenopausal osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 1996;11(8):1043-1051. doi: 10.1002/jbmr.5650110802.
35. Riggs B.L. The mechanisms of estrogen regulation of bone resorption. *J Clin Invest.* 2000;106(10):1203-1204. doi: 10.1172/JCI11468.
36. Hadji P., Colli E., Regidor P.-A. Bone health in estrogen-free contraception. *Osteoporos Int.* 2019;30(12):2391-2400. doi: 10.1007/s00198-019-05103-6.
37. Berger C., Goltzman D., Langsetmo L., Joseph L., Jackson S., Kreiger N. et al. Peak bone mass from longitudinal data: implications for the prevalence, pathophysiology, and diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 2010;25(9):1948-1957. doi: 10.1002/jbmr.95.
38. Kerrigan J.R., Rogol A.D. The impact of gonadal steroid hormone action on growth hormone secretion during childhood and adolescence. *Endocr Rev.* 1992;13(2):281-298. doi: 10.1210/edrv-13-2-281.
39. Hofbauer L.C., Hicok K.C., Khosla S. Effects of gonadal and adrenal androgens in a novel androgen-responsive human osteoblastic cell line. *J Cell Biochem.* 1998;71(1):96-108.
40. Hofbauer L.C., Hicok K.C., Chen D., Khosla S. Regulation of osteoprotegerin production by androgens and anti-androgens in human osteoblastic lineage cells. *Eur J Endocrinol.* 2002;147(2):269-273. doi: 10.1530/eje.0.1470269.
41. Suda T., Takahashi N., Udagawa N., Jimi E., Gillespie M.T., Martin T.J. Modulation of osteoclast differentiation and function by the new members of the tumor necrosis factor receptor and ligand families. *Endocr Rev.* 1999;20(3):345-357. doi: 10.1210/edrv.20.3.0367.
42. Veldhuis J.D., Bowers C.Y. Human GH pulsatility: an ensemble property regulated by age and gender. *J Endocrinol Invest.* 2003;26(9):799-813. doi: 10.1007/BF03345229.
43. Wang J., Zhou J., Cheng C.M., Kopchick J.J., Bondy C.A. Evidence supporting dual, IGF-I-independent and IGF-I-dependent, roles for GH in promoting longitudinal bone growth. *J Endocrinol.* 2004;180(2):247-255. doi: 10.1677/joe.0.1800247.
44. Lindsey R.C., Mohan S. Skeletal Effects of Growth Hormone and Insulin-like Growth Factor-I Therapy. *Mol Cell Endocrinol.* 2016;432:44-55. doi: 10.1016/j.mce.2015.09.017.
45. Locatelli V., Bianchi V.E. Effect of GH/IGF-1 on Bone Metabolism and Osteoporosis. *Int J Endocrinol.* 2014;2014:235060. doi: 10.1155/2014/235060.
46. Yakar S., Courtland H.-W., Clemmons D. IGF-1 and bone: New discoveries from mouse models. *J Bone Miner Res.* 2010;25(12):2543-2552. doi: 10.1002/jbmr.234.
47. Singhal V., Goh B.C., Bouxsein M.L., Faugere M.-C., DiGirolamo D.J. Osteoblast-restricted Disruption of the Growth Hormone Receptor in Mice Results in Sexually Dimorphic Skeletal Phenotypes. *Bone Res.* 2013;1(1):85-97. doi: 10.4248/BR201301006.
48. Wu S., Yang W., De Luca F. Insulin-Like Growth Factor-Independent Effects of Growth Hormone on Growth Plate Chondrogenesis and Longitudinal Bone Growth. *Endocrinology.* 2015;156(7):2541-2551. doi: 10.1210/en.2014-1983.
49. Zhang M., Faugere M.-C., Malluche H., Rosen C.J., Chernauek S.D., Clemens T.L. Paracrine overexpression of IGFBP-4 in osteoblasts of transgenic mice decreases bone turnover and causes global growth retardation. *J Bone Miner Res.* 2003;18(5):836-843. doi: 10.1359/jbmr.2003.18.5.836.
50. Honda Y., Landale E.C., Strong D.D., Baylink D.J., Mohan S. Recombinant synthesis of insulin-like growth factor-binding protein-4 (IGFBP-4): Development, validation, and application of a radioimmunoassay for IGFBP-4 in human serum and other biological fluids. *J Clin Endocrinol Metab.* 1996;81(4):1389-1396. doi: 10.1210/jcem.81.4.8636339.
51. Chevalley T., Strong D.D., Mohan S., Baylink D., Linkhart T.A. Evidence for a role for insulin-like growth factor binding proteins in glucocorticoid inhibition of normal human osteoblast-like cell proliferation. *Eur J Endocrinol.* 1996;134(5):591-601. doi: 10.1530/eje.0.1340591.

52. Gabbitas B., Canalis E. Cortisol enhances the transcription of insulin-like growth factor-binding protein-6 in cultured osteoblasts. *Endocrinology*. 1996;137(5):1687-1692. doi: 10.1210/endo.137.5.8612502.
53. Denger S., Bähr-Ivacevic T., Brand H., Reid G., Blake J., Seifert M. et al. Transcriptome profiling of estrogen-regulated genes in human primary osteoblasts reveals an osteoblast-specific regulation of the insulin-like growth factor binding protein 4 gene. *Mol Endocrinol*. 2008;22(2):361-379. doi: 10.1210/me.2007-0292.
54. Qin X., Wergedal J.E., Rehage M., Tran K., Newton J., Lam P. et al. Pregnancy-associated plasma protein-A increases osteoblast proliferation in vitro and bone formation in vivo. *Endocrinology*. 2006;147(12):5653-5661. doi: 10.1210/en.2006-1055.
55. Christians J.K., de Zwaan D.R., Fung S.H.Y. Pregnancy associated plasma protein A2 (PAPP-A2) affects bone size and shape and contributes to natural variation in postnatal growth in mice. *PLoS One*. 2013;8(2):e56260. doi: 10.1371/journal.pone.0056260.
58. Mohan S., Bautista C.M., Wergedal J., Baylink D.J. Isolation of an inhibitory insulin-like growth factor (IGF) binding protein from bone cell-conditioned medium: a potential local regulator of IGF action. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1989;86(21):8338-8342. doi: 10.1073/pnas.86.21.8338.
57. Devlin R.D., Du Z., Buccilli V., Jorgetti V., Canalis E. Transgenic mice overexpressing insulin-like growth factor binding protein-5 display transiently decreased osteoblastic function and osteopenia. *Endocrinology*. 2002;143(10):3955-3962. doi: 10.1210/en.2002-220129.
58. Zhao G., Monier-Faugere M.C., Langub M.C., Geng Z., Nakayama T., Pike J.W. et al. Targeted overexpression of insulin-like growth factor I to osteoblasts of transgenic mice: increased trabecular bone volume without increased osteoblast proliferation. *Endocrinology*. 2000;141(7):2674-2682. doi: 10.1210/endo.141.7.7585.
59. DiGirolamo D.J., Mukherjee A., Fulzele K., Gan Y., Cao X., Frank S.J. et al. Mode of growth hormone action in osteoblasts. *J Biol Chem*. 2007;282(43):31666-31674. doi: 10.1074/jbc.M705219200.
60. Simpson H., Savine R., Sönksen P., Bengtsson B.A., Carlsson L., Christiansen J.S. et al. Growth hormone replacement therapy for adults: into the new millennium. *Growth Horm IGF Res*. 2002;12(1):1-33. doi: 10.1054/ghir.2001.0263.
61. Laron Z., Kauli R. Fifty seven years of follow-up of the Israeli cohort of Laron Syndrome patients-From discovery to treatment. *Growth Horm IGF Res*. 2016;28:53-56. doi: 10.1016/j.ghir.2015.08.004.
62. Bikle D., Majumdar S., Laib A., Powell-Braxton L., Rosen C., Beamer W. et al. The skeletal structure of insulin-like growth factor I-deficient mice. *J Bone Miner Res*. 2001;16(12):2320-2329. doi: 10.1359/jbmr.2001.16.12.2320.
63. Zhang W., Zhang L.C., Chen H., Tang P.F., Zhang L.H. Association between polymorphisms in insulin-like growth factor-1 and risk of osteoporosis. *Genet Mol Res*. 2015;14(3):7655-7660. doi: 10.4238/2015.July.13.10.
64. Thomas J.D.J., Monson J.P. Adult GH deficiency throughout lifetime. *Eur J Endocrinol*. 2009;161(1):S97-S106. doi: 10.1530/EJE-09-0258.
65. Claessen K.M., Kroon H.M., Pereira A.M., Appelman-Dijkstra N.M., Verstegen M.J., Kloppenburg M. et al. Progression of vertebral fractures despite long-term biochemical control of acromegaly: a prospective follow-up study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(12):4808-4815. doi: 10.1210/jc.2013-2695.
66. Mazziotti G., Bianchi A., Porcelli T., Mormando M., Maffezzoni F., Cristiano A. et al. Vertebral fractures in patients with acromegaly: a 3-year prospective study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(8):3402-3410. doi: 10.1210/jc.2013-1460.
67. Mormando M., Nasto L.A., Bianchi A., Mazziotti G., Giampietro A., Pola E. et al. GH receptor isoforms and skeletal fragility in acromegaly. *Eur J Endocrinol*. 2014;171(2):237-245. doi: 10.1530/EJE-14-0205.
68. Nicholls J.J., Brassill M.J., Williams G.R., Bassett J.H. The skeletal consequences of thyrotoxicosis. *J Endocrinol*. 2012;213(3):209-221. doi: 10.1530/JOE-12-0059.
69. Gorka J., Taylor-Gjevre R.M., Arnason T. Metabolic and clinical consequences of hyperthyroidism on bone density. *Int J Endocrinol*. 2013;2013:638727. doi: 10.1155/2013/638727.
70. Harvey C.B., Bassett J.H., Maruvada P., Yen P.M., Williams G.R. The rat thyroid hormone receptor (TR) Deltabeta3 displays cell-, TR isoform-, and thyroid hormone response element-specific actions. *Endocrinology*. 2007;148(4):1764-1773. doi: 10.1210/en.2006-1248.
71. Gouveia C.H. [The molecular and structural effects of thyroid hormone in bones]. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2004;48(1):183-195. (In Portuguese). doi: 10.1590/s0004-27302004000100021.
72. Wexler J.A., Sharretts J. Thyroid and bone. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2007;36(3):673-705, vi. doi: 10.1016/j.ecl.2007.04.005.
73. O'Shea P.J., Bassett J.H., Sriskantharajah S., Ying H., Cheng S.Y., Williams G.R. Contrasting skeletal phenotypes in mice with an identical mutation targeted to thyroid hormone receptor alpha1 or beta. *Mol Endocrinol*. 2005;19(12):3045-3059. doi: 10.1210/me.2005-0224.
74. Bassett J.H., Williams G.R. The skeletal phenotypes of TRalpha and TRbeta mutant mice. *J Mol Endocrinol*. 2009;42(4):269-282. doi: 10.1677/JME-08-0142.
75. Harvey C.B., O'Shea P.J., Scott A.J., Robson H., Siebler T., Shalet S.M. et al. Molecular mechanisms of thyroid hormone effects on bone growth and function. *Genet Mol Metab*. 2002;75(1):17-30. doi: 10.1006/mgme.2001.3268.
76. Bassett J.H., Williams G.R. The molecular actions of thyroid hormone in bone. *Trends Endocrinol Metab*. 2003;14(8):356-364. doi: 10.1016/s1043-2760(03)00144-9.
77. Gauthier K., Plateroti M., Harvey C.B., Williams G.R., Weiss R.E., Refetoff S. et al. Genetic analysis reveals different functions for the products of the thyroid hormone receptor alpha locus. *Mol Cell Biol*. 2001;21(14):4748-4760. doi: 10.1128/MCB.21.14.4748-4760.2001.
79. Gu W.X., Stern P.H., Madison L.D., Du G.G. Mutual up-regulation of thyroid hormone and parathyroid hormone receptors in rat osteoblastic osteosarcoma 17/2.8 cells. *Endocrinology*. 2001;142(1):157-164. doi: 10.1210/endo.142.1.7905.
79. Gruber R., Czerwenka K., Wolf F., Ho G.M., Willheim M., Peterlik M. Expression of the vitamin D receptor, of estrogen and thyroid hormone receptor alpha- and beta-isoforms, and of the androgen receptor in cultures of native mouse bone marrow and of stromal/osteoblastic cells. *Bone*. 1999;24(5):465-473. doi: 10.1016/s8756-3282(99)00017-4.
80. Bassett J.H., Williams G.R. Critical role of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis in bone. *Bone*. 2008;43(3):418-426. doi: 10.1016/j.bone.2008.05.007.
81. Bassett J., Williams G. Role of Thyroid Hormones in Skeletal Development and Bone Maintenance. *Endocrine Reviews*. 2016;37(2):135-187. doi: 10.1210/er.2015-1106.

82. Kosińska A., Syrenicz A., Kosiński B., Garanty-Bogacka B., Syrenicz M., Gromniak E. [Osteoporosis in thyroid diseases]. *Endokrynol Pol.* 2005;56(2):185-193. (In Polish).
83. Hyppönen E., Läärä E., Reunanen A., Järvelin M.R., Virtanen S.M. Intake of vitamin D and risk of type 1 diabetes: a birth-cohort study. *Lancet.* 2001;358(9292):1500-1503. doi: 10.1016/S0140-6736(01)06580-1.
84. Reddy P.A., Harinarayan C.V., Sachan A., Suresh V., Rajagopal G. Bone disease in thyrotoxicosis. *Indian J Med Res.* 2012;135(3):277-286.
85. Abe E., Marians R., Yu W., Wu X., Ando T., Li Y. et al. TSH is a negative regulator of skeletal remodelling. *Cell.* 2003;115(2):151-162. doi: 10.1016/S0092-8674(03)00771-2.
86. Tsai J., Janson A., Bucht E., Kindmark H., Marcus C., Stark A. et al. Weak evidence of thyrotropin receptors in primary cultures of human osteoblast-like cells. *Calcif Tissue Int.* 2004;74(5):486-491. doi: 10.1007/s00223-003-0108-3.
87. Vestergaard P., Rejnmark L., Mosekilde L. Influence of hyper- and hypothyroidism, and the effects of treatment with antithyroid drugs and levothyroxine on fracture risk. *Calcif Tissue Int.* 2005;77(3):139-144. doi: 10.1007/s00223-005-0068-x.
88. González-Rodríguez L.A., Felici-Giovanini M.E., Haddock L. Thyroid dysfunction in an adult female population: A population-based study of Latin American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS) – Puerto Rico site. *P R Health Sci J.* 2013;32(2):57-62.
89. Clement-Lacroix P., Ormandy C., Lepescheux L., Ammann P., Damotte D., Goffin V. et al. Osteoblasts are a new target for prolactin: analysis of bone formation in prolactin receptor knockout mice. *Endocrinology.* 1999;140(1):96-105. doi: 10.1210/endo.140.1.6436.
90. Charoenphandhu N., Tudpor K., Thongchote K., Saengamart W., Puntheeranurak S., Krishnamra N. High-calcium diet modulates effects of long-term prolactin exposure on the cortical bone calcium content in ovariectomized rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2007;292(2):E443-452. doi: 10.1152/ajpendo.00333.2006.
91. Holt E., Lupsa B., Lee G., Bassyouni H., Peery H.E. *Goodman's Basic Medical Endocrinology*, 5th edn. Elsevier; 2021. 552 p.
92. Momsen G., Schwarz P. A mathematical/physiological model of parathyroid hormone secretion in response to blood-ionized calcium lowering in vivo. *Scand J Clin Lab Invest.* 1997;57(5):381-394. doi: 10.3109/00365519709084585.
93. Krishnamra N., Seemoung J. Effects of acute and long-term administration of prolactin on bone 45Ca uptake, calcium deposit, and calcium resorption in weaned, young, and mature rats. *Can J Physiol Pharmacol.* 1996;74(10):1157-1165.
94. Thongchote K., Charoenphandhu N., Krishnamra N. High physiological prolactin induced by pituitary transplantation decreases BMD and BMC in the femoral metaphysis, but not in the diaphysis of adult female rats. *J Physiol Sci.* 2008;58(1):39-45. doi: 10.2170/physiolsci.RP015007.
95. Mazziotti G., Frara S., Giustina A. Pituitary Diseases and Bone. *Endocr Rev.* 2018;39(4):440-488. doi: 10.1210/er.2018-00005.
96. Wildburger R., Zarkovic N., Tonkovic G., Skoric T., Frech S., Hartleb M. et al. Post-traumatic hormonal disturbances: prolactin as a link between head injury and enhanced osteogenesis. *J Endocrinol Invest.* 1998;21(2):78-86. doi: 10.1007/BF03350319.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Миromanov Александр Михайлович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Чита, Россия
e-mail: miromanov_a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1432-1844>

Гусев Кирилл Аркадьевич — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Чита, Россия
e-mail: kirill.gusev.86@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3375-9956>

Заявленный вклад авторов

Миromanov А.М. — идея и разработка концепции обзора, подбор, анализ и интерпретация результатов поиска публикаций по теме статьи, окончательная редакция.

Гусев К.А. — поиск, анализ, описание публикаций, написание текста статьи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Aleksandr M. Miromanov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Chita State Medical Academy, Chita, Russia
e-mail: miromanov_a@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1432-1844>

Kirill A. Gusev — Cand. Sci. (Med.), Chita State Medical Academy, Chita, Russia
e-mail: kirill.gusev.86@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3375-9956>



Обзорная статья
УДК 616.728.3-007.248
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-1580>

Полногеномные исследования остеоартроза коленного сустава: обзор литературы

В.Б. Новаков^{1,2}, О.Н. Новакова², М.И. Чурносков²

¹ ОГБУЗ «Городская больница № 2 г. Белгорода», г. Белгород, Россия

² ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
Минобрнауки России, г. Белгород, Россия

Реферат

Актуальность. Остеоартроз (ОА) коленного сустава — это многофакторное заболевание, являющееся результатом взаимодействия множества средовых, эпигенетических и генетических факторов риска, причем на долю последних приходится от 40 до 65%. Генетические основы ОА коленного сустава на основе полногеномного поиска ассоциаций (GWAS) активно изучаются многими научными коллективами мира. Полученные результаты часто противоречивы и неоднозначны, что касается и проведенных репликативных исследований ОА коленного сустава. Это диктует необходимость проведения дополнительных репликативных исследований в различных популяциях, в том числе в России. **Материал и методы.** Поиск публикаций был выполнен в электронных базах PubMed, PubMedCentral, eLIBRARY, в каталоге GWAS за период с 2008 г. по настоящее время по ключевым словам: остеоартроз коленного сустава (knee osteoarthritis), GWAS-исследования (GWAS studies), гены-кандидаты (candidate genes). **Результаты.** За период с 2008 по 2021 г. выполнено 15 полногеномных исследований ОА коленного сустава (8 GWAS, 6 метаанализов GWAS данных, 1 исследование — сочетание GWAS и метаанализа GWAS данных), в результате которых установлено 78 полиморфных локусов, ассоциированных с риском развития остеоартроза коленного сустава при $p \leq 5 \times 10^{-8}$. Подавляющее большинство этих локусов (62 из 78 SNPs, 79%) показали GWAS-значимые ассоциации с ОА в метаанализах GWAS данных и только 16 локусов (21%) — в GWAS-исследованиях. Почти 95% GWAS-значимых для ОА коленного сустава локусов (74 SNPs) выявлены на выборках европеоидного происхождения. 21 из 78 GWAS-значимых SNPs ассоциированы с ОА коленного сустава изолированной локализации, а 57 SNPs — с ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка). Все полногеномные исследования ОА коленного сустава и метаанализы GWAS данных проведены за рубежом на выборках из различных зарубежных популяций, причем в эти исследования выборки из Российской Федерации не были включены. Лишь два GWAS-значимых для ОА полиморфных локуса (rs143384 гена *GDF5* для ОА коленного сустава изолированной локализации и rs3771501 гена *TGFA* для ОА любой локализации) реплицированы на полногеномном уровне значимости ($p \leq 5 \times 10^{-8}$) в двух различных исследованиях. **Заключение.** Полученные материалы о GWAS-значимых локусах могут быть использованы как при отборе полиморфизмов при репликативных исследованиях ОА в различных популяциях России, так и для расширения представлений о молекулярно-генетических механизмах развития заболевания.

Ключевые слова: остеоартроз коленного сустава, GWAS, полногеномный поиск ассоциаций, гены-кандидаты.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

📖 Новаков В.Б., Новакова О.Н., Чурносков М.И. Полногеномные исследования остеоартроза коленного сустава: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):131-144. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-1580>.

Cite as: Novakov V.B., Novakova O.N., Churnosov M.I. [Genome-wide Studies of Knee Osteoarthritis: Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):131-144. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-1580>.

✉ Новаков Виталий Борисович / Vitaly B. Novakov; v.novakov@bk.ru

Рукопись получена: 18.01.2021. Рукопись одобрена: 06.08.2021. Статья опубликована онлайн: 27.10.2021.
Submitted: 18.01.2021. Accepted: 06.08.2021. Published Online: 27.10.2021.

© Новаков В.Б., Новакова О.Н., Чурносков М.И., 2021
© Novakov V.B., Novakova O.N., Churnosov M.I., 2021



Genome-wide Studies of knee Osteoarthritis: Review

Vitaly B. Novakov^{1,2}, Olga N. Novakova², Mikhail I. Churnosov²

¹ City Hospital No. 2 of Belgorod, Belgorod, Russia

² Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Abstract

Background. Knee osteoarthritis (OA) is a multifactorial disease resulting from the interaction of many environmental, epigenetic and genetic risk factors, and the latter account for 40% to 65%. Genetic bases of the knee OA based on genome-wide association study (GWAS) are being actively studied by many scientific teams around the world. At the same time, the results obtained are often contradictory and ambiguous, as for the conducted replicative studies of knee OA. This dictates the need for additional replicative studies in various populations, including populations of Russia. The aim of the study was to analyze genome-wide studies of knee OA and to establish GWAS-significant polymorphic loci associated with OA. **Materials and Methods.** The search for publications was carried out in the electronic databases PubMed, PubMedCentral, eLIBRARY, in the GWAS catalog for the period from 2008 to the present by the keywords: knee osteoarthritis, GWAS studies, candidate genes. **Results.** Firstly, for the period from 2008 to 2021, 15 genome-wide studies of knee OA were performed (8 GWAS, 6 meta-analyses of GWAS data, 1 study — a combination of GWAS and meta-analysis of GWAS data), as a result of which 78 polymorphic loci were found associated with the risk of developing osteoarthritis of the knee joint at $p \leq 5 \times 10^{-8}$. Secondly, the vast majority of these loci (62 out of 78 SNPs, 79%) showed GWAS-significant associations with OA in meta-analyses of GWAS data and only 16 loci (21%) in GWAS studies. Thirdly, almost 95% of GWAS-significant loci for knee OA (74 SNPs) were found in samples of Caucasian origin. Fourthly, 21 out of 78 GWAS-significant SNPs are associated with isolated knee OA, and 57 SNPs are associated with knee, hip and hand OA (mixed sample). Fifth, all genome-wide studies of knee OA and meta-analyses of GWAS data were carried out abroad on samples from various foreign populations, and samples from the Russian Federation were not included in these studies. Sixth, only two GWAS-significant polymorphic loci for OA (rs143384 of the *GDF5* gene for knee OA isolated localization and rs3771501 of the *TGFA* gene for OA of any localization) were replicated at the whole genome level of significance ($p \leq 5 \times 10^{-8}$) in two different studies. **Conclusion.** The main genome-wide studies of knee OA were reviewed and GWAS-significant polymorphisms associated with OA were identified. The obtained materials on GWAS-significant loci can be used both in the selection of polymorphisms in replicative studies of OA in various populations of Russia, and for expanding the understanding of the molecular genetic mechanisms of the disease development.

Keywords: knee osteoarthritis, GWAS, genome-wide study, candidate genes.

Funding: no funding or sponsorship was received for this study.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Остеоартроз (ОА) является наиболее распространенным заболеванием суставов, которое чаще всего поражает тазобедренный и коленный суставы, позвоночник и мелкие суставы кисти и стопы [1]. ОА вызывает потерю суставного хряща, образование остеофитов, изменения в субхондральной кости и синовит. Распространенность ОА неуклонно растет во всем мире, что связывают с увеличением продолжительности жизни населения, ростом ожирения, а также с низким качеством лечебно-профилактических мероприятий [2, 3]. По данным ВОЗ, 9,6% мужчин и 18,0% женщин старше 60 лет во всем мире имеют симптоматический ОА [4]. Распространенность ОА среди жителей России в возрасте 18 лет и старше составляет 13% [5].

ОА приводит к существенному снижению работоспособности и инвалидизации людей тру-

доспособного возраста [6]. Во всем мире с каждым годом наблюдается неуклонное увеличение материальных затрат как со стороны пациентов, так и государства на тотальное эндопротезирование суставов [7]. Согласно данным отечественных и зарубежных ученых, доля пациентов, не удовлетворенных исходом тотального эндопротезирования коленного сустава, может составлять 17–25% [8, 9, 10, 11, 12, 13]. При этом ревизионные вмешательства в течение первых 2–5 лет после первичного эндопротезирования проводятся в 60–80% случаев [14, 15]. Поэтому хотя тотальное эндопротезирование и признают одним из эффективных методов лечения дегенеративных, системных и посттравматических заболеваний коленного сустава [10], статистика говорит о том, что современные технологии эндопротезирования не позволяют в полной мере решить данную проблему. Это диктует необходимость даль-

нейшего развития и совершенствования подходов к решению этой проблемы, в том числе с использованием генетических данных.

Остеоартроз — это многофакторное заболевание, являющееся результатом взаимодействия множества средовых, эпигенетических и генетических факторов риска [16], причем на долю генетической компоненты приходится от 40 до 65% [1, 17]. В настоящее время значительное количество зарубежных исследователей [18, 19, 20, 21, 22, 23] и ряд отечественных ученых [24, 25, 26, 27, 28, 29] занимаются изучением генетических основ возникновения, развития, прогрессирования остеоартроза коленного сустава.

При изучении вклада генетических факторов в формирование и развитие многих многофакторных заболеваний, к которым относится и остеоартроз [30], используется полногеномный поиск ассоциаций (GWAS) [31]. Генетические основы ОА на основе GWAS активно изучаются различными научными коллективами. При этом следует отметить, что полученные данные неоднозначны, нередко противоречивы и имеют низкую воспроизводимость в других популяциях мира.

Цель работы — провести анализ имеющихся полногеномных исследований ОА коленного сустава и установить GWAS-значимые полиморфные локусы, ассоциированные с ОА коленного сустава.

Материал и методы

Поиск англо- и русскоязычных публикаций по полногеномным, а также репликативным исследованиям ОА коленного сустава за период с 2008 г. по настоящее время был выполнен в каталоге GWAS, в электронных базах данных PubMed, PubMedCentral и eLIBRARY по ключевым словам: остеоартроз коленного сустава (knee osteoarthritis), GWAS-исследования (GWAS studies), гены-кандидаты (candidate genes).

Результаты

На момент написания обзора (апрель 2021 г.) в каталоге полногеномных исследований National Human Genome Research Institute (GWAS) (<https://www.ebi.ac.uk/gwas/>) представлены результаты 24 работ, посвященных ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки, в результате которых выявлено более 250 GWAS-значимых однонуклеотидных полиморфизмов (SNPs), ассоциированных с развитием ОА. Стоит отметить, что 15 из 24 исследований посвящены изучению роли генетических факторов в развитии ОА коленного сустава [18, 19, 20, 21, 22, 23, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40], из которых 8 работ являются «классическими» GWAS-исследованиями [19, 20, 21, 32, 33, 35, 38, 39], 6 — метаанализами GWAS-данных [18, 22, 23, 30, 37, 40], в одной работе представлены

результаты как полногеномного исследования ОА коленного сустава, так и метаанализа GWAS-данных [34]. Из 15 полногеномных исследований ОА коленного сустава в 7 работах рассматривался только ОА изолированной локализации, в 5 работах — ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка) и в 3 работах изучался как ОА коленного сустава изолированной локализации, так и ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка). В результате этих исследований выявлено 78 SNPs, GWAS-значимых для ОА.

Полногеномные исследования остеоартрита коленного сустава изолированной локализации

В результате 10 проведенных к настоящему времени полногеномных исследований ОА коленного сустава изолированной локализации (5 GWAS, 4 метаанализа GWAS-данных, 1 исследование — сочетание GWAS и метаанализа GWAS-данных) статистически значимые данные были получены в 7 исследованиях (2 GWAS, 4 метаанализа GWAS-данных, 1 исследование — сочетание GWAS и метаанализа GWAS-данных).

Первое GWAS-исследование ОА коленного сустава было опубликовано А.М. Valdes с соавторами в 2008 г. [33]. В данной работе на выборках из 1534 больных ОА коленного сустава и 2620 индивидуумов контрольной группы европейского происхождения (из стран Европы и США) наиболее значимая ассоциация установлена для rs4140564 гена *PTGS2* с ОА коленного сустава ($p = 6,9 \times 10^{-07}$).

В работе Y. Miyamoto с соавторами на выборках японцев из 740 больных ОА коленного сустава и 1289 индивидуумов контрольной группы был установлен полиморфный локус rs7639618 гена *DVWA*, показавший наиболее значимые ассоциации с ОА ($p = 7,3 \times 10^{-08}$) [32].

В рамках GWAS-исследования М. Nakajima с соавторами, в общей сложности включающего около 4800 японцев и 2000 европейцев, был выявлен однонуклеотидный полиморфизм (rs7775228), ассоциированный с ОА коленного сустава у японцев [34].

Первый этап GWAS-исследования консорциума arcOGEN (Arthritis Research UK Osteoarthritis Genetics), включающий изучение 514898 SNPs на выборках из 3177 больных ОА коленного и тазобедренного суставов и 4894 человек контрольной группы, имеющих европейское происхождение, а также репликативные исследования (*in silico* анализ 44449 участников и *de novo* анализ 14534 больных и контроля) не выявили статистически значимых ($p \leq 5 \times 10^{-08}$) ассоциаций [38].

Второй этап крупномасштабного GWAS-исследования консорциума arcOGEN, выполненного на выборках из 7410 больных ОА, 80% из ко-

торых получили тотальное эндопротезирование, и 11 009 индивидуумов контрольной группы, а также репликативные исследования (выполнены на выборках из 7473 больных ОА и 42 938 индивидуумов контроля европейского происхождения) позволили выявить статистически значимые ассоциации полиморфизма rs12107036 с тотальным эндопротезированием у больных ОА коленного сустава ($p = 6,71 \times 10^{-08}$) [39].

M.S. Yau с соавторами провели GWAS-исследование ОА у европейцев северо-американского происхождения (3898 больных ОА коленного сустава и 3168 индивидуумов контрольной группы), которое включало в себя 1-й этап исследования на выборках OAI (Osteoarthritis Initiative) и JoCo (Johnston County Osteoarthritis Project) (2672 больных и 1776 человек контроля), а также 2-й этап исследования (репликация проведена на выборках MOST (Multicenter Osteoarthritis Study) и GO Genetics of Osteoarthritis Study) (1226 больных ОА и 1392 человека контрольной группы) [19]. При объединении двух этапов исследования не было выявлено статистически значимых ($p < 5 \times 10^{-8}$) ассоциаций с ОА коленного сустава. Наиболее достоверный уровень значимости был установлен для rs4867568 гена *LSP1P3* ($p = 3,02 \times 10^{-06}$). Также были выявлены ассоциации ОА коленного сустава с ранее установленными локусами (rs143383, rs835487 и rs8044769), но уровень значимости для них не достиг полногеномного ($p < 5 \times 10^{-8}$).

Метаанализы GWAS-данных остеоартрита коленного сустава изолированной локализации

Метаанализ GWAS-данных M. Nakajima с соавторами на выборках из европейцев и японцев выявил однонуклеотидный полиморфизм (rs10947262), показавший значимые ассоциации с ОА коленного сустава ($p = 5,1 \times 10^{-09}$) [34].

В работе E. Evangelou с соавторами в результате метаанализа 4 GWAS-исследований на выборках из 6709 больных ОА коленного сустава и 44439 индивидуумов контрольной группы были установлены еще два полиморфных локуса rs4730250 гена *DUS4L* и rs10953541 гена *BCAP29*, которые ассоциированы с ОА коленного сустава у лиц европеоидного происхождения ($p = 9,17 \times 10^{-09}$ и $3,90 \times 10^{-08}$ соответственно) [37].

Метаанализ GWAS-данных Y. Liu с соавторами, проведенный на выборке из 1217 афроамериканцев с ОА коленного сустава, выявил значимые ассоциации аллеля С локуса LINC01006 (rs7792864) с данным заболеванием. Ассоциации пяти других однонуклеотидных полиморфизмов (rs145965284, rs78571182, rs76983122, rs4920343, rs9783397) с ОА коленного сустава достигали уровня значимости, близкого к полногеномному ($p = 5 \times 10^{-08}$) [40]. Этой же группой ученых было проведено репликатив-

ное исследование 12 SNPs, показавших значимые ассоциации с ОА в европейских популяциях в ранее проведенном исследовании [39]. Установлено, что ни один из рассмотренных ранее SNPs не ассоциирован с ОА коленного сустава у афроамериканцев [40].

В самом крупном на сегодняшний день (апрель 2021) метаанализе GWAS-данных (изучена выборка из 17 151 больных ОА тазобедренного сустава, 23 877 пациентов с ОА коленного сустава и около 562 000 индивидуумов контрольной группы) U. Styrkarsdottir с соавторами выявлены 22 полиморфных локуса, ассоциированные с ОА, 16 из которых были новыми (12 SNPs для ОА тазобедренного сустава и 4 SNPs для ОА коленного сустава: rs2061026, rs1078301, rs1060105, rs34195470) [22].

В метаанализе GWAS-данных I. Tachmazidou с соавторами (рассматривалась выборка из 77 052 больных ОА коленного сустава, ОА тазобедренного сустава, ОА коленного и/или тазобедренного суставов, ОА любой локализации и 378 169 индивидуумов контрольной группы) установлены статистически значимые ($p < 5 \times 10^{-8}$) ассоциации с ОА коленного сустава 9 SNPs, причем 7 SNPs были новыми [23].

Таким образом, в результате 7 полногеномных исследований (2 GWAS, 4 метаанализа GWAS-данных, 1 исследование — сочетание GWAS и метаанализа GWAS-данных) было выявлено 21 SNP, ассоциированных с ОА коленного сустава изолированной локализации. Следует отметить, что, во-первых, подавляющее большинство этих ОА-значимых локусов — 18 SNPs (85%) установлены в результате метаанализов GWAS-данных и лишь 3 SNPs показали связь с ОА коленного сустава изолированной локализации в GWAS-исследованиях. Во-вторых, 17 из 21 GWAS-значимых для ОА коленного сустава полиморфных локусов (более 80%) были установлены на выборках европеоидного происхождения, и лишь 4 SNPs выявлены на смешанных выборках (европейцы, японцы, афроамериканцы). В-третьих, установлен один локус rs143384 гена *GDF5*, показавший значимые ассоциации с ОА коленного сустава в двух метаанализах GWAS-данных для европейских популяций. Следует отметить достаточно высокий уровень значимости этих ассоциаций — $p = 4,77 \times 10^{-23}$ [23] и $p = 1,40 \times 10^{-19}$ [22].

С помощью современных мировых баз по функциональной геномике [41] нами изучены функциональные эффекты полиморфного локуса rs143384 гена *GDF5*: регуляторный потенциал (использовалась онлайн программа HaploReg v 4.1 (<http://archive.broadinstitute.org/mammals/haploreg/haploreg.php>), влияние полиморфизма на экспрессию и альтернативный сплайсинг генов

(использовались данные проекта Genotype-Tissue Expression (GTEx) (<http://www.gtexportal.org/>)). Установлено, что полиморфизм rs143384, расположенный в 5'-UTR области гена *GDF5*, имеет выраженный регуляторный потенциал: находится в эволюционно консервативном участке ДНК, регионе мотива ДНК, являющегося сайтом связывания с транскрипционным фактором *Ascl2*, в области гистонов, маркирующих промоторы и энхансеры в различных тканях и органах, имеющих патогенетическую значимость для ОА (первичные клетки остеобластов, фибробласты, жировая ткань и т.д.), в регионе гиперчувствительности к ДНКазе 1 в 16 культурах клеток/тканях (клетки предшественники нейронов, фибробласты и т.д.). Согласно данным GTEx проекта выявлено, что полиморфизм rs143384 значимо ассоциирован с уровнем экспрессии 21 гена (*CEP250*, *CPNE1*, *EDEM2*, *EIF6*, *EPB41L1*, *ERGIC3*, *FAM83C*, *FER1L4*, *GDF5*, *MAP1LC3A*, *MMP24*, *MMP24-AS1*, *MYH7B*, *NFS1*, *NORAD*, *PROCR*, *RP4-614O4.13*, *RPL36P4*, *SCAND1*, *TRPC4AP*, *UQCC1*) в более чем 20 органах и тканях, в том числе патогенетически значимых для развития ОА: *UQCC1* и *RPL36P4* в фибробластах ($p = 2,7E-50$ и $p = 1,3E-10$ соответственно), *GDF5* в щитовидной железе ($p = 1,2E-10$), *CPNE1* в крови ($p = 3,5E-11$), *CPNE1* в жировой ткани ($p = 1,4E-10$) и т.д. Также локус rs143384 связан с уровнем альтернативного сплайсинга транскриптов 8 генов (*CEP250*, *EIF6*, *ERGIC3*, *FER1L4*, *GSS*, *RBM39*, *TRPC4AP*, *UQCC1*) в разных органах и тканях и в том числе, вовлеченных в патофизиологию ОА: *UQCC1* в скелетных мышцах и большеберцовом нерве ($p = 5,6E-65$ и $p = 1,0E-9$ соответственно), *ERGIC3* в подкожной жировой клетчатке ($p = 8,7E-10$) и т.д.

Следует отметить, что GWAS-значимый «рисковый» для ОА коленного сустава изолированной локализации аллель А rs143384 гена *GDF5* (OR = 1,1) [22, 23] разнонаправленно ассоциирован с транскрипционной активностью и альтернативным сплайсингом разных генов. Так, данный аллель связан с низкой экспрессией генов *MAP1LC3A* ($\beta = -0,097...-0,16$), *RPL36P4* ($\beta = -0,26...-0,40$), *GDF5* ($\beta = -0,14...-0,45$) и др., высокой транскрипционной активностью генов *CPNE1* ($\beta = 0,19-0,26$), *PROCR* ($\beta = 0,11-0,16$), *FAM83C* ($\beta = 0,13-0,23$), *UQCC1* ($\beta = 0,12-0,51$) и др., высоким уровнем альтернативного сплайсинга генов *CEP250* ($\beta = 0,27-0,48$), *ERGIC3* ($\beta = 0,24-0,49$), *TRPC4AP* ($\beta = 0,23-0,27$) и др., низким уровнем альтернативного сплайсинга генов *FER1L4* ($\beta = -0,34...-0,42$), *UQCC1* ($\beta = -0,28...-0,71$) и др., низкой афинностью регуляторного мотива ДНК к фактору транскрипции *Ascl2* ($\Delta LOD = -1,0$).

Таким образом, полиморфный локус rs143384 гена *GDF5* характеризуется выраженными эпигенетическими эффектами, ассоциирован с уровнем

экспрессии и альтернативного сплайсинга более 20 различных генов в разных органах и тканях организма, и в том числе вовлеченных в патогенез ОА коленного сустава, что может быть медико-биологической основой ассоциаций данного полиморфного локуса с заболеванием, установленных в полногеномных исследованиях.

Генетические исследования остеоартрита коленного, тазобедренного суставов и суставов руки, выполненные на смешанных выборках

К настоящему времени проведено 8 полногеномных исследований ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки на смешанных выборках больных (4 GWAS и 4 метаанализа GWAS-данных).

В исследовании Н.Ж. Kerkhof с соавторами, выполненном на выборках европейского происхождения в объеме 1341 больного ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки, а также 3496 индивидуумов контрольной группы, был установлен минорный аллель С rs3815148 гена *COG5* (7q22), являющийся фактором риска ОА коленного сустава и/или кисти ($p = 8 \times 10^{-08}$) [35]. Также выявлено, что данный SNP находится в неравновесии по сцеплению с rs3757713, который связан с уровнями экспрессии гена *GPR22* в культуре клеток лимфоцитов ($p = 4 \times 10^{-12}$).

GWAS-исследование консорциума arcOGEN позволило выявить статистически значимые ассоциации пяти полиморфных локусов с остеоартрозом при необходимом уровне значимости $p < 5 \times 10^{-8}$ [39]. Наиболее достоверные ассоциации с ОА у больных, получивших тотальное эндопротезирование коленного и тазобедренного суставов, установлены для rs6976 гена *GLT8D1* ($p = 7,24 \times 10^{-11}$), находящегося в неравновесии по сцеплению с rs11177 гена *GNL3*, который также показал значимые ассоциации с ОА. Следует отметить, что в данной работе реплицирован на полногеномном уровне значимости GWAS-значимый для ОА коленного сустава изолированной локализации полиморфизм rs12107036 гена *TP63*.

В работе Е. Casalone с соавторами на выборках из 23 304 больных ОА коленного и/или тазобедренного сустава после тотального эндопротезирования (ТЭП), и 99 406 человек контрольной группы выявлен rs10116772 гена *GLIS3*, ассоциированный с ОА коленного и/или тазобедренного суставов у больных после ТЭП [21].

В GWAS-исследовании Е. Zengini с соавторами (рассматривалась выборка из 30 727 больных ОА и 297 191 человек контрольной группы) были установлены 5 новых GWAS-значимых локусов, ассоциированных с ОА: rs2820436, rs375575359, rs11335718, rs3771501, rs116882138 [20].

Метаанализы GWAS-данных по остеоартриту коленного, тазобедренного суставов и суставов руки, полученные на смешанных выборках

Опираясь на результаты ранее проведенного GWAS-исследования консорциумом arcOGEN [38], A.G. Day-Williams с соавторами выполнили метаанализ GWAS-данных на выборках из 19041 больного ОА и 24504 индивидуумов контрольной группы европейского происхождения, в результате которого был обнаружен полиморфный локус rs11842874 гена *MCF2L*, ассоциированный с ОА ($p = 2,1 \times 10^{-08}$) [36].

Метаанализ данных репликативных исследований на выборках консорциума arcOGEN, UK Biobank и deCODE, в общей сложности включающих 23425 больных ОА и 236814 индивидуумов контрольной группы, выполненный S. Hackinger с соавторами, выявил rs12901071, находящийся в интроне гена *SMAD3*, ассоциированный с ОА ($p = 3,12 \times 10^{-10}$) [18].

В метаанализе GWAS-данных U. Styrkarsdottir с соавторами выявлено 8 SNPs, ассоциированных с ОА любой локализации [22], из которых 3 SNPs (rs2061026, rs1078301, rs143384) также показали GWAS-значимые ассоциации с ОА коленного сустава изолированной локализации.

Крупномасштабный метаанализ GWAS-данных I. Tachmazidou с соавторами установил 43 SNPs, GWAS-значимых для ОА: 9 SNPs ассоциированы с ОА коленного сустава изолированной локализации, 8 SNPs с ОА коленного и/или тазобедренного суставов, 26 SNPs — с ОА любой локализации [23].

Таким образом, в результате 8 полногеномных исследований (4 GWAS-исследования и 4 метаанализа GWAS-данных) установлено 57 однонуклеотидных полиморфизмов, ассоциированных с ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка). Стоит отметить, что, во-первых, более 77% GWAS-значимых локусов (44 SNPs), ассоциированных с ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка), было выявлено в метаанализах GWAS-данных, 13 SNPs установлены в результате 4 GWAS-исследований. Во-вторых, абсолютно все полиморфные локусы, ассоциированные с ОА, установлены на выборках европеоидного происхождения. В-третьих, полиморфизм rs3771501 гена *TGFA* показал GWAS-значимые ассоциации с ОА любой локализации как в GWAS-исследовании E. Zengini с соавторами, так и в метаанализе GWAS-исследований I. Tachmazidou с соавторами.

В основе установленных на полногеномном уровне значимости ($p < 5 \times 10^{-08}$) ассоциаций полиморфного маркера rs3771501 гена *TGFA* с ОА могут лежать его значимые функциональные эффекты. Материалы, представленные в базе данных

HaploReg (v 4.1) свидетельствуют о важном регуляторном потенциале rs3771501 гена *TGFA*, ассоциированного с развитием ОА. Выявлено, что полиморфный локус rs3771501, расположенный в интроне гена *TGFA*, находится в эволюционно консервативном участке, регионе гистона H3K4me1, маркирующего энхансеры в различных тканях и органах, в том числе играющих важную роль в патогенезе ОА (культура клеток хондроцитов, в тканях головного мозга и т.д.). С помощью онлайн программы GTExportal *in silico* выявлена связь полиморфизма rs3771501 с уровнем экспрессии гена *TGFA* в коре головного мозга и гипоталамусе ($p = 2,9E-11$ и $p = 8,5E-09$ соответственно), в большеберцовом нерве ($p = 1,6E-04$) и т.д. При этом рисковый для ОА аллель А rs3771501 (OR = 1,05) [23] ассоциирован с низкой транскрипционной активностью гена *TGFA* (в базе данных GTEx проекта коэффициент линейной регрессии представлен для референсного аллеля G rs3771501, $\beta = 0,09-0,31$).

Таким образом, генетический полиморфизм rs3771501 гена *TGFA* имеет значимые функциональные эффекты демонстрирует выраженный эпигенетический потенциал, ассоциирован с уровнем экспрессии гена *TGFA* в тканях и органах, имеющих важную роль в патогенезе ОА. Это, возможно, и определяет установленную связь изученного полиморфизма с ОА в полногеномных исследованиях.

Итоговые результаты по GWAS-значимым полиморфным локусам, ассоциированным с ОА коленного сустава, приведены в таблицах 1 и 2 (представлены данные по ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки, полученные на смешанных выборках). Стоит отметить, что, во-первых, за период с 2008 по 2021 г. выполнено 15 полногеномных исследований ОА коленного сустава (8 GWAS, 6 метаанализов GWAS-данных, 1 исследование — сочетание GWAS и метаанализа GWAS-данных), в результате которых установлено 78 полиморфных локусов, ассоциированных с риском развития остеоартроза коленного сустава при $p \leq 5 \times 10^{-08}$. Во-вторых, подавляющее большинство этих локусов (62 из 78 SNPs, 79%) показали GWAS-значимые ассоциации с ОА в метаанализах GWAS-данных и только 16 локусов (21%) — в GWAS-исследованиях. В-третьих, почти 95% GWAS-значимых для ОА коленного сустава локусов (74 SNPs) выявлены на выборках европеоидного происхождения. В-четвертых, 21 из 78 GWAS-значимых SNPs ассоциированы с ОА коленного сустава изолированной локализации, а 57 SNPs — с ОА коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка). В-пятых, все полногеномные исследования ОА коленного сустава

и метаанализы GWAS-данных проведены за рубежом на выборках из различных зарубежных популяций, причем в эти исследования выборки из Российской Федерации не были включены. В-шестых, лишь два GWAS-значимых для ОА полиморфных локуса (rs143384 гена *GDF5* для ОА коленного сустава изолированной локализации и rs3771501 гена *TGFA* для ОА любой локализации) реплицированы на полногеномном уровне значимости ($p \leq 5 \times 10^{-8}$) в двух различных исследованиях (см. табл. 1, 2). Стоит отметить, что в этих исследованиях «рисковое» значение для развития ОА имеют аллель А rs3771501 гена *TGFA* (OR = 1,05) и аллель А rs143384 гена *GDF5* (OR = 1,10). Согласно результатам нашего *in silico* анализа, эти полиморфные локусы демонстрируют выраженные функциональные эффекты (имеют значимый регуляторный потенциал, связаны с уровнем экспрессии и альтернативного сплайсинга разных генов в различных органах и тканях, в том числе вовлеченных

в патофизиологию ОА). В-седьмых, полученные GWAS-данные указывают на наличие двух регионов хромосом (6p21.32 и 7q22.3), в которых располагается наибольшее количество GWAS-значимых для ОА полиморфных локусов — по 3 SNPs в каждом: 6p21.32 (rs10947262, rs7775228, rs9277552) и 7q22.3 (rs4730250, rs10953541, rs3815148). В-восьмых, при увеличении объема исследуемых выборок больных и контроля количество выявленных GWAS-значимых полиморфизмов, ассоциированных с ОА, также возрастает. Так, например, в первых GWAS-исследованиях, проведенных в среднем на выборках около 6 тыс. больных и контроля, выявлялись 1-2 GWAS-значимых локуса [32, 33], в то время как в метаанализах GWAS-данных ОА коленного сустава последних лет, выполненных на выборках около 500 тыс. больных и 450 тыс. контроля, было установлено уже 43 GWAS-значимых полиморфизма, девять из которых ассоциированы с ОА коленного сустава изолированной локализации [23].

Таблица 1

Однонуклеотидные полиморфизмы, ассоциированные с остеоартритом коленного сустава изолированной локализации по данным полногеномных исследований

№ п/п	Полиморфизм	Локус	Ген	Локализация ОА	OR (95% CI)	p	Популяция	Источник
$p \leq 5 \times 10^{-8}$								
1	rs7639618-T	3p24.3	<i>DVWA</i>	ОАК	1,54 (1,32–1,81)	$7,3 \times 10^{-8}$	Японская	[32]*
2	rs10947262-C	6p21.32	<i>BTNL2, TSBP1-AS1</i>	ОАК	1,31 (1,20–1,44)	$5,1 \times 10^{-9}$	Японская Европейская	[34]**
3	rs7775228-C	6p21.32	<i>HLA-DQB1</i>	ОАК	1,34 (1,21–1,49)	$2,43 \times 10^{-8}$	Японская	[34]*
4	rs4730250-G	7q22.3	<i>DUS4L</i>	ОАК	1,17 (1,11–1,24)	$9,17 \times 10^{-9}$	Европейская	[37]**
5	rs10953541-T	7q22.3	<i>BCAP29</i>	ОАК	1,17 (1,10–1,23)	$3,90 \times 10^{-8}$		
6	rs12107036-G	3q28	<i>TP63</i>	ТЭП ОАК у женщин	1,21 (1,13–1,29)	$6,71 \times 10^{-8}$	Европейская	[39]*
7	rs7792864-C	7q36.3	<i>LINC01006</i>	ОАК	2,35 (1,77–3,13)	$4,11 \times 10^{-9}$	Афроамериканская	[40]**
8	rs2061026-A	2p22.3	<i>LTBP1</i>	ОАК	1,06 (1,05–1,09)	$1,40 \times 10^{-11}$		
9	rs1078301-T	9q32	<i>COL27A1, KIF12</i>	ОАК	1,07 (1,05–1,10)	$1,40 \times 10^{-10}$		
10	rs1060105-C	12q24.31	<i>SBNO1</i>	ОАК	1,07 (1,04–1,10)	$1,90 \times 10^{-8}$	Европейская	[22]**
11	rs34195470-G	16q22.1	<i>WWP2</i>	ОАК	1,07 (1,05–1,09)	$2,70 \times 10^{-11}$		
12	rs143384-A	20q11.22	<i>GDF5</i>	ОАК	1,10 (1,07–1,12)	$1,40 \times 10^{-19}$		
13	rs12470967-A	2q32.3	<i>AC098872.1</i>	ОАК	1,06 (1,04–1,08)	$1,50 \times 10^{-8}$		
14	rs35611929-A	5q14.1	<i>AP3B1</i>	ОАК	1,06 (1,04–1,08)	$1,21 \times 10^{-8}$	Европейская	[23]**
15	rs56116847-A	12q24.31	<i>SBNO1</i>	ОАК	1,06 (1,04–1,08)	$3,19 \times 10^{-10}$		

Окончание таблицы 1

№ п/п	Полиморфизм	Локус	Ген	Локализация ОА	OR (95% CI)	p	Популяция	Источник
16	rs35912128-AT	15q21.2	<i>USP8</i>	ОАК	1,08 (1,05–1,11)	2,18×10 ⁻⁰⁸	Европейская	[23]**
17	rs4775006-A	15q21.3	<i>POLR2M, ALDH1A2</i>	ОАК	1,06 (1,04–1,08)	8,40×10 ⁻¹⁰		
18	rs6499244-A	16q22.1	<i>NFAT5</i>	ОАК	1,06 (1,04–1,08)	3,88×10 ⁻¹¹		
19	rs35087650-ATT	17p13.3	<i>SMG6</i>	ОАК	1,07 (1,05–1,1)	1,18×10 ⁻⁰⁹		
20	rs8067763-G	17q24.3	<i>ROCR, AC005144.1</i>	ОАК	1,06 (1,04–1,08)	2,39×10 ⁻⁰⁹		
21	rs143384-A	20q11.22	<i>GDF5</i>	ОАК	1,10 (1,08–1,12)	4,77×10 ⁻²³		

ОА — остеоартроз; ОАК — остеоартроз коленного сустава; ТЭП — тотальное эндопротезирование; * — GWAS-исследование; ** — метаанализ GWAS-данных.

Таблица 2

Однонуклеотидные полиморфизмы, ассоциированные с остеоартритом коленного, тазобедренного суставов и суставов руки (смешанная выборка) по данным полногеномных исследований

№ п/п	Полиморфизм	Локус	Ген	Локализация ОА	OR (95% CI)	p	Популяция	Источник
p ≤ 5 × 10⁻⁰⁸								
1	rs3815148-C	7q22.3	<i>GPR22, COG5</i>	ОАК и/или ОАР	1,14 (1,09–1,19)	8,0×10 ⁻⁰⁸	Европейская	[35]*
2	rs11842874-A	13q34	<i>MCF2L</i>	ОА	1,17 (1,11–1,23)	2,1×10 ⁻⁰⁸	Европейская	[36]**
3	rs6976-T	3p21.1	<i>GLT8D1</i>	ТЭП ОА	1,12 (1,08–1,16)	7,24×10 ⁻¹¹	Европейская	[39]*
4	rs6976-T	3p21.1	<i>GLT8D1</i>	ОА	1,09 (1,06–1,12)	6,56×10 ⁻⁰⁹		
5	rs11177-A	3p21.1	<i>GNL3</i>	ТЭП ОА	1,12 (1,08–1,16)	1,25×10 ⁻¹⁰		
6	rs11177-A	3p21.1	<i>GNL3</i>	ОА	1,09 (1,06–1,12)	5,13×10 ⁻⁰⁹		
7	rs10948172-G	6p21.1	<i>SUPT3H, CDC5L</i>	ОА мужчины	1,14 (1,09–1,20)	7,92×10 ⁻⁰⁸		
8	rs8044769-C	16q12.2	<i>FTO</i>	ОА женщины	1,11 (1,07–1,15)	6,85×10 ⁻⁰⁸		
9	rs12901071	15q22.33	<i>SMAD3</i>	ОА	1,08 (1,05–1,11)	3,12×10 ⁻¹⁰	Европейская	[18]**
10	rs10116772-A	9p24.2	<i>GLIS3</i>	ТЭП ОАК и/или ОАТБ	0,97 (0,96–0,98)	3,7×10 ⁻⁰⁸	Европейская	[21]*
11	rs2820436-C	1q41	<i>ZC3H11B</i>	ОА#+ ОА установлен в больнице	0,93 (0,91–0,96)	2,01×10 ⁻⁰⁹	Европейская	[20]*
12	rs3771501-G	2p13.3	<i>TGFA</i>	ОА#+ ОА установлен пациентом	0,94 (0,92–0,96)	1,66×10 ⁻⁰⁸		
13	rs11335718-A	4q21.21	<i>ANXA3</i>	ОАК+ ОА установлен пациентом	1,11 (1,07–1,16)	4,26×10 ⁻⁰⁸		

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Полиморфизм	Локус	Ген	Локализация ОА	OR (95% CI)	p	Популяция	Источник
14	rs116882138-A	9p21.2	<i>MOB3B, EQTN</i>	ОАК+ОАТБ и/или ОАК установлены в больнице	1,34 (1,21–1,49)	5,09×10 ⁻⁰⁸	Европейская	[20]*
15	rs375575359-C	19q13.12	<i>ZNF345</i>	ОАК+ОА установлен пациентом	1,21 (1,14–1,30)	7,54×10 ⁻⁰⁹		
16	rs2126643-C	1p21.1	<i>COL11A1</i>	ОА#	1,05	5,4×10 ⁻¹⁰	Европейская	[22]**
17	rs2785988-A	1q41	–	ОА#	1,05	4,5×10 ⁻¹¹		
18	rs2061026-A	2p22.3	<i>LTBP1</i>	ОА#	1,05	4,7×10 ⁻¹⁰		
19	rs1800562-G	6p22.2	<i>HFE</i>	ОА#	1,39	7,6×10 ⁻¹¹		
20	rs1078301-T	9q32	–	ОА#	1,05	1,4×10 ⁻¹⁰		
21	rs12901372-C	15q22.33	<i>SMAD3</i>	ОА#	1,04	9,5×10 ⁻⁰⁹		
22	rs143384-A	20q11.22	<i>GDF5</i>	ОА#	1,05	2,1×10 ⁻¹⁰		
23	rs117018441-T	22q13.2	<i>CHADL</i>	ОА#	2,84	9,1×10 ⁻¹⁸		
24	ТAAAAAAAAA AAAAAAAA	1	–	ОА#	1,03 (1,02–1,05)	1,05×10 ⁻⁰⁸	Европейская	[23]**
25	C	1	–	ОА#	1,03 (1,02–1,05)	2,54×10 ⁻⁰⁸		
26	rs2820443 -C	1q41	<i>ZC3H11B</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,06 (1,04–1,07)	6,01×10 ⁻¹¹		
27	rs10218792-G	1q44	<i>KIF26B</i>	ОА#	1,04 (1,02–1,05)	2,03×10 ⁻⁰⁸		
28	rs3771501-A	2p13.3	<i>TGFA</i>	ОА#	1,05 (1,03–1,06)	4,24×10 ⁻¹⁶		
29	rs2061027-A	2p22.3	<i>LTBP1</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	3,16×10 ⁻¹³		
30	rs62182810-A	2q33.2	<i>RAPH1</i>	ОА#	1,03 (1,02–1,05)	1,65×10 ⁻⁰⁹		
31	rs62262139-A	3p21.31	<i>RBM6</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	9,09×10 ⁻¹¹		
32	rs34811474-G	4p15.2	<i>ANAPC4</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	2,17×10 ⁻⁰⁹		
33	rs11732213-T	4p16.3	<i>SLBP</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,06 (1,04–1,08)	8,81×10 ⁻¹⁰		
34	rs13107325- T	4q24	<i>SLC39A8</i>	ОА#	1,10 (1,07–1,12)	8,29×10 ⁻¹⁹		
35	rs3884606-G	5q35.1	<i>FGF18</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,04 (1,03–1,06)	8,25×10 ⁻⁰⁹		
36	rs115740542-C	6p22.2	<i>HIST1H2BC</i>	ОА#	1,06 (1,04–1,08)	8,59×10 ⁻⁰⁹		
37	rs9277552-C	6p21.32	<i>HLA-DPB1</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,06 (1,04–1,08)	2,37×10 ⁻¹⁰		
38	rs12154055-G	6p21.1	<i>CDC5L</i>	ОА#	1,03 (1,02–1,04)	2,71×10 ⁻⁰⁸		
39	rs11409738-TA	7q21.3	<i>DYNC111</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	2,13×10 ⁻¹⁰		
40	rs330050-G	8p23.1	AC022784.1	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	1,93×10 ⁻¹¹		
41	rs10974438 -A	9p24.2	<i>GLIS3</i>	ОА#	1,03 (1,02–1,05)	1,34×10 ⁻⁰⁸		
42	rs919642-T	9q32	<i>COL27A1, KIF12</i>	ОА#	1,05 (1,04–1,06)	8,55×10 ⁻¹⁵		
43	rs17659798 -A	11p14.1	<i>AC090833.1</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,06 (1,04–1,07)	2,06×10 ⁻¹⁰		
44	rs11031191 -T	11p14.1	<i>MPPED2-AS1</i>	ОА#	1,03 (1,02–1,05)	1,42×10 ⁻⁰⁸		

№ п/п	Полиморфизм	Локус	Ген	Локализация ОА	OR (95% CI)	<i>p</i>	Популяция	Источник
45	rs1149620 -T	11q13.5	<i>TSKU</i>	ОА#	1,04 (1,02–1,05)	$6,93 \times 10^{-10}$	Европейская	[23]**
46	rs317630 -T	12q15	<i>CPSF6</i>	ОА#	1,04 (1,02–1,05)	$1,97 \times 10^{-08}$		
47	rs11105466 -A	12q21.33	<i>AC084200.1</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,04 (1,03–1,06)	$2,15 \times 10^{-08}$		
48	rs2171126-T	12q22	<i>CRADD</i>	ОА#	1,03 (1,02–1,05)	$9,07 \times 10^{-10}$		
49	rs35206230-T	15q24.1	<i>LMAN1L, CSK</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	$1,48 \times 10^{-12}$		
50	rs9930333-G	16q12.2	<i>FTO</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,05 (1,03–1,06)	$1,52 \times 10^{-09}$		
51	rs1126464 -G	16q24.3	<i>DPEP1</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,06)	$1,56 \times 10^{-10}$		
52	rs2953013 -C	17q11.2	<i>NF1</i>	ОАК и/или ОАТБ	1,05 (1,04–1,07)	$3,07 \times 10^{-10}$		
53	rs547116051-AC	17q21.31	<i>MAPT</i>	ОА#	1,83 (1,49–2,26)	$1,50 \times 10^{-08}$		
54	rs10502437 -G	18q11.2	<i>TMEM241</i>	ОА#	1,03 (1,02–1,04)	$2,50 \times 10^{-08}$		
55	rs1560707-T	19p13.2	<i>SLC44A2</i>	ОА#	1,04 (1,03–1,05)	$1,35 \times 10^{-15}$		
56	rs75621460 -A	19q13.2	<i>TGFB1</i>	ОА#	1,16 (1,12–1,20)	$1,62 \times 10^{-15}$		
57	rs528981060 -A	22q13.2	<i>SCUBE1</i>	ОА#	1,68 (1,40–2,02)	$2,37 \times 10^{-08}$		

ОА — остеоартроз; ОАК — остеоартроз коленного сустава; ОАТБ — остеоартроз тазобедренного сустава; ОАР — остеоартроз суставов руки; ТЭП — тотальное эндопротезирование; ОА# — остеоартроз любой локализации; * — GWAS-исследование; ** — метаанализ GWAS-данных.

Наряду с полногеномными исследованиями ОА важное значение имеет проведение репликативных исследований, которые позволяют установить роль конкретных GWAS-значимых для ОА полиморфных маркеров (из широкого списка около 80 SNPs ассоциированных с ОА на полногеномном уровне) в формировании заболевания в отдельных популяциях мира, в том числе и популяциях России, характеризующихся своеобразием популяционно-генетических характеристик, факторов среды обитания и др. Следует отметить, что к настоящему времени в проведенных репликативных исследованиях ОА, лишь для единичных полиморфных локусов подтверждены ассоциации с данным заболеванием [42, 43, 44, 45, 46, 47, 48].

Репликативное исследование I. Meulenbelt с соавторами [42], выполненное на выборках из 2602 больных ОА коленного и тазобедренного суставов и 2747 индивидуумов контрольной группы европеоидного происхождения, показало, что ни один из трех рассмотренных полиморфных локусов (rs7639618, rs11718863 и rs9864422 гена *DVWA*) не имеет значимых ассоциаций с ОА (полиморфные локусы rs7639618 и rs11718863 выявля-

ны в результате GWAS-исследования Y. Miyamoto с соавторами (2008)). Однако при включении авторами в исследование выборок из японской и китайской популяций (1300 больных ОА и 2637 человек контрольной группы) было установлено, что полиморфный локус rs7639618 гена *DVWA* ассоциирован с ОА коленного сустава ($p = 2,7 \times 10^{-05}$). Репликативное исследование 2 SNPs (rs10947262 гена *BTNL2*, rs7775228 гена *HLA-DQB1*) (ассоциированы с ОА коленного сустава у японцев и европейцев в исследовании M. Nakajima с соавторами), выполненном A.M. Valdes с соавторами [45], не показало значимых ассоциаций с ОА коленного сустава на выборках европеоидного происхождения, включающих 5749 больных ОА коленного сустава и 6408 индивидуумов контрольной группы. В работе D. Shi с соавторами изучена выборка около 2500 больных и контроля. Не выявлены ассоциации двух этих же полиморфных локусов (rs10947262 гена *BTNL2*, rs7775228 гена *HLA-DQB1*) с развитием ОА у китайцев и австралийцев. Но при включении в исследование выборок европейского происхождения значимые ассоциации с ОА коленного сустава были выявлены только для 1 SNP

(rs10947262 гена *BTNL2*, $p = 3 \times 10^{-08}$) [43]. В репликативном исследовании J. Dai с соавторами [47], проведенном на выборках китайцев (890 больных ОА и 844 индивидуумов контрольной группы), посвященном изучению роли полиморфного генетического маркера rs8044769 гена *FTO* в развитии ОА, не установлено значимых ассоциаций с данной патологией. В репликативном исследовании, проведенном T. Zhao с соавторами, изучена выборка из 2556 больных ОА и 1688 человек контроля [48]. Это позволило установить, что из 9 рассмотренных полиморфных локусов с развитием ОА коленного сустава был ассоциирован только rs3884606 гена *FGF18* у китайцев (данный полиморфный локус выявлен в результате метаанализа GWAS-данных I. Tachmazidou с соавторами) [23].

В Российской Федерации исследования молекулярно-генетических основ ОА в основном направлены на изучение роли полиморфизмов различных групп генов-кандидатов в формировании ОА: изучались гены матриксных металлопротеиназ [24, 26, 28], антиоксидантных ферментов [25, 27], рецептора витамина D [26], агреггана [29] и т.д. В литературе представлены результаты лишь одного репликативного исследования GWAS-значимых SNPs в одной из популяций России — республики Башкортостан [49]. Авторы на выборках из 156 женщин с ОА и 161 индивидууме контроля выявили значимые ассоциации полиморфных локусов rs835787 (*CHST11*), rs4836732 (*ASTN2*), rs7639618 (*DVWA*), rs2302061 (*DOT1L*) с ОА в целом. Стоит отметить, что три из четырех полиморфизмов (rs835787, rs4836732, rs2302061) были установлены ранее в GWAS-исследованиях ОА тазобедренного сустава [39, 50]. Для полиморфных маркеров rs6976 гена *GLT8D1* и rs11842874 гена *MCF2L* в этом исследовании не выявлено значимых ассоциаций с ОА (rs6976 установлен в GWAS-исследовании).

Заключение

Таким образом, следует отметить, что генетические основы ОА коленного сустава на основе полногеномного поиска ассоциаций активно изучаются многими зарубежными научными коллективами мира. При этом полученные результаты часто противоречивы и неоднозначны. Этот же вывод касается и проведенных к настоящему времени репликативных исследований. Выше указанные обстоятельства диктуют необходимость проведения дополнительных репликативных исследований в различных популяциях, в том числе в Российской Федерации, характеризующихся значительной этно-территориальной вариабельностью, с целью выявления конкретных GWAS-значимых полиморфных маркеров генов-кандидатов, ассоциированных с ОА в данных отдельных популяциях и их дальнейшего ис-

пользования в практической медицине для формирования среди населения на доклиническом этапе групп риска по развитию ОА и с последующей реализацией в этих группах мероприятий по профилактике ОА.

Литература [References]

- Zengini E., Finan C., Wilkinson J.M. The Genetic Epidemiological Landscape of Hip and Knee Osteoarthritis: Where Are We Now and Where Are We Going? *J Rheumatol.* 2016;43(2):260-266. doi: 10.3899/jrheum.150710.
- Arden N., Blanco F., Cooper C., Guermazi A., Hayashi D., Hunter D. Atlas of Osteoarthritis. London: Springer, 2014. pp. 11-19. doi: 10.1007/978-1-910315-16-3.
- Park J., Mendy A., Vieira E.R. Various Types of Arthritis in the United States: Prevalence and Age-Related Trends From 1999 to 2014. *Am J Public Health.* 2018;108(2):256-258. doi: 10.2105/AJPH.2017.304179.
- World Health Organization, Department of Chronic Diseases and Health Promotion. Chronic rheumatic conditions. Geneva: World Health Organization. Режим доступа: <http://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>
- Галушко Е.А., Насонов Е.Л. Распространённость ревматических заболеваний в России. *Альманах клинической медицины.* 2018;46(1):32-39. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39.
- Galushko E.A., Nasonov E.L. [The prevalence of rheumatic diseases in Russia]. *Al'manah klinicheskoy meditsiny* [Almanac of Clinical Medicine]. 2018;46(1):32-39. (In Russian). doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-1-32-39.
- Cross M., Smith E., Hoy D., Nolte S., Ackerman I., Fransen M. et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(7):1323-1330. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-204763.
- Weinstein A.M., Rome B.N., Reichmann W.M., Collins J.E., Burbine S.A., Thornhill T.S. et al. Estimating the burden of total knee replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(5):385-392. doi: 10.2106/JBJS.L.00206.
- Мальшев Е.Е., Павлов Д.В., Горбатов Р.О. Эндопротезирование коленного сустава после переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1):65-73. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-65-73.
- Malyshev E.E., Pavlov D.V., Gorbatov R.O. [Total knee arthroplasty after proximal tibia fracture] *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2016;(1):65-73. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-65-73.
- Карякин Н.Н., Мальшев Е.Е., Горбатов Р.О., Ротич Д.К. Эндопротезирование коленного сустава с применением индивидуальных направлятелей, созданных с помощью технологий 3D-печати. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(3):110-118. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-110-118.
- Karyakin N.N., Malyshev E.E., Gorbatov 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 Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-110-118.
- Мурьев В.Ю., Алексеев С.С., Елизаров П.М., Куковенко Г.А., Деринг А.А., Хаптагаев Т.Б. Оценка болевого синдрома у пациентов после эндопротезирования коленного сустава.

- Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):19-30. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-19-30.
- Murylev V.Yu., Alekseev S.S., Elizarov P.M., Kukovenko G.A., Dering A.A., Khaptagaev T.H. [Evaluation of Pain Syndrome in Patients after Total Knee Replacement]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russian]. 2019;25(2):19-30. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-19-30.
11. Lunebourg A., Parratte S., Ollivier M., Garcia-Parra K., Argenson J. Lower function, quality of life, and survival rate after total knee arthroplasty for posttraumatic arthritis than for primary arthritis. *Acta Orthop*. 2015; 86(2):189-194. doi: 10.3109/17453674.2014.979723.
 12. Shan L., Shan B., Suzuki A., Nouh F., Saxena A. Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(2):156-168. doi: 10.2106/JBJS.M.00372.
 13. Canovas F., Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(1):41-46. doi: 10.1016/j.otsr.2017.04.017.
 14. Scott C.E., Howie C.R., Macdonald D., Biant L.C. Predicting dissatisfaction following total knee replacement: a prospective study of 1217 patients. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(9):1253-1258. doi: 10.1302/0301-620X.92B9.24394.
 15. Hofmann S., Seitlinger G., Djahani O., Pietsch M. The painful knee after TKA: a diagnostic algorithm for failure analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(9):1442-1452. doi: 10.1007/s00167-011-1634-6.
 16. Новаков В.Б., Новакова О.Н., Чурносков М.И. Факторы риска и молекулярные основы этиопатогенеза остеоартроза коленного сустава (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2021;27(1):112-120. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-1-112-120. Novakov V.B., Novakova O.N., Churnosov M.I. [Risk factors and molecular entities of the etiopathogenesis of the knee osteoarthritis (literature review)]. *Genij ortopedii*. 2021;27(1):112-120. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-1-112-120.
 17. Evangelou E., Kerkhof H.J., Styrkarsdottir U., Ntzani E.E., Bos S.D., Esko T. et al. A meta-analysis of genome-wide association studies identifies novel variants associated with osteoarthritis of the hip. *Ann Rheum Dis*. 2014;73(12):2130-2136. doi: 10.1136/annrheumdis-2012-203114.
 18. Hackinger S., Trajanoska K., Styrkarsdottir U., Zengini E., Steinberg J., Ritchie G.R.S. et al. Evaluation of shared genetic a etiology between osteoarthritis and bone mineral density identifies SMAD3 as a novel osteoarthritis risk locus. *Hum Mol Genet*. 2017;26(19):3850-3858. doi: 10.1093/hmg/ddx285.
 19. Yau M.S., Yerges-Armstrong L.M., Liu Y., Lewis C.E., Duggan D.J., Renner J.B. et al. Genome-Wide Association Study of Radiographic Knee Osteoarthritis in North American Caucasians. *Arthritis Rheumatol*. 2017;69(2):343-351. doi: 10.1002/art.39932.
 20. Zengini E., Hatzikotoulas K., Tachmazidou I., Steinberg J., Hartwig F.P., Southam L. et al. Genome-wide analyses using UK Biobank data provide insights into the genetic architecture of osteoarthritis. *Nat Genet*. 2018;50(4):549-558. doi: 10.1038/s41588-018-0079-y.
 21. Casalone E., Tachmazidou I., Zengini E., Hatzikotoulas K., Hackinger S., Suveges D. et al. A novel variant in GLIS3 is associated with osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2018;77(4):620-623. doi: 10.1136/annrheumdis-2017-211848.
 22. Styrkarsdottir U., Lund S.H., Thorleifsson G., Zink F., Stefansson O.A., Sigurdsson J.K. et al. Meta-analysis of Icelandic and UK data sets identifies missense variants in SMO, IL11, COL11A1 and 13 more new loci associated with osteoarthritis. *Nat Genet*. 2018;50(12):1681-1687. doi: 10.1038/s41588-018-0247-0.
 23. Tachmazidou I., Hatzikotoulas K., Southam L., Esparza-Gordillo J., Haberland V., Zheng J. et al. Identification of new therapeutic targets for osteoarthritis through genome-wide analyses of UK Biobank data. *Nat Genet*. 2019;51(2):230-236. doi: 10.1038/s41588-018-0327-1.
 24. Забелло Т.В., Миromanov А.М., Миromanova Н.А. Генетические аспекты развития остеоартроза. *Фундаментальные исследования*. 2015;(1):1970-1976. Zabello T.V., Miromanov A.M., Miromanova N.A. [Genetic aspects of development of an osteoarthritis]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015;(1):1970-1976. (In Russian).
 25. Внуков В.В., Панина С.Б., Милютин Н.П., Кролевец И.В., Забродин М.А. Исследование взаимосвязи между полиморфизмами генов антиоксидантных ферментов и их активность при посттравматическом остеоартрозе коленного сустава. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2016;161(1):88-91. Vnukov V.V., Panina S.B., Milyutina N.P., Krolevets I.V., Zabrodin M.A. [Analysis of the relationship between antioxidant enzyme gene polymorphisms and their activity in post-traumatic gonarthrosis]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. 2016;161(1):88-91. (In Russian).
 26. Хусаинова Р.И., Тюрин А.В., Шаповалова Д.А., Хуснутдинова Э.К. Генетические маркеры остеоартрита у женщин с недифференцированной дисплазией соединительной ткани. *Генетика*. 2017;53(7):816-826. doi: 10.1134/S1022795417060072. Khusainova R.I., Tyurin A.V., Shapovalova D.A., Khusnutdinova E.K. [Search for Osteoarthritis Genetic Markers in Women with Undifferentiated Connective Tissue Dysplasia]. *Genetika* [Russian Journal of Genetics]. 2017;53(7):816-826. (In Russian). doi: 10.1134/S1022795417060072.
 27. Внуков В.В., Кролевец И.В., Панина С.Б., Милютин Н.П., Ананян А.А., Плотников А.А., Забродин М.А. Ассоциация полиморфных маркеров генов полисинтаз с развитием посттравматического гонартроза у жителей Ростовской области. *Экологическая генетика*. 2015;13(3):15-22. doi:10.17816/ecogen13315-22. Vnukov V.V., Krolevets I.V., Panina S.B., Milyutina N.P., Ananyan A.A., Plotnikov A.A., Zabrodin M.A. [The association between no-synthases gene polymorphisms and post-traumatic knee osteoarthritis development among Rostov region residents]. *Ekologicheskaya genetika* [Ecological genetics]. 2017;13(3):15-22. (In Russian). doi: 10.17816/ecogen13315-22.
 28. Панина С.Б., Кролевец И.В., Милютин Н.П., Ананян А.А., Забродин М.А., Внуков В.В. Провоспалительные медиаторы и полиморфизм генов MMP1 и MMP12 при посттравматическом гонартрозе. *Клиническая медицина*. 2018;96(1):60-65. doi: 10.18821/0023-2149-2018-96-1-60-65. Panina S.B., Krolevets I.V., Milyutina N.P., Ananyan A.A., Zabrodin M.A., Vnukov V.V. [Proinflammatory mediators and gene polymorphism of MMP1 and MMP12 in post-traumatic knee osteoarthritis]. *Klinicheskaya meditsina* [Clinical medicine]. 2018;96(1):60-65. (In Russian). doi: 10.18821/0023-2149-2018-96-1-60-65.

29. Шаповалова Д.А., Тюрин А.В., Литвинов С.С., Хуснудинова Э.К., Хусаинова Р.И. Роль полиморфного локуса VNTR гена агрекана в развитии остеоартроза у женщин. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018;22(7):865-872. doi: 10.18699/VJ18.427. Shapovalova D.A., Tyurin A.V., Litvinov S.S., Khusnutdinova E.K., Khusainova R.I. [The role of vntr aggregan gene polymorphism in the development of osteoarthritis in women]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Journal of Genetics and Breeding]. 2018;22(7):865-872. (In Russian). doi: 10.18699/VJ18.427.
30. Стребкова Е.А., Алексеева Л.И. Остеоартроз и ожирение. *Научно-практическая ревматология*. 2015;53(5):542-552. doi: 10.14412/1995-4484-2015-542-552. Strebkova E.A., Alekseeva L.I. [Osteoarthritis and obesity]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Rheumatology Science and Practice]. 2015;53(5):542-552. (In Russian). doi: 10.14412/1995-4484-2015-542-552.
31. Dehghan A. Genome-Wide Association Studies. *Methods Mol Biol*. 2018;1793:37-49. doi: 10.1007/978-1-4939-7868-7_4.
32. Miyamoto Y., Shi D., Nakajima M., Ozaki K., Sudo A., Kotani A. et al. Common variants in DVWA on chromosome 3p24.3 are associated with susceptibility to knee osteoarthritis. *Nat Genet*. 2008;40(8):994-998. doi: 10.1038/ng.176.
33. Valdes A.M., Loughlin J., Timms K.M., van Meurs J.J., Southam L., Doherty S. et al. Genome-wide association scan identifies a prostaglandin-endoperoxide synthase 2 variant involved in risk of knee osteoarthritis. *Am J Hum Genet*. 2008;82(6):1231-1240. doi: 10.1016/j.ajhg.2008.04.006.
34. Nakajima M., Takahashi A., Kou I., Rodriguez-Fontenla C., Gomez-Reino J.J., Furuichi T. et al. New sequence variants in HLA class II/III region associated with susceptibility to knee osteoarthritis identified by genome-wide association study. *PLoS One*. 2010;5(3):e9723. doi: 10.1371/journal.pone.0009723.
35. Kerkhof H.J., Lories R.J., Meulenbelt I., Jonsdottir I., Valdes A.M., Arp P. et al. A genome-wide association study identifies an osteoarthritis susceptibility locus on chromosome 7q22. *Arthritis Rheum*. 2010;62(2):499-510. doi: 10.1002/art.27184.
36. Day-Williams A.G., Southam L., Panoutsopoulou K., Rayner N.W., Esko T., Estrada K. et al. A variant in MCF2L is associated with osteoarthritis. *Am J Hum Genet*. 2011;89(3):446-50. doi: 10.1016/j.ajhg.2011.08.001.
37. Evangelou E., Valdes A.M., Kerkhof H.J., Stykarsdottir U., Zhu Y., Meulenbelt I. et al. Meta-analysis of genome-wide association studies confirms a susceptibility locus for knee osteoarthritis on chromosome 7q22. *Ann Rheum Dis*. 2011;70(2):349-355. doi: 10.1136/ard.2010.132787.
38. Panoutsopoulou K., Southam L., Elliott K.S., Wrayner N., Zhai G., Beazley C. et al. Insights into the genetic architecture of osteoarthritis from stage 1 of the arcOGEN study. *Ann Rheum Dis*. 2011;70(5):864-867. doi: 10.1136/ard.2010.141473.
39. arcOGEN Consortium, arcOGEN Collaborators, Zeggini E., Panoutsopoulou K., Southam L., Rayner N.W., Day-Williams A.G., Lopes M.C. et al. Identification of new susceptibility loci for osteoarthritis (arcOGEN): a genome-wide association study. *Lancet*. 2012;380(9844):815-823. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60681-3.
40. Liu Y., Yau M., Yerges-Armstrong L.M., Duggan D.J., Renner J.B., Hochberg M.C. et al. Genetic Determinants of Radiographic Knee Osteoarthritis in African Americans. *J Rheumatol*. 2017;44(11):1652-1658. doi: 10.3899/jrheum.161488.
41. Решетников Е.А. Поиск ассоциаций генов-кандидатов, дифференциально экспрессирующихся в плаценте, с риском развития плацентарной недостаточности с синдромом задержки роста плода. *Научные результаты биомедицинских исследований*. 2020;6(3):338-349. doi: 10.18413/2658-6533-2020-6-3-0-5. Reshetnikov E.A. [Study of associations of candidate genes differentially expressing in the placenta with the development of placental insufficiency with fetal growth restriction]. *Nauchnye rezultaty biomeditsinskih issledovaniy* [Research Results in Biomedicine]. 2020;6(3):338-349. (In Russian). doi: 10.18413/2658-6533-2020-6-3-0-5.
42. Meulenbelt I., Chapman K., Dieguez-Gonzalez R., Shi D., Tsezou A., Dai J. et al. Large replication study and meta-analyses of DVWA as an osteoarthritis susceptibility locus in European and Asian populations. *Hum Mol Genet*. 2009;18(8):1518-1523. doi: 10.1093/hmg/ddp053.
43. Shi D., Zheng Q., Chen D., Zhu L., Qin A., Fan J. et al. Association of single-nucleotide polymorphisms in HLA class II/III region with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010;18(11):1454-1457. doi: 10.1016/j.joca.2010.07.009.
44. Nakajima M., Shi D., Dai J., Tsezou A., Zheng M., Norman P.E. et al. Replication studies in various ethnic populations do not support the association of the HIF-2 α SNP rs17039192 with knee osteoarthritis. *Nat Med*. 2011;17(1):26-27; author reply 27-9. doi: 10.1038/nm0111-26.
45. Valdes A.M., Stykarsdottir U., Doherty M., Morris D.L., Mangino M., Tamm A. et al. Large scale replication study of the association between HLA class II/BTNL2 variants and osteoarthritis of the knee in European-descent populations. *PLoS One*. 2011;6(8):e23371. doi: 10.1371/journal.pone.0023371.
46. Nakajima M., Shi D., Dai J., Tsezou A., Zheng M., Norman P.E. et al. A large-scale replication study for the association of rs17039192 in HIF-2 α with knee osteoarthritis. *J Orthop Res*. 2012;30(8): 1244-1248. doi: 10.1002/jor.22063.
47. Dai J., Ying P., Shi D., Hou H., Sun Y., Xu Z. et al. FTO variant is not associated with osteoarthritis in the Chinese Han population: replication study for a genome-wide association study identified risk loci. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):65. doi: 10.1186/s13018-018-0769-2.
48. Zhao T., Zhao J., Ma C., Wei J., Wei B., Liu J. Evaluation of Relationship Between Common Variants in FGF18 Gene and Knee Osteoarthritis Susceptibility. *Arch Med Res*. 2020;51(1):76-81. doi: 10.1016/j.arcmed.
49. Шаповалова Д.А., Тюрин А.В., Хусаинова Р.И. Репликативный анализ полиморфных локусов генов ассоциированных с остеоартрозом по результатам полногеномных исследований. *Доклады Башкирского университета*. 2018;3(4):477-482. Shapovalova D.A., Tyurin A.V., Khusainova R.I. [Replicative analysis of polymorphic loci associated with osteoarthritis based on the full genomic studies results]. *Doklady Bashkirskogo universiteta* [Reports of the Bashkir University]. 2018;3(4): 477-482. (In Russian).
50. Evangelou E., Valdes A.M., Castano-Betancourt M.C., Doherty M., Doherty S., Esko T. et al. The DOT1L rs12982744 polymorphism is associated with osteoarthritis of the hip with genome-wide statistical significance in males. *Ann Rheum Dis*. 2013;72(7):1264-1265. doi: 10.1136/annrheumdis-2012-203182.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Новаков Виталий Борисович — врач травматолог-ортопед, ОГБУЗ «Городская больница № 2 г. Белгорода»; аспирант медицинского института, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки России, г. Белгород, Россия
e-mail: v.novakov@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5337-2156>

Новакова Ольга Николаевна — канд. биол. наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин медицинского института, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки России, г. Белгород, Россия
e-mail: litovkina@bsu.edu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2700-1284>

Чурносов Михаил Иванович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин медицинского института, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Минобрнауки России, г. Белгород, Россия
e-mail: churnosov@bsu.edu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1254-6134>

AUTHORS' INFORMATION:

Vitaly B. Novakov — City Hospital No. 2 of Belgorod, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia
e-mail: v.novakov@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5337-2156>

Olga N. Novakova — Cand. Sci. (Biol.), Belgorod National Research University, Belgorod, Russia
e-mail: litovkina@bsu.edu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2700-1284>

Mikhail I. Churnosov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia
e-mail: churnosov@bsu.edu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1254-6134>

Заявленный вклад авторов

Новаков В.Б. — поиск и анализ публикаций по теме обзора, написание текста статьи.

Новакова О.Н. — поиск литературы, анализ и обработка материала, подготовка текста статьи.

Чурносов М.И. — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для практических врачей
УДК 616.717.11-009.2
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1620>



Дискинезия лопатки

Ж.Ю. Пилипсон¹, Д.О. Ильин^{1,2}, А.Н. Логвинов¹, А.В. Фролов^{1,2}, И.А. Васильев^{1,2},
Д.А. Бессонов^{1,2}, Е.Е. Ачкасов³, А.В. Королев^{1,2}

¹ Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

³ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет)» Минздрава России, г. Москва, Россия

Реферат

Под дискинезией лопатки (ДЛ) понимают любое нарушение ее статичного положения или кинематики во время движений в плечевом суставе. Правильная ориентация лопатки связана с тонусом крепящихся к ней мышц. Распространенность дискинезии лопатки велика среди пациентов с субакромиальным импинджмент-синдромом, частичными разрывами вращательной манжеты, нестабильностью плечевого сустава и повреждениями SLAP. Дискинезия лопатки может быть вызвана целым спектром причин: верхний перекрестный синдром и предрасполагающие к нему поструральные адаптации, неврологические нарушения. Однако инструментальная диагностика дискинезии лопатки затруднена, что делает основным методом ее выявления клинические тесты. В данной лекции подробно описаны этиология дискинезии лопатки, классификация, диагностические тесты и способы лечения. Выявление дискинезии лопатки и определение ее типа у пациентов с патологиями плечевого сустава позволяет сформировать оптимальный протокол реабилитационной терапии, включающий способы миофасциального релиза, пассивную и активную растяжку спазмированных и тренировку слабых мышечных групп, направленные на коррекцию поструральных нарушений, патологии плечелопаточного ритма, восстановление нормальной биомеханики гленоумерального сустава.

Ключевые слова: дискинезия лопатки, плечевой сустав, биомеханика плечевого сустава, вращательная манжета, субакромиальный импинджмент-синдром.

Источник финансирования: без спонсорской поддержки.

For practical physicians
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1620>



Scapula Dyskinesia

Zhanna Yu. Pilipson¹, Dmitrii O. Il'in^{1,2}, Aleksei N. Logvinov¹, Aleksandr V. Frolov^{1,2},
Ivan A. Vasiliev^{1,2}, Dmitrii A. Bessonov^{1,2}, Evgenii E. Achkasov³, Andrey V. Korolev^{1,2}

¹ European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia

² RUDN University, Moscow, Russia

³ Sechenov University, Moscow, Russia

Abstract

Scapular dyskinesia is any alteration of its static position or kinematics during movements in the shoulder joint. The correct scapula orientation is associated with the tone of the muscles attached to it. The prevalence of scapular dyskinesia is high among patients with subacromial impingement syndrome, partial rotator cuff tears, shoulder joint instability

Пилипсон Ж.Ю., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Васильев И.А., Бессонов Д.А., Ачкасов Е.Е., Королев А.В. Дискинезия лопатки. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):145-154. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1620>.

Cite as: Pilipson Zh.Yu., Il'in D.O., Logvinov A.N., Frolov A.V., Vasiliev I.A., Bessonov D.A., Achkasov E.E., Korolev A.V. [Scapula Dyskinesia]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):145-154. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1620>.

✉ Логвинов Алексей Николаевич / Aleksei N. Logvinov; e-mail: logvinov09@gmail.com

Рукопись получена: 15.04.2021. Рукопись одобрена: 21.07.2021. Статья опубликована онлайн: 30.11.2021.
Submitted: 15.04.2021. Accepted: 21.07.2021. Published Online: 30.11.2021.

© Пилипсон Ж.Ю., Ильин Д.О., Логвинов А.Н., Фролов А.В., Васильев И.А., Бессонов Д.А., Ачкасов Е.Е., Королев А.В., 2021
© Pilipson Zh.Yu., Il'in D.O., Logvinov A.N., Frolov A.V., Vasiliev I.A., Bessonov D.A., Achkasov E.E., Korolev A.V., 2021

and SLAP injuries. Scapular dyskinesis can be caused by a whole range of factors, including upper cross syndrome and postural adaptations predisposing to it, neurological disorders. However, instrumental diagnosis of scapular dyskinesis is difficult, which makes the use of clinical tests the main method of its detection. In this lecture, the etiology of scapular dyskinesis, classification, diagnostic tests and treatment methods are analyzed in detail. The detection of scapular dyskinesis and its type determination in patients with shoulder joint pathologies allows us to form an optimal rehabilitation therapy protocol, including techniques of myofascial release, passive and active stretching of spasmodic and training of weak muscle groups aimed at correcting postural disorders, pathology of the scapulohumeral rhythm, restoration of the glenohumeral joint normal biomechanics.

Keywords: scapular dyskinesis, shoulder joint, shoulder joint biomechanics, rotator cuff, subacromial impingement syndrome.

Funding: no funding or sponsorship was received.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Под дискинезией лопатки (ДЛ) понимают любое нарушение ее статичного положения или кинематики во время движений в плечевом суставе [1, 2]. Плечевой пояс крепится к осевому скелету через грудинно-ключичный сустав [3, 4]. Поэтому правильная ориентация лопатки в пространстве как в покое, так и при движениях в значительной степени связана с нормальным тонусом крепящихся к ней мышц. Гленоид является стабильным основанием для работы плечевого сустава, а также важным звеном кинетической цепи, в которой нижние конечности и корпус выполняют роль генераторов силы, а верхняя конечность — роль регулятора силы [1, 5, 6]. У пациентов с различной патологией плечевого сустава, такими как субакромиальный импинджмент-синдром (САИС), нестабильность плечевого сустава, разрывы сухожилий вращательной манжеты или суставной губы, отмечаются нарушения положения и движений лопатки [1, 7, 8, 9].

W.B. Kibler описал критерии правильного положения лопатки: по задней поверхности грудной клетки на уровне от T2 до T7, на одинаковом удалении от позвоночника (приблизительно 7,5 см), плоско у реберной дуги, в положении 40° внутренней ротации и 10° переднего наклона, без выстояния нижних или медиальных ее отделов [10].

Основные движения лопатки по F. Struyf с соавторами [11]:

1. Ротация:

– вокруг сагиттальной оси во фронтальной плоскости — верхняя (верхняя порция трапециевидной мышцы, передняя зубчатая мышца) и нижняя ротация (леватор лопатки, ромбовидные мышцы, малая грудная мышца);

– вокруг фронтальной оси в сагиттальной плоскости — передний и задний наклон (малая грудная и передняя зубчатая мышцы соответственно);

– вокруг вертикальной оси в горизонтальной плоскости — наружная ротация (ромбовидные

мышцы) и внутренняя ротация (передняя зубчатая мышца).

2. Трансляция:

– элевация — движение вверх по грудной клетке (верхняя порция трапециевидной мышцы, элеватор лопатки);

– депрессия — движения вниз по грудной клетке (нижняя порция трапециевидной мышцы);

– ретракция — движение к позвоночнику (ромбовидные мышцы, средняя порция трапециевидной мышцы);

– протракция — движение от позвоночника (передняя зубчатая мышца).

Для осущестления ключевых движений в плечевом суставе необходима содружественная работа гленоумерального и лопаточно-грудного суставов — плечелопаточный ритм (ПЛР) (табл. 1).

В исследовании V.T. Inman с соавторами данное соотношение составляет соответственно 2:1 — на 2° движений в гленоумеральном суставе приходится 1° движений в лопаточно-грудном суставе [8].

В работе S.K. Lee с соавторами проведен более детальный анализ ПЛР при помощи 3D-трекинг-программы с использованием инфракрасных камер и датчиков, крепящихся на проекцию лопатки и плечевой кости. В работе выявлено, что статистически значимой разницы между ПЛР доминантной и недоминантной конечностей нет [12].

В. Lee с соавторами при помощи флюороскопических изображений детально рассмотрели кинематику лопатки и ПЛР, сравнив их при пассивных и активных движениях в плечевом суставе и выполнив измерения во время подъема верхней конечности и при ее опускании [13]. В работе также описаны измерения не только верхней ротации лопатки, но и ее заднего наклона и наружной ротации. Коллеги выявили приблизительные данные по значениям ПЛР во время элевации верхней конечности, которые составили в среднем 3,50±0,17. Значимой разницы между измерениями активных и пассивных движений специалисты не обнаружили.

Таблица 1

Плечелопаточный ритм по В. Lee с соавторами [13]

Угол отведения в плечевом суставе	Соответствующие углы движений в гленоумеральном и лопаточно-грудном суставах
0–30°	Гленоумеральный 20° Лопаточно-грудной (верхняя ротация) 8–11° Лопаточно-грудной (задний наклон) 0° Лопаточно-грудной (наружная ротация) 0°
30–60°	Гленоумеральный 20–40° Лопаточно-грудной (верхняя ротация) 11–23° Лопаточно-грудной (задний наклон) 1,7–4,6° Лопаточно-грудной (наружная ротация) 1,2–2,5°
60–90°	Гленоумеральный 40–60° Лопаточно-грудной (верхняя ротация) 23–29° Лопаточно-грудной (задний наклон) 4,6–7,5° Лопаточно-грудной (наружная ротация) 2,5–3,3°
90–120°	Гленоумеральный 60–90° Лопаточно-грудной (верхняя ротация) 29–38° Лопаточно-грудной (задний наклон) 7,5–14,0° Лопаточно-грудной (наружная ротация) 3,3–5,3°

Классификация дискинезии лопатки

Наиболее популярной является классификация дискинезии лопатки, предложенная W.B. Kibler с соавторами [14]:

- тип 1 (нижняя дисфункция — tilted scapula): выстояние нижнего угла лопатки над грудной клеткой сзади (передний наклон в сагиттальной плоскости);

- тип 2 (медиальная дисфункция — winging scapula): выстояние всего медиального края лопатки над грудной клеткой сзади (внутренняя ротация лопатки);

- тип 3 (верхняя дисфункция — shrug): ранняя элевация или чрезмерная верхняя ротация лопатки во время элевации верхней конечности.

Отдельная категория комбинированной дискинезии лопатки — SICK scapula (Scapular malpositioning, Inferior medial border prominence, Coracoid pain and malposition and dysKinesis of scapular movement) встречается преимущественно у атлетов бросковых видов спорта и считается перегрузочным состоянием. Клинически проявляется передним наклоном лопатки, ее протракцией, а также ранней элевацией при отведении плеча [6].

Эпидемиология и этиология дискинезии лопатки

Дискинезия лопатки часто отмечается у атлетов, занимающихся спортом, предполагающим движения в плечевом суставе выше горизонтального уровня — теннис, волейбол, плавание, метательные виды спорта. Так, J. Preziosi Standoli с соавторами, изучив кинематику плечевых суставов 661 пловца элитного уровня, обнаружили бессимптомную ДЛ у 8,5% [15]. Распространенность ДЛ выше у спортсменов, работающих выше горизонтального уровня, нежели чем у остальных, ввиду необходимости использования полного объема движений в плечевом суставе, зачастую на высокой скорости [16].

Дискинезия лопатки является многофакторным состоянием. Причинами развития ДЛ могут являться неврологические факторы, мышечный дисбаланс, патология непосредственно плечевого сустава, поструральные нарушения [17].

W.B. Kibler с соавторами и J.B. Berthold с соавторами в своих работах выявили неврологические причины, способствующие формированию ДЛ типа 2, такие как повреждение длинного грудного нерва, цервикальная радикулопатия [9, 18].

Согласно работам S. Gumina с соавторами, а также К. Otoshi с соавторами, постуральные адаптации, в частности гиперкифоз грудного отдела позвоночника, способны оказывать косвенное влияние на неправильное положение лопатки и, как следствие, возможное развитие САИС [19, 20].

Наиболее частой причиной развития ДЛ, по мнению W.B. Kibler с соавторами, считается мышечный дисбаланс — укорочение одной группы мышц при нетренированности и слабости другой [9]. Так, укорочение малой грудной мышцы упоминается в литературе как фактор, ограничивающий задний наклон лопатки и ее наружную ротацию [21, 22]. В то же время слабость, к примеру, передней зубчатой мышцы, приводит к снижению верхней ротации лопатки при одновременном увеличении внутренней ее ротации [23, 24].

Диагностика дискинезии лопатки

Задачами клинического осмотра является выявление наличия или отсутствия ДЛ в положении покоя (визуально при осмотре сзади и сбоку — выстояние нижнего угла лопатки, ее медиального края), а также при движениях в плечевом суставе. Помимо этого важно применить динамические маневры для оценки эффекта коррекции дискинезии при САИС. Это позволит выявить влияние дискинезии лопатки на симптомы у пациента и верно построить последовательную программу реабилитационного лечения.

При пальпации малой грудной мышцы и короткой головки двуглавой мышцы плеча будет определяться их чувствительность ввиду укорочения, в то же время при движениях в плечевом суставе боль в проекции вышеуказанных мышц может отсутствовать. При мануальной максимальной ретракции лопатки врачом, а также при отведении плеча примерно на 40–50° может возникать ощущение чувствительности и напряженности данных мышц. M. Kluepfer с соавторами предложили следующий относительный метод оценки укорочения малой грудной мышцы — пациенту необходимо встать, прижавшись спиной к стене, врач измеряет расстояние от стены до переднего края акромиона с обеих сторон и оценивает разницу в сантиметрах [25] (рис. 1).

S.S. Burkhart с соавторами составили схему оценки комбинированной ДЛ SICK scapula в положении пациента стоя с опущенными вдоль туловища руками [6], по которой определяется наличие болевого синдрома в указанных анатомических областях, параметры ДЛ данного типа — *infera* или опущение лопатки в сантиметрах (по верхнемедиальному углу лопатки), степень протракции лопатки в сравнении с невовлеченной стороной, а также степень ее отведения.

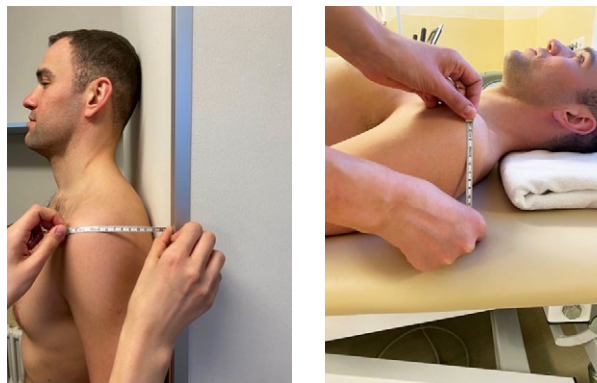


Рис. 1. Определение дискинезии лопатки путем измерения расстояния между задним краем акромиона и стеной в положении пациента стоя и лежа на спине

Fig. 1. Determination of scapular dyskinesia by measuring the distance between the posterior edge of the acromion and the wall in the standing and lying on the back

Альтернативный метод определения переднего наклона лопатки как одного из проявлений ДЛ в покое описали J.D. Borstad и P.M. Ludewig [26]. В работе предложено измерять длину малой грудной мышцы пациента в покое в положении лежа на спине (от края 4-го ребра до нижнемедиального края клювовидного отростка), после чего вычислять так называемый индекс малой грудной мышцы (ИМГ) ввиду возможной вариабельности измерений в зависимости от роста человека. ИМГ вычислялся путем деления полученной длины малой грудной мышцы на рост человека и последующего умножения полученной суммы на 100. Согласно авторам, ИМГ определял укорочение малой грудной мышцы при результате 7,65 или ниже.

Оценка динамической стабильности лопатки была впервые предложена в работе P. McClure с соавторами [27]. Она включает в себя нагрузочный тест на мышцы-стабилизаторы лопатки и определение их утомляемости при движениях в плечевом суставе с утяжелителями в обеих руках (1,4 кг при массе пациента до 68,1 кг и 2,2 кг при массе пациента более 68,1 кг) [21, 24, 23, 27]. Пациенту предлагается выполнить от 3–5 до 10 повторений сгибания в обоих плечевых суставах (рис. 2). Выстояние любой части медиального края лопатки оценивается как наличие ДЛ (признак «yes») или ее отсутствие (признак «no»).

Компенсаторные тесты особенно актуальны при диагностике САИС. Наиболее показательными и достоверными являются тест ассистированного движения лопатки (*scapular assistance test* — SAT) и тест ретракции лопатки (*scapular retraction test* — SRT) [14].



Рис. 2. Тест на дискинезию лопатки по McClure

Fig. 2. McClure scapular dyskinesis test

При выполнении теста ассистированного движения лопатки врач оказывает мягкое давление на медиальный край лопатки для ее дополнительной верхней ротации и заднего наклона при выполнении пациентом отведения верхней конечности, тем самым несколько увеличивая субакромиальное пространство и выявляя роль дефицита верхней ротации лопатки и переднего ее наклона в формировании болевого синдрома при САИС. Тест ретракции лопатки выполняется в положении пациента стоя или сидя. Пациент выполняет элевацию верхней конечности, при этом исследующий мануально осуществляет ретракцию и задний наклон лопатки. Тест считается положительным, если при его выполнении уменьшается интенсивность боли [14].

Лечение дискинезии лопатки

Все типы дискинезии лопатки, включая SICK scapula, требуют специфической реабилитационной терапии с индивидуальной программой для каждого пациента в зависимости от клинических

проявлений. Восстановительное лечение включает пассивные мероприятия (ручной или инструментальный релиз укороченных и напряженных мышц, устранение триггерных точек, электромиостимуляция), а также активные мероприятия — специфические упражнения на растяжку укороченных структур и силовую тренировку ослабленных мышечных групп.

Малая грудная мышца

Способы растяжки малой грудной мышцы делятся на пассивные и активные. При пассивной растяжке (cools stretch) в положении пациента лежа на спине врач осуществляет наружную ротацию больного плеча с небольшим отведением с фиксацией лопатки. Активная растяжка малой грудной мышцы осуществляется в положении пациента стоя у стены с отведением плеча 150° и разогнутым локтевым суставом [28].

М.М. Reinold с соавторами, а также S.S. Burkhart с соавторами являются сторонниками следующих техник растяжки малой грудной мышцы [6, 29]:

1. Пассивной (без помощи врача) — в положении пациента лежа на спине со свернутым и уложенным вдоль грудного отдела позвоночника полотенцем и отведенными верхними конечностями с постепенным увеличением угла отведения до 150° (рис. 3). Пассивная растяжка на каждом угле отведения удерживается от 30 до 60 сек.

2. При возможности активной растяжки используют растяжку «90/90», предполагающую отведение плеча на 90° в сочетании со сгибанием в локтевом суставе на 90° в положении пациента стоя у стены с упором в стену предплечьем и ладонью вовлеченной верхней конечности (рис. 4).

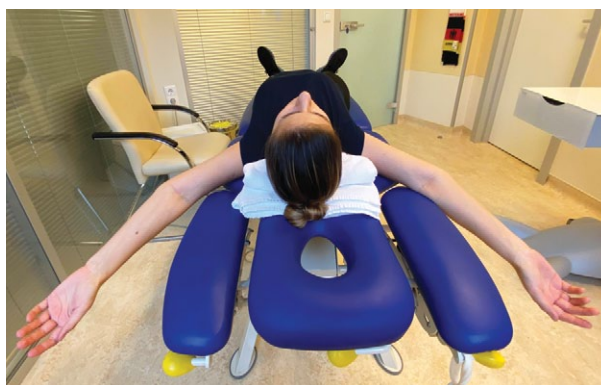
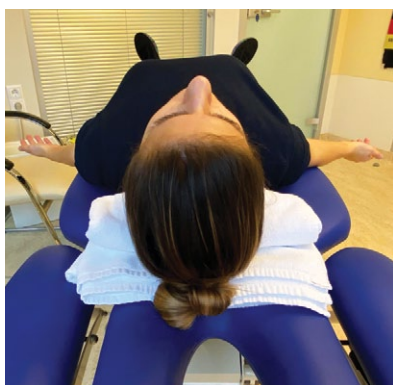


Рис. 3. Растяжка малой грудной мышцы в положении лежа на спине с валиком вдоль грудного отдела позвоночника по М.М. Reinold и S.S. Burkhart

Fig. 3. Stretching of the *pectoralis minor* muscle in the supine position with a roller along the thoracic spine according to M.M. Reinold and S.S. Burkhart



Рис. 4. Растяжка малой грудной мышцы в положении 90/90 стоя у стены или в петлях TRX

Fig. 4. Stretching of the pectoralis minor muscle in the 90/90 position standing against a wall or in TRX loops

Трапецевидная мышца

Тренировка трапецевидной мышцы (баланс верхней, средней и нижней ее порций) также предлагается специалистами в различных вариациях. А.М. Cools с соавторами особое внимание уделяют укреплению данной мышечной группы: флексия верхней конечности лежа на здоровом боку (опционально с утяжелителями при прогрессе тренировок), наружная ротация с утяжелением лежа на здоровом боку (рис. 5), а также горизонтальное отведение с наружной ротацией плеча лежа на животе с утяжелением (рис. 6). Данные упражнения оптимальны для восстановления баланса между верхней и нижней порциями трапецевидной мышцы [30]. В то же время флексия верхней конечности в положении лежа на здоровом боку (опционно — с утяжелителями при прогрессии тренировки), наружная ротация с утяжелением лежа на неповлеченном боку и билатеральное разгибание верхних конечностей с утяжелением лежа на животе указаны как наиболее эффективные для коррекции дисбаланса между верхней и средней порциями трапецевидной мышцы.

R.A. Ekstrom с соавторами отметили наибольшую электромиографическую активность нижней порции трапецевидной мышцы при выполнении горизонтального отведения лежа на животе в сочетании с наружной ротацией (горизонтального упражнения «full can»), а также горизонтального отведения на 120° (ровно по ходу направления волокон нижней порции) [31].



Рис. 5. Наружная ротация в положении лежа на здоровом боку с утяжелением

Fig. 5. Sidelying external rotation



Рис. 6. Горизонтальное отведение в сочетании с наружной ротацией с утяжелением

Fig. 6. Horizontal abduction in combination with external rotation and weighting

По мнению М.М. Reinold, наиболее эффективным силовым упражнением, направленным на баланс сил различных пучков трапецевидной мышцы, является билатеральная наружная ротация в положении стоя при 0° отведения с резиновым эспандером перед грудной клеткой (W-exercise), акцент при этом делается на ретракции лопаток и заднем их наклоне [29] (рис. 7).



Рис. 7. Билатеральная наружная ротация в положении стоя при 0° отведения плеча с эспандером перед грудной клеткой для укрепления нижней порции трапециевидной мышцы и подостной мышцы (W-exercise)
Fig. 7. Bilateral external rotation in a standing position at 0° shoulder abduction with an expander in front of the chest to strengthen the lower portion of the trapezius muscle and the infraspinatus muscle (W-exercise)

Передняя зубчатая мышца

М.М. Reinold с соавторами в своей работе отметили, что данная мышца особенно важна для кинематики лопатки, поскольку отвечает за все компоненты нормального ее движения в трех плоскостях — верхнюю и наружную ротации, задний наклон [32].

Передняя зубчатая мышца также помогает стабилизировать медиальный край лопатки и нижний ее угол, тем самым предотвращая внутреннюю ротацию лопатки и передний наклон. Электромиографическая активность передней зубчатой мышцы увеличивается при элевации верхней конечности, однако при наличии у пациента САИС рекомендовано выполнение упражнений для укрепления передней зубчатой мышцы при меньших углах отведения, активность мышцы при которых также велика.

Некоторыми авторами описаны наиболее эффективные упражнения для укрепления передней зубчатой мышцы, самыми распространенными из которых являются «отжимания плюс» (push-up plus) — отжимания с выпрямленными локтевыми суставами исключительно за счет протракции лопаток — от стены в положении на четвереньках, а также классические «отжимания плюс» с выпрямленными коленными суставами [33, 34]. В литературе была отмечена более высокая электромиографическая активность мышцы при более горизонтальном положении тулови-

ща, то есть при наибольшем влиянии гравитации [32]. Согласно исследованиям S.Y. Jeong с соавторами и S. Kim с соавторами, электромиографическая активность передней зубчатой мышцы также при «отжиманиях плюс» на нестабильных поверхностях выше, нежели на стабильных [35, 36].

M.J. Decker с соавторами сравнили несколько групп упражнений для выявления максимально направленных на увеличение силы передней зубчатой мышцы. При электромиографии они обнаружили наибольшую активность мышцы при выполнении вышеупомянутого упражнения «отжимания плюс», или push-up plus, а также при «динамических обниманиях» (dynamic hugs) [37] (рис. 8).



Рис. 8. Динамические обнимания с резиновым эспандером
Fig. 8. Dynamic hugs with a rubber expander

Согласно исследованиям R.A. Ekstrom с соавторами, для максимальной активности передней зубчатой мышцы необходимо обязательное сочетание протракции и верхней ротации лопатки [31]. Данные условия достигаются при выполнении упражнения «динамические удары» с резиновым эспандером и флексией 120°, когда в исходном положении пациента верхняя конечность находится в состоянии приведения, а далее осуществляются горизонтальное приведение, элевация верхней конечности и разгибание в локтевых суставах с последующей протракцией лопатки.

Ромбовидные мышцы

Ромбовидные мышцы выполняют роль стабилизаторов медиального края лопатки, осуществляя ее ретракцию. R. Paine и M.L. Voight рекомендовали выполнение упражнения тяги на

ромбовидные мышцы (low row) при использовании резинового эспандера, зафиксированного на уровне живота на стабильном основании с необ-

ходимостью повторений от 10 до 20 раз, по 3 подхода при удержании сведения лопаток по 3 сек. [38] (рис. 9).



Рис. 9. Упражнение тяги на ромбовидные мышцы с резиновым эспандером
Fig. 9. Low-row exercise on rhomboid muscles with a rubber expander

Заключение

Клиническая оценка нарушений кинематики плечевого сустава необходима для определения тактики лечения различных патологий плечевого сустава. Инструментальная диагностика ДЛ затруднительна, основным методом ее выявления является использование клинических тестов. Выявление ДЛ и определение ее типа у пациентов с патологией плечевого сустава позволяют сформировать оптимальный протокол реабилитации, включающий техники миофасциального релиза, пассивную и активную растяжку спазмированных и тренировку слабых мышечных групп, направленные на коррекцию постуральных нарушений, патологии плечелопаточного ритма, восстановление нормальной биомеханики гленоумерального сустава.

Информированное согласие

Маскирование фотографий не проведено в связи с тем, что объектами фотографий являются не пациенты, а сотрудники Европейской клиники спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO) инструктор ЛФК Н.М. Попков и врач-реабилитолог Ж.Ю. Пилипсон, которые дали свое согласие на публикацию изображений без маскирования.

Литература [References]

1. Kibler W.B., Ludewig P.M., McClure P.W., Michener L.A., Bak K., Sciascia A.D. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'. *Br J Sports Med.* 2013;47(14):877-885. doi: 10.1136/bjsports-2013-092425.
2. Longo U.G., Petrillo S., Candela V., Rizzello G., Loppini M., Maffulli N. et al. Arthroscopic rotator cuff repair with and without subacromial decompression is safe and effective: a clinical study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):24. doi: 10.1186/s12891-019-3032-z.
3. Dhawan R., Singh R.A., Tins B., Hay S.M. Sternoclavicular joint. *Shoulder Elbow.* 2018;10(4):296-305. doi: 10.1177/1758573218756880.
4. Van Tongel A., De Wilde L. Sternoclavicular joint injuries: a literature review. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2012;1(3):100-105.
5. Kibler W.B., Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med.* 2010;44(5):300-305. doi: 10.1136/bjism.2009.058834.
6. Burkhart S.S., Morgan C.D., Kibler W.B. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy.* 2003;19(6):641-661. doi: 10.1016/s0749-8063(03)00389-x.
7. Huang T.S., Ou H.L., Huang C.Y., Lin J.J. Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(8):1227-1234. doi: 10.1016/j.jse.2014.12.022.
8. Inman V.T., Saunders J.B., Abbott L.C. Observations of the function of the shoulder joint. 1944. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(330):3-12. doi: 10.1097/00003086-199609000-00002.

9. Kibler W.B., Sciascia A., Wilkes T. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(6):364-372. doi: 10.5435/JAAOS-20-06-364.
10. Kibler W.B. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998;26(2):325-337. doi: 10.1177/03635465980260022801.
11. Struyf F., Nijs J., Baeyens J.P., Mottram S., Meeusen R. Scapular positioning and movement in unimpaired shoulders, shoulder impingement syndrome, and glenohumeral instability. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(3):352-358. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01274.x.
12. Lee S.K., Yang D.S., Kim H.Y., Choy W.S. A comparison of 3D scapular kinematics between dominant and nondominant shoulders during multiplanar arm motion. *Indian J Orthop.* 2013;47(2):135-142. doi: 10.4103/0019-5413.108882.
13. Lee B., Kim D., Jang Y., Jin H. Three-dimensional in vivo scapular kinematics and scapulohumeral rhythm: a comparison between active and passive motion. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(1):185-194. doi: 10.1016/j.jse.2019.05.036.
14. Kibler W.B., Uhl T.L., Maddux J.W., Brooks P.V., Zeller B., McMullen J. Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(6):550-556. doi: 10.1067/mse.2002.126766.
15. Preziosi Standoli J., Fratolocchi F., Candela V., Preziosi Standoli T., Giannicola G., Bonifazi M. et al. Scapular Dyskinesis in Young, Asymptomatic Elite Swimmers. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(1):2325967117750814. doi: 10.1177/2325967117750814.
16. Miller A.H., Evans K., Adams R., Waddington G., Witchalls J. Shoulder injury in water polo: A systematic review of incidence and intrinsic risk factors. *J Sci Med Sport.* 2018;21(4):368-377. doi: 10.1016/j.jsams.2017.08.015.
17. Longo U.G., Ambrogioni L.R., Berton A., Candela V., Massaroni C., Carnevale A. et al. Scapular Dyskinesis: From Basic Science to Ultimate Treatment. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(8):2974. doi: 10.3390/ijerph17113810.
18. Berthold J.B., Burg T.M., Nussbaum R.P. Long Thoracic Nerve Injury Caused by Overhead Weight Lifting Leading to Scapular Dyskinesis and Medial Scapular Winging. *J Am Osteopath Assoc.* 2017;117(2):133-137. doi: 10.7556/jaoa.2017.025.
19. Gumina S., Di Giorgio G., Postacchini F., Postacchini R. Subacromial space in adult patients with thoracic hyperkyphosis and in healthy volunteers. *Chir Organi Mov.* 2008;91(2):93-96. doi: 10.1007/s12306-007-0016-1.
20. Otoshi K., Takegami M., Sekiguchi M., Onishi Y., Yamazaki S., Otani K. et al. Association between kyphosis and subacromial impingement syndrome: LOHAS study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(12):e300-e307. doi: 10.1016/j.jse.2014.04.010.
21. Provencher M.T., Kirby H., McDonald L.S., Golijanin P., Gross D., Campbell K.J. et al. Surgical Release of the Pectoralis Minor Tendon for Scapular Dyskinesia and Shoulder Pain. *Am J Sports Med.* 2017;45(1):173-178. doi: 10.1177/0363546516664720.
22. Umehara J., Nakamura M., Nishishita S., Tanaka H., Kusano K., Ichihashi N. Scapular kinematic alterations during arm elevation with decrease in pectoralis minor stiffness after stretching in healthy individuals. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(7):1214-1220. doi: 10.1016/j.jse.2018.02.037.
23. Pires E.D., Camargo P.R. Analysis of the kinetic chain in asymptomatic individuals with and without scapular dyskinesis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2018;54:8-15. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.02.017.
24. Uga D., Nakazawa R., Sakamoto M. Strength and muscle activity of shoulder external rotation of subjects with and without scapular dyskinesis. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(4):1100-1105. doi: 10.1589/jpts.28.1100.
25. Kluemper M., Uhl T., Hazelrigg H. Effect of stretching and strengthening shoulder muscles on forward shoulder posture in competitive swimmers. *J Sports Rehabil.* 2006;15(1):58-70. doi: 10.1123/jsr.15.1.58.
26. Borstad J.D., Ludewig P.M. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(4):227-238. doi: 10.2519/jospt.2005.35.4.227.
27. McClure P., Tate A.R., Kareha S., Irwin D., Zlupko E. A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 1: reliability. *J Athl Train.* 2009;44(2):160-164. doi: 10.4085/1062-6050-44.2.160.
28. Ellenbecker T.S., Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med.* 2010;44(5):319-327. doi: 10.1136/bjsm.2009.058875.
29. Reinold M.M., Gill T.J., Wilk K.E., Andrews J.R. Current concepts in the evaluation and treatment of the shoulder in overhead throwing athletes, part 2: injury prevention and treatment. *Sports Health.* 2010;2(2):101-115. doi: 10.1177/1941738110362518.
30. Cools A.M., Dewitte V., Lanszweert F., Notebaert D., Roets A., Soetens B. et al. Rehabilitation of Scapular Muscle Balance. *Am J Sports Med.* 2007;35(10):1744-1751. doi: 10.1177/0363546507303560.
31. Ekstrom R.A., Donatelli R.A., Soderberg G.L. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(5):247-258. doi: 10.2519/jospt.2003.33.5.247.
32. Reinold M.M., Escamilla R.F., Wilk K.E. Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):105-117. doi: 10.2519/jospt.2009.2835.
33. Ludewig P.M., Reynolds J.F. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):90-104. doi: 10.2519/jospt.2009.2808.
34. Escamilla R.F., Yamashiro K., Paulos L., Andrews J.R. Shouldermuscleactivityandfunctionincommonshoulder rehabilitation exercises. *Sports Med.* 2009;39(8):663-685. doi: 10.2165/00007256-200939080-00004.
35. Jeong S.Y., Chung S.H., Shim J.H. Comparison of Upper Trapezius, Anterior Deltoid and Serratus Anterior Muscle Activity during Push-up plus Exercise on Slings and a Stable Surface. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(6):937-939. doi: 10.1589/jpts.26.937.
36. Kim S., Kwon O., Kim S., Park K., Choung S., Weon J. Serratus anterior muscle activation during knee push-up plus exercise performed on static stable, static unstable, and oscillating unstable surfaces in healthy subjects. *Physical Therapy in Sport.* 2014;15(1):20-25. doi: 10.1016/j.ptsp.2013.01.001.
37. Decker M.J., Hintermeister R.A., Faber K.J., Hawkins R.J. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med.* 1999;27:784-791. doi: 10.1177/03635465990270061601.
38. Paine R., Voight M.L. The role of the scapula. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8:617-629.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Пилипсон Жанна Юрьевна — врач-реабилитолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
e-mail: zhpilipson@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1412-9986>

Ильин Дмитрий Олегович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО РУДН, г. Москва, Россия
e-mail: ilyinshoulder@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2493-4601>

Логвинов Алексей Николаевич — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
e-mail: logvinov09@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>

Фролов Александр Владимирович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО РУДН, г. Москва, Россия
e-mail: a.frolov1980@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>

Васильев Иван Андреевич — ординатор кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО РУДН; врач-стажер, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
e-mail: ivasilev@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1163-950X>

Бессонов Дмитрий Александрович — ординатор кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО РУДН; врач-стажер, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия
e-mail: dbessonov@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0532-9847>

Ачкасов Евгений Евгеньевич — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет)» Минздрава России, г. Москва, Россия
e-mail: achkasov_e_e@staff.sechenov.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

Королев Андрей Вадимович — д-р мед. наук, профессор, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГАОУ ВО РУДН, г. Москва, Россия
e-mail: akorolev@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Zhanna Yu. Pilipson — European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia
e-mail: zhpilipson@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1412-9986>

Dmitrii O. Il'in — Cand. Sci. (Med.), European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO); RUDN University, Moscow, Russia
e-mail: ilyinshoulder@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2493-4601>

Aleksei N. Logvinov — Cand. Sci. (Med.), European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia
e-mail: logvinov09@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>

Aleksandr V. Frolov — Cand. Sci. (Med.), European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO); RUDN University, Moscow, Russia
e-mail: a.frolov1980@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>

Ivan A. Vasiliev — RUDN University; European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia
e-mail: ivasilev@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1163-950X>

Dmitrii A. Bessonov — RUDN University; European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia
e-mail: dbessonov@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0532-9847>

Evgenii E. Achkasov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Sechenov University, Moscow, Russia
e-mail: achkasov_e_e@staff.sechenov.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

Andrey V. Korolev — Dr. Sci. (Med.), Professor, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO); RUDN University, Moscow, Russia
e-mail: akorolev@emcmos.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>



Инструментальная диагностика и предоперационное планирование артроскопии тазобедренного сустава при фемороацетабулярном импинджмент-синдроме: лекция

О.Е. Богопольский


ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Фемороацетабулярный импинджмент (ФАИ) по своей сути является механическим конфликтом, возникающим при взаимодействии края вертлужной впадины с головкой и шейкой бедренной кости и сопровождающимся клиническими проявлениями. В основе этого конфликта, как правило, лежит одно- или двусторонний анатомический дефект костей, обуславливающий неправильную форму тазобедренного сустава (ТБС) врожденной или приобретенной этиологии. Базовым инструментом лучевой диагностики патологии области ТБС традиционно считается рентгенография, выполненная в прямой проекции и в положении Dunn 45° с наружной ротацией 40°, позволяющая оценить анатомо-морфологическое строение образующих сустав поверхностей и их взаимоотношение. Выявление выраженных деформаций ТБС может потребовать проведения компьютерной томографии. Для оценки состояния мягкотканых структур ТБС, повреждения которых часто встречаются у пациентов с ФАИ, используется магнитно-резонансная томография или магнитно-резонансная артрография. Современным методом лечения пациентов с ФАИ является артроскопия ТБС, к неоспоримым преимуществам которой можно отнести малую травматичность операции, низкий уровень интраоперационных осложнений и короткий послеоперационный реабилитационный период. Для ее успешного проведения необходимо учитывать сложность выполнения, длительность, потребность в хорошей технической оснащенности процесса и высокий уровень мастерства оперирующего врача. Однако данная операция имеет ряд ограничений, что необходимо учитывать при отборе пациентов.

Ключевые слова: артроскопия тазобедренного сустава, фемороацетабулярный импинджмент, повреждение суставной губы, лучевые методы диагностики.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

 Богопольский О.Е. Инструментальная диагностика и предоперационное планирование артроскопии тазобедренного сустава при фемороацетабулярном импинджмент-синдроме: лекция. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):155-168. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1636>.

Cite as: Bogopolskiy O.E. [Instrumental Diagnosis and Preoperative Planning of Hip Arthroscopy in Femoroacetabular Impingement Syndrome: Lecture]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):155-168. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1636>.

 *Богопольский Олег Евгеньевич / Oleg E. Bogopolskiy*; e-mail: 9202211@gmail.com

Рукопись получена: 18.06.2021. Рукопись одобрена: 16.11.2021. Статья опубликована онлайн: 30.11.2021. Submitted: 18.06.2021. Accepted: 16.11.2021. Published Online: 30.11.2021.

Instrumental Diagnosis and Preoperative Planning of Hip Arthroscopy in Femoroacetabular Impingement Syndrome: Lecture

Oleg E. Bogopolskiy

*Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics,
St. Petersburg, Russia*

Abstract

Femoroacetabular impingement syndrome (FAI) is essentially a mechanical conflict that occurs when the acetabulum edge of the pelvic bone interacts with femur head and neck with clinical symptoms. In a basis of this conflict, as a rule, is a single or bilateral anatomical bone defect that causes an irregular shape of the hip joint with congenital or acquired etiology. Radiography, performed in a direct projection and in 45° Dunn position with external rotation of 40°, is traditionally considered as basic tool for the radiological diagnosis of hip joint pathology. It allows to assess the anatomical and morphological structure of joint surfaces and their relationship. Detection of severe hip deformations may require computed tomography (CT). Magnetic resonance imaging (MRI) or magnetic resonance arthrography (MRA) is used to assess the condition of soft tissue structures of hip joint, its damage is often found in patients with FAI. The modern method of treating patients with FAI is hip arthroscopy, the undeniable advantage of which is low traumatic nature of the operation, low level of intraoperative complications and short postoperative rehabilitation period. For its successful implementation, it is necessary to take into account the complexity of performing hip arthroscopy, its duration, the necessity for good technical equipment and a high skill level of the operating surgeon. However, this operation has a number of limitations, which must be taken into account when selecting patients.

Keywords: hip arthroscopy, femoroacetabular impingement syndrome, acetabulum labrum rupture.

Funding: no funding or sponsorship was received for this study.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Введение

Сложность выполнения артроскопии тазобедренного сустава (ТБС), в том числе при фемороацетабулярном импинджменте (ФАИ), ее длительность и потребность в высокой технической оснащенности в значительной степени окупается ее малой травматичностью, низким уровнем интраоперационных осложнений и быстрой реабилитацией пациента в послеоперационном периоде.

В середине XX в. на основании исследований трупных суставов считалось, что выполнение артроскопических операций на ТБС не перспективно из-за невозможности полноценного осмотра полости вертлужной впадины и головки бедренной кости [1]. Дальнейшее развитие знаний об анатомии, биомеханике и патологии ТБС, а также развитие техники и стремление минимизировать операционную травму привели к значительному распространению артроскопии ТБС и расширению показаний к ее применению [2, 3, 4, 5]. Однако при выполнении артроскопии ТБС имеются ограничения при коррекции внутрисуставной патологии [6]. Расширение возможностей данной операции может быть достигнуто за счет

применения медиальных доступов, однако это сопряжено с высоким риском повреждения сосудов и нервов [7]. Выросло количество операций, проводимых не только молодым пациентам, но и лицам старше 60 лет [4, 5]. Особенно возросла частота и роль артроскопии в лечении повреждений суставной губы и коррекции ФАИ [2, 8].

Существенный рост числа операций закономерно вызвал увеличение числа пациентов, которые по разным причинам оказались не довольны достигнутым результатом лечения, что потребовало повторных оперативных вмешательств. Частота повторных операций после артроскопии ТБС, по данным различных авторов, варьирует в широком диапазоне от 1,3% до 50,0% и более [9, 10, 11, 12, 13]. Наиболее частой причиной ревизионных операций является сохраняющийся импинджмент между головкой/шейкой бедренной кости и вертлужной впадиной [14].

Этиология и патогенез

В настоящее время ФАИ рассматривается как патологический процесс, обусловленный хронической механической травматизацией суставной губы, хряща и края вертлужной впадины голов-

кой или шейкой бедренной кости в результате неправильного их морфологического строения, проявляющийся болевым синдромом и зачастую ограничением движений [15, 16]. Необходимо подчеркнуть актуальность именно клинического проявления заболевания, так как наличие деформации головки бедренной кости или вертлужной впадины без клинического проявления не может быть отнесено к заболеванию, а может считаться лишь предрасполагающими факторами [15].

Асферичность суставных поверхностей может иметь место как со стороны внутрисуставного отдела бедренной кости в виде шеечно-головочных деформаций, так и со стороны вертлужной впадины. Однако чаще наблюдается смешанный тип деформаций [17, 18].

Деформация внутрисуставного отдела бедренной кости, приводящая к импинджменту и названная сам-деформацией (от англ. сам — кулак), является чаще всего следствием перенесенных в детском возрасте заболеваний, таких как эпифизиолиз головки бедренной кости, болезнь Легга–Кельве–Пертеса, или может быть следствием полученных травм, развившихся посттравматических деформаций или изменений в результате постоянных избыточных нагрузок [19, 20].

Нарушения строения вертлужной впадины носят в подавляющем большинстве врожденный характер, проявляющийся в виде недопокрытия или, наоборот, избыточного покрытия головки бедренной кости, а также выступающей передней стенки вертлужной впадины [21]. При обследовании пациента с ФАИ, кроме рутинного сбора анамнеза и осмотра пациента с проведением мануальных тестов, выполняется лучевая диагностика для выявления и оценки имеющихся патологических изменений в тазобедренном суставе.

Лучевая диагностика

Рентгенография

Традиционно диагностика патологии области ТБС начинается с рентгенографии, которая позволяет оценить морфологическое строение образующих сустав поверхностей и их взаимоотношение. Для выявления патологии различных отделов ТБС были разработаны и подробно описаны многочисленные укладки и правила их выполнения как в отечественной [22, 23, 24], так и в зарубежной литературе [25, 26, 27, 28, 29].

Рентгенологическое обследование пациента с ФАИ начинается с выполнения обзорного снимка таза в прямой проекции в положении стоя с внутренней ротацией обеих стоп на 15°. При вы-

полнении данного исследования важно не допускать ротации таза [24, 25, 26, 27]. При правильно выполненной рентгенографии таза средняя линия крестца и лонного сочленения находятся на одной линии, а «фигуры слезы» и запирающие отверстия симметричны. Выполнение рентгенограммы в положении стоя позволяет рассчитать точное значение высоты суставной щели, оценить соответствие центра ротации головки бедренной кости и вертлужной впадины, положение переднего и заднего краев вертлужной впадины в зависимости от индивидуальных пояснично-тазовых взаимоотношений [30].

Высота суставной щели является косвенным показателем износа суставного хряща и должна быть не менее 2 мм. При меньшей высоте суставной щели резко ухудшается прогноз исхода оперативного лечения [12], особенно если визуализируется неравномерное сужение суставной щели, чаще всего в латеральном отделе [31].

Рентгенологическая диагностика патологии вертлужной впадины. Наиболее важными критериями оценки анатомии вертлужной впадины являются центрально-краевой угол, предложенный Wiberg в 1939 г. и модифицированный S. Ogata в 1990 г., передний центрально-краевой угол (угол Lequesne) и угол наклона крыши вертлужной впадины (угол Tönnis).

Для определения истинного значения латерального покрытия головки бедренной кости рассчитывается латеральный центрально-краевой угол Wiberg (LCEA) в модификации S. Ogata [32]. Для построения этого угла на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Вторую линию проводят через центр головки бедренной кости, перпендикулярно первой линии. Третья линия проходит от центра головки по латеральному краю склерозированной части суставной поверхности. Угол Wiberg, образованный второй и третьей линиями — острый угол, который в норме составляет от 25° до 35° (рис. 1). Избыточный угол более 35° свидетельствует о *pincer*-деформации вертлужной впадины и может быть причиной импинджмента. Вариантом строения вертлужной впадины с избыточным покрытием являются глубокая вертлужная впадина и протрузия. Данный тип строения вертлужной впадины не является противопоказанием, но не благоприятен для выполнения артроскопии, с точки зрения технических сложностей и исхода [33]. Промежуточное значение от 20° до 25° считается пограничной дисплазией, а величина менее 20° — уже показатель дисплазии.

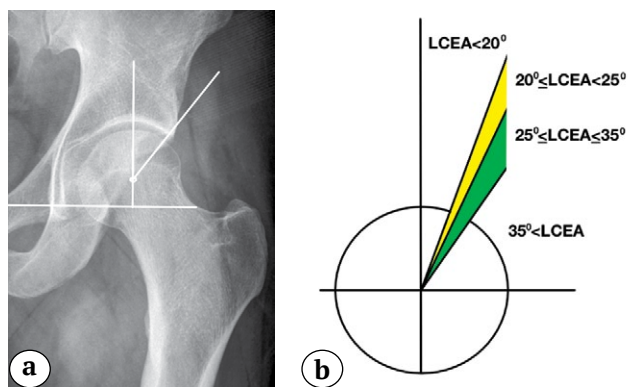


Рис. 1. Определение латерального центрально-краевого угла (LCEA) (показан левый тазобедренный сустав):

a — определение угла Wiberg в модификации Ogata; b — варианты строения вертлужной впадины в зависимости от угла LCEA

Fig. 1. Determination of the lateral center-edge angle (LCEA) (left hip joint):

a — determination of Wiberg angle in Ogata modification; b — variants of acetabulum structure depending on the LCEA

Многочисленные исследования показали хорошие результаты артроскопии у пациентов с ФАИ на фоне пограничной дисплазии вертлужной впадины при условии шва суставной губы и восстановления целостности капсулы сустава [34]. Но стоит помнить, что каждый миллиметр резекции края вертлужной впадины при восстановлении суставной губы уменьшает величину угла LCEA примерно на 1° [35]. При выявлении у пациента истинной дисплазии стоит отдавать предпочтение выполнению периацетабулярной остеотомии, возможно, с одновременной артроскопической коррекцией внутрисуставных повреждений и деформаций [36].

Выполнение рентгенограммы в прямой проекции в положении пациента стоя позволяет выявить нарушения фронтального баланса таза и при различии в длине нижних конечностей может выявить перегрузку латерального отдела сустава даже при нормальной величине угла Wiberg.

Важным показателем правильности анатомического строения вертлужной впадины является угол Tönnis. Для определения этого угла на обзорной рентгенограмме таза, выполненной в положении стоя, проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Вторую линию проводят через медиальный край склерозированной части крыши вертлужной впадины параллельно первой линии. Третья линия проходит от медиального края склерозированной час-

ти крыши вертлужной впадины до латерального края. Острый угол между второй и третьей линиями и есть угол наклона крыши вертлужной впадины (рис. 2a). В норме он должен составлять от 0° до 10°. Угол Tönnis меньше 0° свидетельствует о деформации типа Pincer вертлужной впадины или же о глубокой вертлужной впадине или протрузии. Угол Tönnis больше 10° является одним из признаков дисплазии ТБС (рис. 2b). В этом случае стоит обратить внимание на совпадении центров ротации головки бедренной кости и вертлужной впадины. Не стоит прибегать к артроскопии ТБС при выявлении несоответствия друг другу центров ротации, т.к. в данной ситуации это свидетельствует о подвывихе и нестабильности сустава и/или о значительном локальном износе хряща.

Важным диагностическим моментом является оценка соотношения переднего и заднего краев вертлужной впадины. В норме на рентгенограмме таза передний и задний края вертлужной впадины не пересекаются, а задний край проходит через центр ротации головки бедренной кости. Одним из вариантов строения является пересечение передней и задней стенками с правильной ориентацией задней стенки, названный признаком перекреста (cross-over sign). В этой ситуации имеет место выступающий передне-верхний край вертлужной впадины, снижающий объем сгибания и внутренней ротации в суставе. Однако чаще при наличии

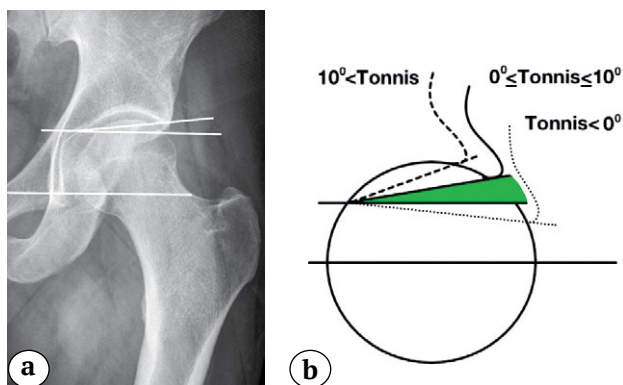


Рис. 2. Определение угла Tönnis (a); варианты строения вертлужной впадины в зависимости от угла Tönnis (b)

Fig. 2. Determination of Tönnis angle (a); variants of the acetabulum structure depending on Tönnis angle (b)

пересечения передней и задней стенок встречается ретроверсия вертлужной впадины. При этом визуализируется знак перекреста, а задняя стенка вертлужной впадины расположена медиальнее

центра ротации головки бедренной кости [37, 38]. Нередко при ретроверсии вертлужной впадины можно увидеть выступающую седалищную ость (рис. 3) [39, 40].

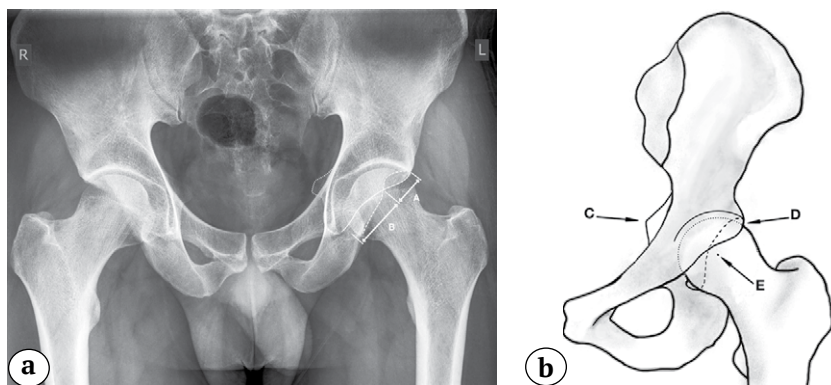


Рис. 3. Двухсторонняя ретроверсия вертлужной впадины:

a — индекс ретроверсии = $A/(A+B) \times 100$;

b — схематичное изображение ретроверсии вертлужной впадины.

C — седалищная ость; D — передний край вертлужной впадины; E — центр ротации, пунктиром обозначена задняя стенка вертлужной впадины, проходящая медиальнее центра ротации головки

Fig. 3. Bilateral acetabulum retroversion:

a — retroversion index = $A/(A+B) \times 100$;

b — schematic view of acetabulum retroversion.

C — sciatic spine; D — anterior edge of the acetabulum; E — center of rotation, dotted line indicates posterior wall of the acetabulum, passing medial to the rotation center

В литературе не удалось найти точное значение индекса ретроверсии (отношение расстояния от верхнего края вертлужной впадины до пересечения переднего и заднего краев впадины к общей длине вертлужной впадины и умноженное на 100), при котором выполнение артроскопии противопоказано. Однако отдельные исследования, в которых изучались результаты феморопластики в условиях ретроверсии вертлужной впадины, показали плохие результаты в 33,8% наблюдений [41]. В другом исследовании был получен хороший результат у пациентов с величиной средней ретроверсии 35,1% [42]. Вероятно, вопрос об ограничении показаний к артроскопии при ретроверсии вертлужной впадины должен рассматриваться не только исходя из величины индекса ретроверсии, но и на основании других анатомических факторов, в т.ч. угла сферичности головки бедренной кости.

При анализе анатомии ТБС необходимо оценить строение переднего отдела вертлужной впадины. Для этого выполняется рентгенография сустава в проекции «ложного» профиля. На рентгенограмме определяют передний центрально-краевой угол (угол Lequesne) по методике, идентичной определению латерального центрально-краевого угла. По мере накопления клинических наблюдений было сформировано разделение: передний цент-

рально-краевой угол в норме составляет 25° , угол в диапазоне $20-25^\circ$ является пограничной дисплазией, а угол менее 20° расценивается как дисплазия. J.R. Crockarell Jr. с соавторами полагают считать нормой для переднего центрально-краевого угла 17° и более [43].

Дополнительно на рентгенограмме ложного профиля необходимо оценить строение передней нижней ости подвздошной кости (anterior inferior iliac spine — AIIS), которая может создавать условия для подостного импинджмента при 2-м или 3-ем типе строения [44].

Рентгенологическая диагностика нарушения сферичности головки бедренной кости. В 2002 г. Н.Р. Nötzli с соавторами предложили метод определения деформации головки бедренной кости с использованием коронарного среза МРТ [45]. Однако этот метод применим и для рентгенограмм [46]. Сферичность головки рассчитывается путем измерения угла между линией, проведенной через центр шейки и головки бедренной кости, и второй линией, проведенной от центра головки бедренной кости к точке окончания сферичности головки, где начинается выступающая часть с большим радиусом (R), чем радиус (r) головки. Угол сферичности назван углом альфа (α), и в литературе приводятся различные его значения в норме (рис. 4).

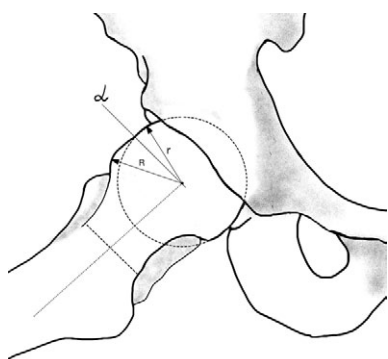


Рис. 4.
Определение угла α
Fig. 4.
Determination of the α angle

Н.Р. Nötzli с соавторами определили среднее нормальное значение угла α в 42° , С.W. Pfirrmann с соавторами и J. Zhou с соавторами — в 55° [47, 48]. К.К. Gosvig с соавторами рекомендовали определять не только нормальный угол α , но и пограничные значения, при которых в сочетании с другими факторами возможно проявление клинической картины импинджмента [49]. Нормальный угол α был определен для мужчин равным или меньше 68° , для женщин — 50° . Пограничные значения были определены от 69° до 82° для мужчин и от 51° до 56° для женщин. Некоторые исследования выявляют значительное совпадение между диапазоном значений угла α как у пациентов с симптомами ФАИ, так и в контрольной группе без клинических проявлений [50] или показывают относительно слабую дифференцировку симптоматической и бессимптомной групп в зависимости

от угла α , определяя средние значения в группе сравнения равными $47,0 \pm 2,0^\circ$, а в группе с клиническими проявлениями — $67,4 \pm 8,0^\circ$ [51].

Учитывая, что чаще всего сат-деформация головки/шейки бедренной кости локализуется в промежутке 11:45–2:45 условного циферблата для правого ТБС и 9:15–12:15 условного циферблата для левого ТБС, необходимо оценить сферичность передне-верхнего отдела головки/шейки бедренной кости [52, 53], даже если на снимке таза в прямой проекции нет данных о нарушении сферичности головки (рис. 5а). С этой целью выполняются рентгенограммы по Dunn 45° с наружной ротацией бедра на 40° (рис. 5б) и измеряется угол сферичности головки бедренной кости.

Выполнение стандартной укладки по Dunn 45° подразумевает сгибание в бедре под углом 45° , отведение на 20° и нейтральное положение стопы [54, 55, 56]. Однако в литературе зачастую выполнение укладки по Dunn 45° в классическом варианте заменяется на выполнение этой укладки с ротацией 40° . При сгибании в ТБС на 45° и наружной ротации бедра на 40° выявление деформации улучшается [57]. Иногда возникает ситуация, когда при измерении угла α мы получаем значение меньше 50 – 55° , однако визуально можно определить снижение сферичности головки бедренной кости (рис. 6а). В этой ситуации будет полезно измерение офсетного коэффициента (отношение расстояния между параллельными линиями оси шейки, которые проводятся по краю шейки и краю

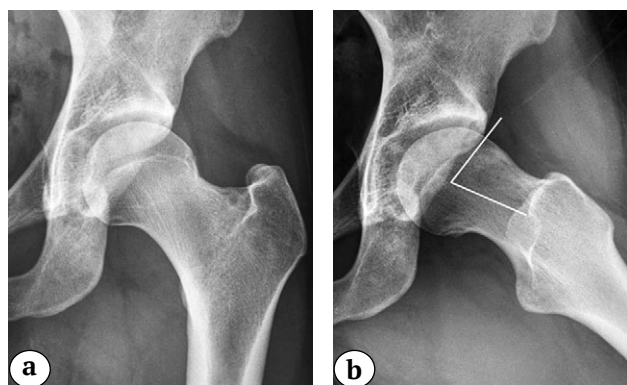


Рис. 5. Деформация передне-верхнего отдела головки/шейки бедренной кости:
а — рентгенограмма левого ТБС без признаков сат-деформации;
б — рентгенограмма левого ТБС в положении по Dunn 45° с ротацией 40°

Fig. 5. Deformation of the anterior superior part of femoral head/neck:
а — left hip X-ray without signs of cam-deformity;
б — left hip X-ray in 45° Dunn position with rotation 40°

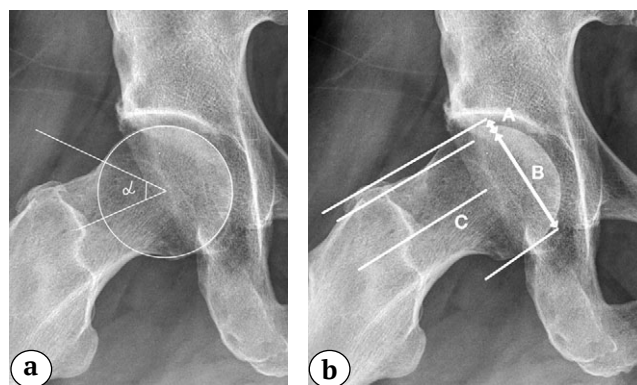


Рис. 6. Измерение офсета головки/шейки бедренной кости:
а — измерение угла α , составляющего 51° ;
б — определение офсетного коэффициента, составляющего 0,09

Fig. 6. Measurement of femoral head/neck offset:
а — α angle measurement of 51° ;
б — determination of offset ratio, which is 0.09

головки бедренной кости к диаметру головки), величина которого в норме должна быть более 0,17 (рис. 6b) [56]. Значение менее 0,17 говорит о наличии сат-деформации.

Измерения угла α и офсета головки/шейки можно выполнить для любого видимого на рентгенограмме отдела бедренной кости. Выявление деформации заднего и/или задне-нижнего отделов бедренной кости является показанием к открытому вывиху бедра и открытой коррекции деформации [58].

Магнитно-резонансная и компьютерная томография

Важное значение в современной системе диагностики патологии ТБС имеет МРТ, которая позволяет выявить патологические состояния как внутрисуставных мягкотканых структур, так и костные деформации, а также дает возможность дифференцировать их от околосуставной патологии, имеющей сходные клинические проявления [59]. МРТ позволяет оценить деформации во всех отделах сустава, а также провести их измерения, сопоставимые по точности с интраоперационными [60].

Внутрисуставная мягкотканная патология при ФАИ чаще всего представлена комплексным повреждением, захватывающим суставную губу и хрящ вертлужной впадины, а также головку бедренной кости [61, 62].

Наиболее оправдано использование МРТ с напряженностью магнитного поля 3 Тесла (3Т), поскольку она более чувствительная и точная, чем обычная 1,5Т МРТ для выявления поражений суставной губы и хряща [63, 64, 65]. Зачастую рентгенологи ограничиваются коронарными и аксиальными срезами, однако наибольшую диагностическую ценность в определении патологии суставной губы в передне-верхнем отделе имеют сагиттальные или радиальные срезы (проходящие через ось шейки бедренной кости), выполненные в PD FS режиме [66, 67]. Колоссальную чувствительность и диагностическую точность имеет прямая магнитно-резонансная артрография (МРА) при выявлении патологии суставной губы [68, 69]. Прямая МРА также показала высокую чувствительность при выявлении поражений хряща вертлужной впадины (71–90%) по сравнению с обычной МРТ (58–83%), но это различие не было столь значимо для выявления дефектов хряща головки бедренной кости (50–83%) соответственно [63]. Даже очень оптимистические исследования, которые определяют чувствительность и специфичность МРТ к повреждению суставной губы в 100%, сви-

детельствуют о значительно более плохом выявлении патологии суставного хряща [70, 71]. Однако применение прямой МРА ограничивают ее более высокая стоимость, техническая сложность и возможность осложнений по сравнению с МРТ [72].

Повреждение суставной губы и хряща вертлужной впадины возникает преимущественно в передне-верхнем отделе (94%), а 40% повреждений губы распространяются на другие квадранты [73]. Первоначально повреждение хряща при сат-деформации появляется на стороне вертлужной впадины с последующим вовлечением хряща головки бедренной кости в более поздних случаях. При pinser-деформации вследствие противоудара головкой бедренной кости происходит повреждение хряща не только передне-верхнего отдела, но и заднего отдела вертлужной впадины [47, 74]. Повреждение хряща при МРТ выявляется или как дефект хряща, или как линейное жидкостное расщепление вдоль вертлужной впадины, покрытой тканью с более низкой интенсивностью МР-сигнала [75]. Артроскопическим эквивалентом может быть лоскутное повреждение или так называемый «знак волны» с повреждением суставной губы или без него, но с потерей фиксации хряща к субхондральной кости [76].

Помимо прочего, МРТ является высокоточным инструментом, позволяющим выявить отек и кисты субхондральной кости вертлужной впадины [77]. Эти находки, незаметные при артроскопии, указывают на остеоартрит ТБС и должны учитываться в ходе обследования пациента как возможный предиктор неудачи оперативного лечения.

Как уже было сказано ранее, повреждение суставной губы чаще всего локализуется в передне-верхнем квадранте, что связано с наибольшей функциональной нагрузкой на этот отдел и повторяющейся травматизацией вследствие ФАИ. Нормальная суставная губа вертлужной впадины выглядит как треугольник слабого МР-сигнала с гладкими краями, плавно переходящий в хрящ вертлужной впадины или отделенный от него сублабральной бороздой. Распространенной ошибкой при оценке МРТ является определение сублабральных углублений как повреждений. Это нормальные варианты, которые, как правило, не распространяются на всю толщину суставной губы, доходят проекционно до уровня субхондральной кости и чаще наблюдаются в передне-нижней или задне-нижней части вертлужной впадины [78]. Расположение сублабральной борозды в передне-верхнем отделе стоит внимательно дифференцировать с повреждениями, которые встречаются в этой области чаще [79] (рис. 7).

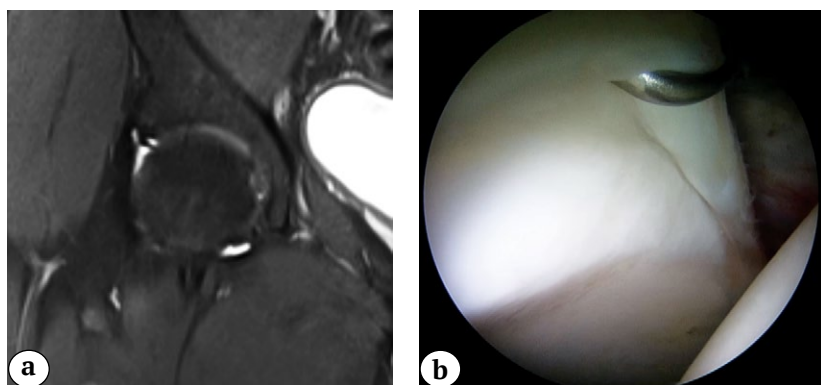


Рис. 7. Сублабральная борозда:
a — МРТ-картина сублабральной борозды;
b — вид сублабральной борозды во время артроскопии

Fig. 7. Sublabral sulcus:
a — MRI picture of sublabral sulcus;
b — sublabral sulcus arthroscopy view

Чаще всего встречаются продольные повреждения хондро-лабрального перехода с отслойкой или без отслойки суставного хряща от подлежащей субхондральной кости или горизонтальное расслоение суставной губы, нередко ведущее к образованию интралабральных или паралабральных кист, в том числе и в зоне прилегания сухожилия подвздошно-поясничной мышцы с распространением кисты по ходу сухожилия [80, 81].

Несколько иначе происходят изменения суставной губы при *pincher*-деформациях феморо-ацетабулярного импинджмента, соответственно, картина МРТ выглядит иначе. При хронической травматизации края вертлужной впадины головкой/шейкой бедренной кости происходят костная метаплазия края вертлужной впадины и интралабральное окостенение. Разрастаясь, костный край напоздаст на суставную губу сверху, частично замещая, истончая и ущемляя ее [82]. Кроме массивного разрастания костной ткани, возможно выявление, по данным МРТ, небольших очагов внутрिलाбрального окостенения или кальцификации, которые проявляются в виде небольших очагов интенсивности МР-сигнала, сходных с МР-сигналом от костного мозга [83].

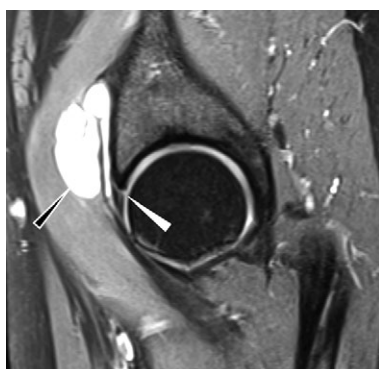


Рис. 8. Разрыв губы вертлужной впадины (белая стрелка) с формированием кисты (черная стрелка)

Fig. 8. Acetabulum labrum rupture (white arrow) with cyst formation (black arrow)

Вариантом комбинированной вне- и внутрисуставной патологии переднего отдела ТБС, сопутствующей ФАИ и выявленной по МРТ, является импинджмент-синдром *m. psoas*, сочетанный с внутрисуставным повреждением суставной губы и возможным наличием илиопектиальной бурсы или отека переднего края вертлужной впадины [84] (рис. 8, 9). Также стоит обратить внимание на строение сухожилия *m. psoas*, имеющее в 17% случаев две и более части, сохранение которых при тенотомии может повлечь рецидив импинджмента [85].

При подостном импинджменте, имитирующем передний ФАИ, или тендините прямой головки прямой мышцы бедра МРТ позволяет выявить отек в области передней нижней ости подвздошной кости и оценить тип строения АИИС [6].

Также при выполнении МРТ тазобедренного сустава в сочетании с аксиальными срезами МРТ коленного сустава можно рассчитать версию (пространственную ориентацию) шейки бедренной кости и вертлужной впадины, принимая во внимание относительную антеверсию или ретроверсию мышечков бедра [86, 87, 88]. Нормальная антеверсия шейки бедренной кости составляет приблизительно 12–13° [89]. Ретроверсия шейки бедренной

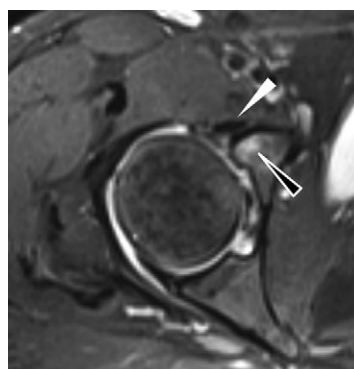


Рис. 9. Отек переднего края вертлужной впадины (черная стрелка) в проекции сухожилия *m. psoas* (белая стрелка)

Fig. 9. Edema of acetabulum anterior edge (black arrow) in the projection of tendon *m. psoas* (white arrow)

кости, как и уменьшение ее антеверсии, может усиливать значимость деформаций, поскольку контакт между вертлужной впадиной и головкой/шейкой бедренной кости происходит при минимальном сгибании в суставе и внутреннем вращении бедра, однако при правильном планировании и корректной моделирующей резекции деформаций нет разницы в результатах у пациентов с антеверсией и пациентов с ретроверсией шейки бедренной кости [90, 91].

Применение КТ при обследовании пациентов с ФАИ позволяет визуально представить нюансы анатомического строения костных структур ТБС. Однако возможности современной МРТ позволяют получить 3D-реконструкции ТБС, сопоставимые по качеству изображения с 3D-реконструкциями, полученными на компьютерных томограммах [86].

Предоперационное планирование

Максимально полное клинично-диагностическое обследование пациента с ФАИ является основой для предоперационного планирования. При выявлении истинной дисплазии, неравномерном сужении суставной щели, деформации задних отделов головки и задней стенки вертлужной впадины с признаками травматизации, отека или кистовидной перестройки субхондральной кости вертлужной впадины, отека головки бедренной кости стоит воздержаться от проведения артротомии ТБС как приоритетного метода лечения.

Целью предоперационного планирования является всесторонняя оценка имеющихся патологических изменений ТБС для их коррекции с минимизацией риска возможных осложнений и сокращения продолжительности операции.

На выбор способа доступа может повлиять особенность строения вертлужной впадины. Наличие глубокой вертлужной впадины может усложнить использование доступа с первичной визуализацией центрального отдела сустава ввиду отсутствия достаточного пространства между головкой бедренной кости и краем вертлужной впадины, высоким риском повреждения суставной губы и хряща головки бедренной кости. В этой ситуации удобнее будет использовать доступ с первичной визуализацией периферического компартмента или экстраартикулярный доступ. Когда имеется пограничная дисплазия, стоит отдать предпочтение методу с точечным доступом или планировать шов и/или пликацию капсулы [34].

Основными этапами артроскопии ТБС при ФАИ являются моделирующая резекция костных деформаций вертлужной впадины и головки/шейки бедренной кости, рефиксация суставной губы при ее повреждении, коррекция повреждений хряща головки/шейки бедренной кости и вертлужной впадины.

Вне зависимости от использования интраоперационного рентгенологического контроля, с целью адекватной коррекции костных деформаций необходимо предварительно рассчитать объем требуемой резекции головки и шейки бедренной кости. С этой целью наиболее простым вариантом является использование рентгеновских снимков в электронном виде с коррекцией масштаба при необходимости (рис. 10).

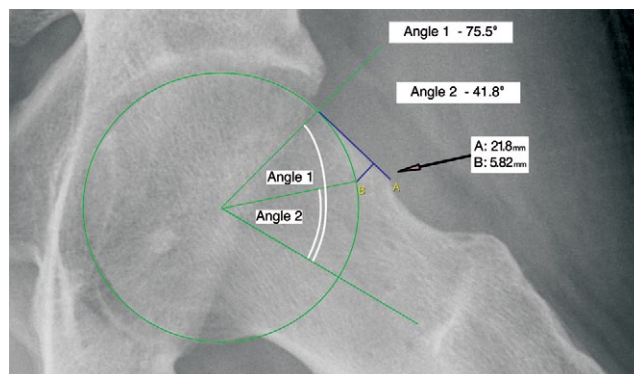


Рис. 10. Методика расчета объема планируемой резекции головки и шейки бедренной кости
Fig. 10. Estimation of planned femoral head and neck resection volume

Учитывая, что максимальная деформация головки и шейки бедренной кости располагается в передне-верхнем отделе, предоперационное планирование начинается с рентгенограмм, выполненных в укладке по Dunn 45° с наружной ротацией бедра на 40°. Для расчета необходимо вписать головку бедренной кости в круг и рассчитать угол α имеющейся деформации. Вторым этапом отмечается расчетный угол α , равный примерно 42°. Определяется самая выступающая точка костной деформации, которая, как правило, хорошо определяется интраоперационно и послужит точкой отсчета во время операции. Проводится линия, соединяющая точку максимальной деформации с точкой пересечения исходного угла α и окружности. Длина полученной линии, отмеренной от края костной деформации, дает точку начала резекции на головке бедренной кости. Для расчета глубины коррекции проводится перпендикуляр к первой линии через точку пересечения окружности с линией, определяющей желаемый послеоперационный угол α . Длина этого отрезка является глубиной костной резекции. Поскольку зона коррекции головки и шейки бедренной кости по наружному отделу часто находится под суставной губой, расчет величины резекции является важным этапом планирования оперативного вмешательства. Соответствующие измерения выполняются и на рентгенограмме таза в прямой проекции для уточ-

нения необходимого объема резекции наружного отдела головки и шейки бедренной кости.

Интраоперационная реализация плана моделирующей резекции головки и шейки бедренной кости проводится в несколько этапов, начиная с выявления максимальной деформации. От нее отмеряют точку начала резекции и задают глубину резекции. Ориентируясь на выполненный согласно расчетам участок резекции, постепенно выполняют удаление окружающих костных деформаций (рис. 11). Опираясь на данные МРТ, в предоперационном периоде можно примерно

рассчитать потребность в фиксаторах для восстановления суставной губы, исходя из расчета, что расстояние между фиксаторами должно быть от 1,0 до 1,5 см. Также стоит учесть, что повреждение суставной губы в области переднего отдела вертлужной впадины требует использования минимальных по толщине и длине имплантатов [92]. При повреждении хряща вертлужной впадины может потребоваться хондропластика вплоть до замещения хряща хондральной матрицей, для чего необходимы дополнительная техническая оснащенность и материальная база.

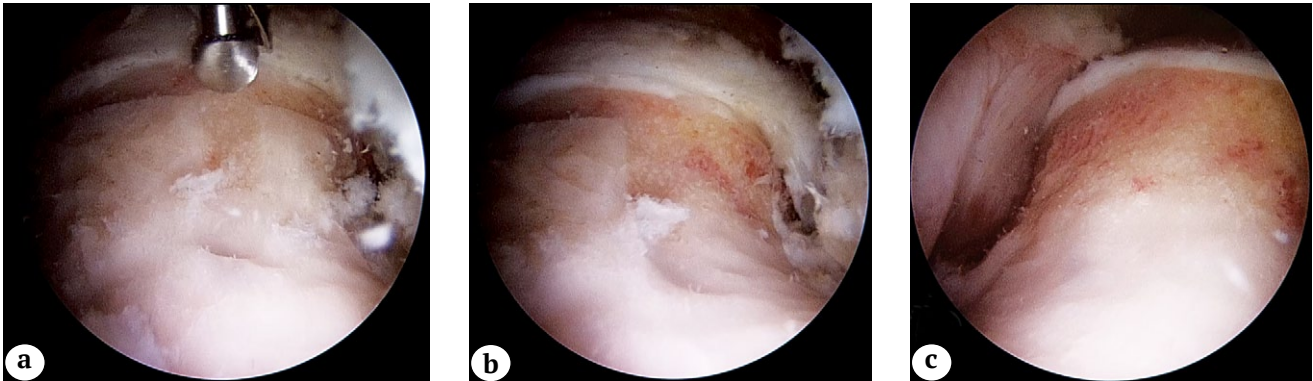


Рис. 11. Моделирующая резекция головки и шейки бедренной кости:
а — определение длины и глубины резекции; б — выполнение частичной резекции; в — вид после резекции

Fig. 11. Modeling femoral head and neck resection:
а — determination of length and depth of resection; б — partial resection; в — view after resection

Заключение

Артроскопия тазобедренного сустава является перспективной высокотехнологичной операцией, требующей высокого мастерства хирурга и хорошего материально-технического оснащения клиники современным оборудованием. Это один из самых прогрессивных и быстро развивающихся в технологическом плане методов коррекции патологии тазобедренного сустава, который позволяет существенно снизить хирургическую агрессию в отношении сустава и самого пациента. ФАИ является частой патологией, ограничивающей физическую активность и снижающей качество жизни молодых пациентов. При обследовании пациентов не теряет своей актуальности выполнение рентгенографии таза с дополнительными укладками, которые позволяют оценить строение суставообразующих костных структур и нарушения взаимоотношений между ними. Учитывая частую патологию суставной губы и хряща вертлужной впадины при ФАИ, крайне желательным является выполнение МРТ на современных томографах с напряженностью магнитного поля 3Т. Совокупность этих данных дает возможность выполнить отбор пациентов, у которых артроскопическая коррекция позволит добиться макси-

мального результата, и провести предоперационное планирование для полноценной коррекции внутрисуставных повреждений и снижения риска возможных осложнений.

Благодарности

Автор выражает благодарность д.м.н. Татьяне Николаевне Воронцовой за оказание методической помощи и Анне Сергеевне Богопольской за перевод текстов статей с английского на русский язык.

Литература [References]

1. Burman M.S. Arthroscopy or the direct visualization of joints: an experimental cadaver study. 1931. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(390):5-9. doi: 10.1097/00003086-200109000-00003.
2. Bozic K.J., Chan V., Valone F.H. 3rd, Feeley B.T., Vail T.P. Trends in hip arthroscopy utilization in the United States. *J Arthroplasty.* 2013;28(8 Suppl):140-143. doi: 10.1016/j.arth.2013.02.039.
3. Colvin A.C., Harrast J., Harner C. Trends in hip arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(4):e23. doi: 10.2106/1BJS.J.01886.
4. Montgomery S.R., Ngo S.S., Hobson T., Nguyen S., Alluri R., Wang J.C. et al. Trends and demographics in hip arthroscopy in the United States. *Arthroscopy.* 2013;29(4):661-665. doi: 10.1016/j.arthro.2012.11.005.

5. Sing D.C., Feeley B.T., Tay B., Vail T.P., Zhang A.L. Age-Related Trends in Hip Arthroscopy: A Large Cross-Sectional Analysis. *Arthroscopy*. 2015;31(12):2307-2313.e2. doi: 10.1016/j.arthro.2015.06.008.
6. Zaltz I., Kelly B.T., Larson C.M., Leunig M., Bedi A. Surgical treatment of femoroacetabular impingement: what are the limits of hip arthroscopy? *Arthroscopy*. 2014;30(1):99-110. doi: 10.1016/j.arthro.2013.10.005.
7. Polesello G.C., Queiroz M.C., de Figueiredo M.J.P.S.S., Braga S.R., Ricioli W.J.r, Akkari M. Medial hip arthroscopy portals: a novel approach for hip pathologies. Is it feasible? *Hip Int*. 2017;27(3):e3-e5. doi: 10.5301/hipint.5000495.
8. Lee Y.K., Ha Y.C., Yoon B.H., Koo K.H. National trends of hip arthroscopy in Korea. *J Korean Med Sci*. 2014;29(2):277-280. doi: 10.3346/jkms.2014.29.2.277.
9. Bogunovic L., Gottlieb M., Pashos G., Baca G., Clohisy J.C. Why do hip arthroscopy procedures fail? *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(8):2523-2529. doi: 10.1007/s11999-013-3015-6.
10. Haviv B., O'Donnell J. The incidence of total hip arthroplasty after hip arthroscopy in osteoarthritic patients. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2010;2:18. doi: 10.1186/1758-2555-2-18.
11. Gupta A., Redmond J.M., Stake C.E., Dunne K.F., Domb B.G. Does Primary Hip Arthroscopy Result in Improved Clinical Outcomes?: 2-Year Clinical Follow-up on a Mixed Group of 738 Consecutive Primary Hip Arthroscopies Performed at a High-Volume Referral Center. *Am J Sports Med*. 2016;44(1):74-82. doi: 10.1177/0363546514562563.
12. Philippon M.J., Briggs K.K., Carlisle J.C., Patterson D.C. Joint space predicts THA after hip arthroscopy in patients 50 years and older. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(8):2492-2496. doi: 10.1007/s11999-012-2779-4.
13. Philippon M.J., Schroder E., Souza B.G., Briggs K.K. Hip arthroscopy for femoroacetabular impingement in patients aged 50 years or older. *Arthroscopy*. 2012;28(1):59-65. doi: 10.1016/j.arthro.2011.07.004.
14. Bogunovic L., Gottlieb M., Pashos G., Baca G., Clohisy J.C. Why do hip arthroscopy procedures fail? *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(8):2523-2529. doi: 10.1007/s11999-013-3015-6.
15. Griffin D.R., Dickenson E.J., O'Donnell J., Agricola R., Awan T., Beck M. et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. *Br J Sports Med*. 2016;50(19):1169-1176. doi: 10.1136/bjsports-2016-096743.
16. Reiman M.P., Agricola R., Kemp J.L., Heerey J.J., Weir A., van Klip P. et al. Consensus recommendations on the classification, definition and diagnostic criteria of hip-related pain in young and middle-aged active adults from the International Hip-related Pain Research Network, Zurich 2018. *Br J Sports Med*. 2020;54(11):631-641. doi: 10.1136/bjsports-2019-101453.
17. Hong S.J., Shon W.Y., Lee C.Y., Myung J.S., Kang C.H., Kim B.H. Imaging findings of femoroacetabular impingement syndrome: focusing on mixed-type impingement. *Clin Imaging*. 2010;34(2):116-120. doi: 10.1016/j.clinimag.2009.04.025.
18. Tannast M., Siebenrock K.A., Anderson S.E. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis--what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188(6):1540-1552. doi: 10.2214/AJR.06.0921.
19. Jaber F.M., Parvizi J. Hip pain in young adults: femoroacetabular impingement. *J Arthroplasty*. 2007; 22(7 Suppl 3):37-42. doi: 10.1016/j.arth.2007.05.039.
20. Doran C., Pettit M., Singh Y., Sunil Kumar K.H., Khanduja V. Does the Type of Sport Influence Morphology of the Hip? A Systematic Review. *Am J Sports Med*. 2021;3635465211023500. doi: 10.1177/03635465211023500.
21. Zhou J., Melugin H.P., Hale R.F., Leland D.P., Bernard C.D., Levy B.A. et al. The Prevalence of Radiographic Findings of Structural Hip Deformities for Femoroacetabular Impingement in Patients With Hip Pain. *Am J Sports Med*. 2020;48(3):647-653. doi: 10.1177/0363546519896355.
22. Блищ О.Ю. Боль в тазобедренном суставе: современные представления о возможностях и роли различных методов лучевой диагностики в определении причин болевого синдрома. *Лучевая диагностика и терапия*. 2014;(2):37-45. doi: 10.22328/2079-5343-2014-2-37-45. Blisch O.Yu. [Hip pain: MRI potential for diagnostics Hip pain causes. Diagnostic radiology and radiotherapy]. *Лучевая диагностика и терапия* [Diagnostic Radiology and Radiotherapy]. 2014;(2):37-45. (In Russian). doi: 10.22328/2079-5343-2014-2-37-45.
23. Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб.; 2014. Т.1. 368 с. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I. Guide to Hip Surgery. St. Petersburg; 2014. Vol. 1. 368 p.
24. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Богопольский О.Е., Гуацаев М.С. Возможности рентгенографии в ранней диагностике патологии тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):117-131. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Pliev D.G., Bogopolsky O.Y., Guatsaev M.S. [Roentgenography potentialities for early diagnosis of Hip pathologies]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):117-131. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.
25. Lim S.J., Park, Y.S. Plain Radiography of the Hip: A Review of Radiographic Techniques and Image Features. *Hip Pelvis*. 2015;27(3):125-134. doi: 10.5371/hp.2015.27.3.125.
26. Polesello G.C., Nakao T.S., de Queiroz M.C., Daniachi D., Ricioli W.Jr, Guimarães R.P. et al. Proposal for standardization of radiographic studies on the hip and pelvis. *Giancarlo Rev Bras Ortop*. 2015;46(6):634-642. doi: 10.1016/s2255-4971(15)30318-9.
27. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(407):241-248. doi: 10.1097/00003086-200302000-00033.
28. Tannast M., Zheng G., Anderegg C., Burckhardt K., Langlotz F., Ganz R. et al. Tilt and rotation correction of acetabular version on pelvic radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;438:182-190. doi: 10.1097/01.blo.0000167669.26068.c5.
29. The adult hip: hip preservation surgery. Ed. by J.C. Clohisy et al. Philadelphia: Wolters kluwer Health; 2015. Ch. 12. p. 131-143.
30. Zilber S., Lazennec J.Y., Gorin M., Saillant G. Variations of caudal, central, and cranial acetabular anteversion according to the tilt of the pelvis. *Surg Radiol Anat*. 2004;26(6):462-465. doi: 10.1007/s00276-004-0254-y.

31. Rosinsky P.J., Chen J.W., Lall A.C., Wojnowski N.M., Shapira J., Maldonado D.R. et al. Can Radiographic Joint Space Accurately Predict Chondral Damage During Hip Arthroscopy? A Cross-Sectional Analysis. *Arthroscopy*. 2020;36(6):1565-1572.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2020.01.034.
32. Ogata S., Moriya H., Tsuchiya k., Akita T., Kamegaya M., Someya M. Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 1990;72(2):190-196. doi: 10.1302/0301-620X.72B2.2312554.
33. Chandrasekaran S., Darwish N., Chaharbakhshi E.O., Suarez-Ahedo C., Lodhia P., Domb B.G. Minimum 2-Year Outcomes of Hip Arthroscopic Surgery in Patients With Acetabular Overcoverage and Profunda Acetabulae Compared With Matched Controls With Normal Acetabular Coverage. *Am J Sports Med*. 2017;45(11):2483-2492. doi: 10.1177/0363546517708769.
34. Evans P.T., Redmond J.M., Hammarstedt J.E., Liu Y., Chaharbakhshi E.O., Domb B.G. Arthroscopic Treatment of Hip Pain in Adolescent Patients With Borderline Dysplasia of the Hip: Minimum 2-Year Follow-Up. *Arthroscopy*. 2017;33(8):1530-1536. doi: 10.1016/j.arthro.2017.03.008.
35. Kling S., Karns M.R., Gebhart J., Kosmas C., Robbin M., Nho S.J. et al. The effect of acetabular rim recession on anterior acetabular coverage: a cadaveric study using the false-profile radiograph. *Am J Sports Med*. 2015;43(4):957-964. doi: 10.1177/0363546515571918.
36. Maldonado D.R., LaReau J.M., Perets I., Ortiz-Declet V., Laseter J.R., Lall A.C. et al. Outcomes of Hip Arthroscopy With Concomitant Periacetabular Osteotomy, Minimum 5-Year Follow-Up. *Arthroscopy*. 2019;35(3):826-834. doi: 10.1016/j.arthro.2018.10.143.
37. Jamali A.A., Mladenov K., Meyer D.C., Martinez A., Beck M., Ganz R. et al. Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the «cross-over-sign». *J Orthop Res*. 2007;25(6):758-765. doi: 10.1002/jor.20380.
38. Reynolds D., Lucas J., Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81(2):281-288. doi: 10.1302/0301-620x.81b2.8291.
39. Kalberer F., Sierra R.J., Madan S.S., Ganz R., Leunig M. Ischial spine projection into the pelvis: a new sign for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(3):677-683. doi: 10.1007/s11999-007-0058-6.
40. Werner C.M., Copeland C.E., Ruckstuhl T., Stromberg J., Turen C.H., Kalberer F. et al. Radiographic markers of acetabular retroversion: correlation of the cross-over sign, ischial spine sign and posterior wall sign. *Acta Orthop Belg*. 2010;76(2):166-173.
41. Vahedi H., Aalirezaie A., Schlitt P.K., Parvizi J. Acetabular Retroversion Is a Risk Factor for Less Optimal Outcome After Femoroacetabular Impingement Surgery. *J Arthroplasty*. 2019;34(7):1342-1346. doi: 10.1016/j.arth.2019.02.050.
42. Litrenta J., Mu B., Chen A.W., Ortiz-Declet V., Perets I., Domb B.G. Radiographic and Clinical Outcomes of Adolescents With Acetabular Retroversion Treated Arthroscopically. *J Pediatr Orthop*. 2019;39(10):510-515. doi: 10.1097/BPO.0000000000001063.
43. Crockarell J.R. Jr., Trousdale R.T., Guyton J.L. The anterior centre-edge angle. A cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(4):532-534. doi: 10.1302/0301-620x.82b4.10063.
44. Hetsroni I., Poultsides L., Bedi A., Larson C.M., Kelly B.T. Anterior inferior iliac spine morphology correlates with hip range of motion: a classification system and dynamic model. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(8):2497-2503. doi: 10.1007/s11999-013-2847-4.
45. Nötzli H.P., Wyss T.F., Stoecklin C.H., Schmid M.R., Treiber K., Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84(4):556-560. doi: 10.1302/0301-620x.84b4.12014.
46. Barton C., Salineros M.J., Rakhra K.S., Beaulé P.E. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):464-469. doi: 10.1007/s11999-010-1624-x.
47. Pfirrmann C.W., Mengiardi B., Dora C., Kalberer F., Zanetti M., Hodler J. Cam and pincer femoroacetabular impingement: characteristic MR arthrographic findings in 50 patients. *Radiology*. 2006;240(3):778-785. doi: 10.1148/radiol.2403050767.
48. Zhou J., Melugin H.P., Hale R.F., Leland D.P., Bernard C.D., Levy B.A. et al. The Prevalence of Radiographic Findings of Structural Hip Deformities for Femoroacetabular Impingement in Patients With Hip Pain. *Am J Sports Med*. 2020;48(3):647-653. doi: 10.1177/0363546519896355.
49. Gosvig K.K., Jacobsen S., Palm H., Sonne-Holm S., Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(10):1309-1316. doi: 10.1302/0301-620X.89B10.19405.
50. Sutter R., Dietrich T.J., Zingg P.O., Pfirrmann C.W. How useful is the alpha angle for discriminating between symptomatic patients with cam-type femoroacetabular impingement and asymptomatic volunteers? *Radiology*. 2012;264(2):514-521. doi: 10.1148/radiol.12112479.
51. Mascarenhas V.V., Rego P., Dantas P., Morais F., McWilliams J., Collado D. et al. Imaging prevalence of femoroacetabular impingement in symptomatic patients, athletes, and asymptomatic individuals: A systematic review. *Eur J Radiol*. 2016;85(1):73-95. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.10.016.
52. Ross J.R., Bedi A., Stone R.M., Sibilsy Enselman E., Leunig M., Kelly B.T. et al. Intraoperative Fluoroscopic Imaging to Treat Cam Deformities: Correlation With 3-Dimensional Computed Tomography. *Am J Sports Med*. 2014;42(6):1370-1376. doi: 10.1177/0363546514529515.
53. Larson C.M., Wulf C.A. Intraoperative fluoroscopy for evaluation of bony resection during arthroscopic management of femoroacetabular impingement in the supine position. *Arthroscopy*. 2009;25(10):1183-1192. doi: 10.1016/j.arthro.2009.07.020.
54. Meyer D.C., Beck M., Ellis T., Ganz R., Leunig M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;445:181-185. doi: 10.1097/01.blo.0000201168.72388.24.
55. Domayer S.E., Ziebarth K., Chan J., Bixby S., Mamisch T.C., Kim Y.J. Femoroacetabular cam-type impingement: diagnostic sensitivity and specificity of radiographic views compared to radial MRI. *Eur J Radiol*. 2011;80(3):805-810. doi: 10.1016/j.ejrad.2010.10.016.
56. Clohisey J.C., Carlisle J.C., Beaulé P.E., Kim Y.J., Trousdale R.T., Sierra R.J. et al. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90(Suppl 4):47-66. doi: 10.2106/JBJS.H.00756.

57. Harris M.D., Kapron A.L., Peters C.L., Anderson A.E. Correlations between the alpha angle and femoral head asphericity: Implications and recommendations for the diagnosis of cam femoroacetabular impingement. *Eur J Radiol.* 2014;83(5):788-796. doi: 10.1016/j.ejrad.2014.02.005.
58. Ross J.R., Schoenecker P.L., Clohisy J.C. Surgical dislocation of the hip: evolving indications. *HSS J.* 2013;9(1):60-69. doi: 10.1007/s11420-012-9323-7.
59. Sutter R., Zanetti M., Pfirrmann C.W. New developments in hip imaging. *Radiology.* 2012;264(3):651-667. doi: 10.1148/radiol.12110357.
60. Kaplan D.J., Samim M., Burke C.J., Meislin R.J., Youm T. Validity of magnetic resonance imaging measurement of hip labral width compared with intraoperative assessment. *Arthroscopy.* 2020;36(3):751-758. doi: 10.1016/j.arthro.2019.09.027.
61. Sankar W.N., Matheney T.H., Zaltz I. Femoroacetabular impingement: current concepts and controversies. *Orthop Clin North Am.* 2013;44(4):575-589. doi: 10.1016/j.ocl.2013.07.003.
62. Volpon J.B. Femoroacetabular impingement. *Rev Bras Ortop.* 2016;51(6):621-629. doi: 10.1016/j.rboe.2016.10.006.
63. Sutter R., Zubler V., Hoffmann A., Mamisch-Saupe N., Dora C., Kalberer F. et al. Hip MRI: how useful is intraarticular contrast material for evaluating surgically proven lesions of the labrum and articular cartilage? *AJR Am J Roentgenol.* 2014;202(1):160-169. doi: 10.2214/AJR.12.10266.
64. Smith T.O., Simpson M., Ejindu V., Hing C.B. The diagnostic test accuracy of magnetic resonance imaging, magnetic resonance arthrography and computer tomography in the detection of chondral lesions of the hip. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23(3):335-344. doi: 10.1007/s00590-012-0972-5.
65. Smith T.O., Hilton G., Toms A.P., Donell S.T., Hing C.B. The diagnostic accuracy of acetabular labral tears using magnetic resonance imaging and magnetic resonance arthrography: a meta-analysis. *Eur Radiol.* 2011;21(4):863-874. doi: 10.1007/s00330-010-1956-7.
66. Yoon L.S., Palmer W.E., Kassarian A. Evaluation of radial-sequence imaging in detecting acetabular labral tears at hip MR arthrography. *Skeletal Radiol.* 2007;36(11):1029-1033. doi: 10.1007/s00256-007-0363-x.
67. Riley G.M., McWalter E.J., Stevens K.J., Safran M.R., Lattanzi R., Gold G.E. MRI of the hip for the evaluation of femoroacetabular impingement; past, present, and future. *J Magn Reson Imaging.* 2015;41(3):558-572. doi: 10.1002/jmri.24725.
68. Smith T.O., Hilton G., Toms A.P., Donell S.T., Hing C.B. The diagnostic accuracy of acetabular labral tears using magnetic resonance imaging and magnetic resonance arthrography: a meta-analysis. *Eur Radiol.* 2011;21(4):863-874. doi: 10.1007/s00330-010-1956-7.
69. Crespo-Rodríguez A.M., De Lucas-Villarrubia J.C., Pastrana-Ledesma M., Hualde-Juvera A., Méndez-Alonso S., Padron M. The diagnostic performance of non-contrast 3-Tesla magnetic resonance imaging (3-T MRI) versus 1.5-Tesla magnetic resonance arthrography (1.5-T MRI) in femoro-acetabular impingement. *Eur J Radiol.* 2017;88:109-116. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.12.031.
70. Foreman S.C., Zhang A.L., Neumann J., von Schacky C.E., Souza R.B., Majumdar S. et al. Postoperative MRI Findings and Associated Pain Changes After Arthroscopic Surgery for Femoroacetabular Impingement. *AJR Am J Roentgenol.* 2020;214(1):177-184. doi: 10.2214/AJR.19.21421.
71. Rajeev A., Tuinebreijer W., Mohamed A., Newby M. The validity and accuracy of MRI arthrogram in the assessment of painful articular disorders of the hip. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(1):71-77. doi: 10.1007/s00590-017-2022-9.
72. Saupe N., Zanetti M., Pfirrmann C.W., Wels T., Schwenke C., Hodler J. Pain and other side effects after MR arthrography: prospective evaluation in 1085 patients. *Radiology.* 2009;250(3):830-838. doi: 10.1148/radiol.2503080276.
73. Blankenbaker D.G., De Smet A.A., Keene J.S., Fine J.P. Classification and localization of acetabular labral tears. *Skeletal Radiol.* 2007;36(5):391-397. doi: 10.1007/s00256-006-0240-z.
74. Suarez-Ahedo C., Gui C., Rabe S.M., Chandrasekaran S., Lodhia P., Domb B.G. Acetabular Chondral Lesions in Hip Arthroscopy: Relationships Between Grade, Topography, and Demographics. *Am J Sports Med.* 2017;45(11):2501-2506. doi: 10.1177/0363546517708192.
75. Pfirrmann C.W., Duc S.R., Zanetti M., Dora C., Hodler J. MR arthrography of acetabular cartilage delamination in femoroacetabular cam impingement. *Radiology.* 2008;249(1):236-241. doi: 10.1148/radiol.2491080093.
76. Konan S., Rayan F., Meermans G., Witt J., Haddad F.S. Validation of the classification system for acetabular chondral lesions identified at arthroscopy in patients with femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(3):332-336. doi: 10.1302/0301-620X.93B3.25322.
77. Griffin J.W., Weber A.E., Kuhns B., Lewis P., Nho S.J. Imaging in Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: A Comprehensive Approach. *Clin Sports Med.* 2016;35(3):331-344. doi: 10.1016/j.csm.2016.02.002.
78. Studler U., Kalberer F., Leunig M., Zanetti M., Hodler J., Dora C. et al. MR arthrography of the hip: differentiation between an anterior sublabral recess as a normal variant and a labral tear. *Radiology.* 2008;249(3):947-954. doi: 10.1148/radiol.2492080137.
79. DuBois D.F., Omar I.M. MR imaging of the hip: normal anatomic variants and imaging pitfalls. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2010;18(4):663-674. doi: 10.1016/j.mric.2010.09.003.
80. Bredella M.A., Ulbrich E.J., Stoller D.W., Anderson S.E. Femoroacetabular impingement. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2013;21(1):45-64. doi: 10.1016/j.mric.2012.08.012.
81. Kassarian A., Yoon L.S., Belzile E., Connolly S.A., Millis M.B., Palmer W.E. Triad of MR arthrographic findings in patients with cam-type femoroacetabular impingement. *Radiology.* 2005;236(2):588-592. doi: 10.1148/radiol.2362041987.
82. Ganz R., Leunig M., Leunig-Ganz K., Harris W.H. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(2):264-272. doi: 10.1007/s11999-007-0060-z.
83. Werlen S., Leunig M., Ganz R. Magnetic Resonance Arthrography of the Hip in Femoroacetabular Impingement: Technique and Findings. *Operativ Tech Orthopaedics.* 2005;15(3):191-203. doi: 10.1053/j.oto.2005.07.007.
84. Blankenbaker D.G., Tuite M.J., Keene J.S., A. Munoz del Rio. Labral injuries due to iliopsoas impingement: can they be diagnosed on MR arthrography? *AJR Am J Roentgenol.* 2012;199(4):894-900. doi: 10.2214/AJR.11.8211.

85. Ilizaliturri V.M. Jr., Suarez-Ahedo Сю, Асуña М. Internal Snapping Hip Syndrome: Incidence of Multiple-Tendon Existence and Outcome After Endoscopic Transcapsular Release. *Arthroscopy*. 2015;31(10):1991-1995. doi: 10.1016/j.arthro.2015.04.083.
86. Samim M., Eftekhary N., Vigdorchik J.M., Elbuluk A., Davidovitch R., Youm T. et al. 3D-MRI versus 3D-CT in the evaluation of osseous anatomy in femoroacetabular impingement using Dixon 3D FLASH sequence. *Skeletal Radiol*. 2019;48(3):429-436. doi: 10.1007/s00256-018-3049-7.
87. Li A.E., Jawetz S.T., Greditzer H.G. 4th, Burge A.J., Nawabi D.H., Potter H.G. MRI for the preoperative evaluation of femoroacetabular impingement. *Insights Imaging*. 2016;7(2):187-198. doi: 10.1007/s13244-015-0459-0.
88. Sutter R., Dietrich T.J., Zingg P.O., Pfirrmann C.W. Assessment of Femoral Antetorsion With MRI: Comparison of Oblique Measurements to Standard Transverse Measurements. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(1):130-135. doi: 10.2214/AJR.14.13617.
89. Sutter R., Dietrich T.J., Zingg P.O., Pfirrmann C.W. Femoral antetorsion: comparing asymptomatic volunteers and patients with femoroacetabular impingement. *Radiology*. 2012;263(2):475-483. doi: 10.1148/radiol.12111903.
90. Lall A.C., Battaglia M.R., Maldonado D.R., Perets I., Laseter J.R., Go C.C. et al. Does Femoral Retroversion Adversely Affect Outcomes After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement Syndrome? A Midterm Analysis. *Arthroscopy*. 2019;35(11):3035-3046. doi: 10.1016/j.arthro.2019.03.046.
91. Menge T.J., Briggs K.K., Dornan G.J., McNamara S.C., Philippon M.J. Survivorship and Outcomes 10 Years Following Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: Labral Debridement Compared with Labral Repair. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(12):997-1004. doi: 10.2106/JBJS.16.01060.
92. Yoo J.I., Ha Y.C., Hwang S.C., Oh J.Y., Chang E.C., Lee Y.K. et al. Factors Associated with the Risk of Articular Surface Perforation during Anchor Placement for Arthroscopic Acetabular Labral Repair. *Clin Orthop Surg*. 2017;9(4):405-412. doi: 10.4055/cios.2017.9.4.405.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Богопольский Олег Евгеньевич — врач травматолог-ортопед, НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: 9202211@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4883-0543>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR'S INFORMATION:

Oleg E. Bogopolskiy — Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation
e-mail: 9202211@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4883-0543>

anamnesis and the identified cognitive – behavioral features of the patient, are considered as possible reasons for the treatment failure. The author of the comment highlights modern approaches to the treatment of clavicle fractures, and also briefly dwells on the theory of fracture fixation in general. He pays special attention to biological and mechanical factors affecting fractures healing. The author considers the compliance with the basic principles of osteosynthesis to be the main factor in achieving good results in fracture treatment.

Keywords: clavicle fractures, fracture nonunion, plate fixation, external fixation, unstable osteosynthesis.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

В статье авторы описывают клинический случай лечения пациента с закрытым переломом ключицы в средней трети диафиза. Консервативное лечение в течение четырех месяцев оказалось неэффективным. Выполненный на этом сроке остеосинтез 1/3-трубчатой пластиной и серкляжным швом привел к несостоятельности фиксации с переломом пластины. После реостеосинтеза реконструктивной пластиной с костной пластикой свободным аутотрансплантатом через 10 мес. после реоперации констатировано несращение. Выполнена резекция зоны несращения с замещением дефекта свободным васкуляризованным костно-мышечно-кожным малоберцовым лоскутом с фиксацией его реконструктивной пластиной. Через 4,5 мес. произошел перелом пластины в зоне контакта центрального отломка и трансплантата, после чего пластина была удалена с выполнением комбинированного напряженного остеосинтеза и использованием элементов наружного фиксатора. Через 4,5 мес. после этой операции из-за развившегося воспаления в области наружных конструкций последние были удалены, спица в ключице оставлена с погружением ее концов под кожу. После этого «больной приступил к комплексной реабилитации». Таким образом, общий срок лечения пациента составил более двух лет, в результате достигнуто сращение перелома, но функциональный результат его сложно расценивать как хороший. Целью авторов было на примере представленного клинического случая показать необходимость соблюдения биологических и механических требований к остеосинтезу переломов.

Комментируя этот клинический случай, хотелось бы остановиться на современных подходах к лечению переломов ключицы и на теории остеосинтеза в целом.

Первый вопрос, на который необходимо дать ответ: а надо ли вообще оперировать закрытые неосложненные изолированные переломы ключицы? Впервые ответ на этот вопрос травматологическому сообществу дал С.С. Neer в 1960 г. [1]. Он опубликовал данные о консервативном лечении 2235 переломов ключицы в средней трети за период с 1939 по 1959 г., из которых только 3 случая (0,1%) завершились несращением. Автор считает, что основной причиной неудач в лечении переломов ключицы является неадекватное выполнение остеосинтеза.

Прошло время, и уже в 1997 г. J.M. Hill с соавторами, изучив результаты консервативного лечения 242 больных с диафизарными переломами ключицы, получили 15% несращений и 31% неудовлетворительных результатов; 11,6% больных не были удовлетворены косметическими результатами консервативного лечения. Комментируя результаты предыдущих исследований, опубликованных вплоть до конца 80-х гг. прошлого столетия, авторы говорят о том, что С.С. Neer и другие хирурги не учитывали возраст пострадавших, локализацию и тяжесть перелома. Авторы определили, что первичное укорочение ключицы на 20 мм и более является достоверным предиктором неудовлетворительного результата консервативного лечения [2].

Однако результаты, изложенные в этой работе, не выглядели достаточно убедительными. Большую ясность в проблему лечения переломов ключицы внесло мультицентровое рандомизированное исследование Канадского ортопедо-травматологического общества (COTS), в котором сравнивались консервативное лечение и остеосинтез пластиной и винтами при переломах средней трети ключицы со смещением отломков [3]. Были получены следующие результаты: сроки рентгенологического сращения у оперированных больных были значительно меньше при большей удовлетворенности результатами лечения. При наблюдении до одного года общая доля осложнений в группе оперативного лечения составила 37%, в группе консервативного лечения — 63%. Эта работа явилась своеобразным ориентиром для практикующих хирургов, которые стали более активно использовать хирургические методы в лечении переломов ключицы. Увеличению хирургической активности при подобных травмах способствовали и данные о том, что сращение ключицы в неправильном положении приводит к лопаточной дискинезии [4]. А в ряде случаев из-за давления на подлежащие нейроваскулярные структуры и нарушения кинематики мышц, ответственных за движения лопатки и плеча, это приводит к неврогенным осложнениям, описанным как TOS — toracic outlet syndrom (бледность, отеки, холодная кожа, парестезии) [5].

По мере накопления клинического материала в последние годы было опубликовано несколько метаанализов, сравнивающих консервативное и оперативное лечение переломов ключицы.

Их результаты в текущем году суммировали S.D. Jones и J.T. Bravman [6]. По их заключению, оперативное лечение переломов ключицы со смещением отломков в сравнении с консервативным увеличивает долю сращения переломов, функциональные исходы лечения и его косметические результаты. Показаниями к оперативному лечению авторы считают укорочение ключицы на 20 мм и более, смещение отломков на 100% и более или Z-образную деформацию.

Проблему несращения переломов ключицы нельзя рассматривать в отрыве от теории костного сращения в целом. Для консолидации любого перелома необходимо наличие ряда биологических и механических факторов. P. Andrzejowski и P.V. Giannoudis предложили «концепцию бриллианта» (diamond concept), расположив на вершинах углов воображаемого бриллианта биологические (живые клетки костной ткани, стимуляторы остеогенеза, остеокондуктивный матрикс, васкуляризация зоны перелома) и механические (стабильность) требования, необходимые для сращения [7]. Таким образом, для соблюдения биологических требований к остеосинтезу необходимо максимально сохранить кровоснабжение кости в зоне перелома. В этом случае при отсутствии костных дефектов васкуляризованные отломки будут содержать в себе живые остеобласты и остеоциты, белковые стимуляторы остеогенеза и гидроксипатитный остеокондуктивный матрикс, останется только адекватно стабилизировать перелом.

Однако кажущаяся простой проблема обеспечения механической стабильности остеосинтеза имеет массу тонкостей, которые необходимо знать практикующему травматологу. Согласно теории, изложенной E. Gautier и C. Sommer, имеется два базовых принципа внутренней фиксации переломов: компрессия и шинирование. Компрессия приводит к ригидной фиксации, достигается при наличии достаточного контакта между отломками и показана при простых переломах. Шинирование — метод эластической фиксации, который не требует полного контакта между отломками, может применяться при переломах внесуставной локализации и достигается техникой мостовидного остеосинтеза. При этом сохраняется микроподвижность в месте перелома, но она не препятствует сращению. Авторы также показали, что рабочая длина введенных в пластину бикортикальных винтов и, следовательно, устойчивость системы «имплантат-кость» к циклическим нагрузкам, зависит от диаметра кости. Кроме того, констатировано, что при относительно небольшом расстоянии между ближайшими к перелому винтами в зоне перелома при микроподвижности создается чрезмерно высокая концентрация нагрузки, которая может привести к несостоятельности фиксации. Для профилактики

этого осложнения при шинировании зоны перелома рекомендуется использование длинных пластин с созданием максимально возможного расстояния между ближайшими к перелому винтами. Длина пластины должна быть в 8–10 раз больше зоны шинированного простого близкого к поперечному перелома и в 2–3 раза длиннее зоны шинированного оскольчатого перелома [8].

Безусловно, все эти рекомендации являются относительными. Каждый перелом уникален, но понимание этих принципов и стремление соответствовать им в значительной мере смогут способствовать уменьшению вероятности неудач остеосинтеза.

Возвращаясь к представленному клиническому случаю, следует сказать, что показания к первичному остеосинтезу не вызывают сомнений, так как имелось несращение перелома ключицы, сопровождающееся соответствующей симптоматикой. Накостный остеосинтез представляется адекватным методом остеосинтеза в подобных случаях. Тем не менее, остеосинтез выполнен 1/3-трубчатой пластиной, не обладающей достаточной механической жесткостью. Кроме того, фиксация дополнена проволочным серкляжным швом, который сам по себе нарушает кровообращение кости, а его выполнение требует дополнительного скелетирования отломков. Таким образом, несостоятельность первичной фиксации можно было прогнозировать заранее, так как не были соблюдены ни механические, ни биологические требования к остеосинтезу.

При первой ревизионной операции применена реконструктивная пластина, обладающая необходимыми в подобных случаях механическими свойствами. Для нормализации биологической составляющей применена свободная костная пластика зоны несращения. Тем не менее, если в ходе первичного остеосинтеза пластина располагалась на передней стороне ключицы, то при реостеосинтезе хирурги расположили ее по верхней поверхности кости, что потребовало дополнительного скелетирования и дополнительно отрицательно повлияло на биологическую составляющую остеосинтеза. Кроме того, ближайшие к перелому винты установлены на небольшом расстоянии друг от друга, что создало большую концентрацию нагрузки в зоне перелома. Теоретически можно было ожидать перелома пластины в этой зоне, но на практике этого не произошло. Выполненный в последующем остеосинтез с резекцией склерозированной кости и замещением дефекта свободным васкуляризованным трансплантатом радикально решил биологическую проблему, так как кровообращение в зоне несращения полностью восстановилось. Однако механические проблемы только усугубились, так как фактически образовался сег-

ментарный перелом средней трети ключицы с наличием неповрежденного промежуточного фрагмента (аналог перелома C2 по классификации АО). При его фиксации, аналогично предыдущей ревизионной операции, винты были введены близко к линиям переломов, что и явилось причиной несостоятельности остеосинтеза. Нельзя не принимать во внимание также травматичность операции замещения костного дефекта кровоснабжаемым малоберцовым лоскутом. Избранный в последующем метод комбинированного напряженного остеосинтеза был своего рода шагом отчаяния, но, к счастью, привел к сращению перелома.

Конечно, просто критиковать других и указывать на допущенные ошибки и дефекты в лечении. Но меня оправдывает то, что я сам активно занимаюсь хирургией переломов и тоже допускаю аналогичные ошибки, получая подобные осложнения. Наша общая задача — понять, почему это происходит и стараться максимально уменьшить вероятность несостоятельности остеосинтеза. Необходимо помнить о том, что мы должны адекватно стабилизировать перелом с соблюдением всех механических требований к фиксации, не нарушая при этом биологическую составляющую остеосинтеза. И, конечно, стабилизация перелома должна позволять выполнение ранних активных движений в смежных суставах. Это относится не только к операциям остеосинтеза ключицы, но на этом примере проблема баланса механической и биологической составляющих остеосинтеза проявилась наиболее отчетливо.

В нашей стране ежегодно выполняются сотни операций по поводу переломов ключицы. Это значит, что корректным техническим выполнением остеосинтеза этих переломов мы значительно уменьшим долю осложнений. При этом если пер-

вичный остеосинтез можно корректно выполнить в любом отделении травматологии, то для ревизионных операций, тем более с применением микрохирургической техники, необходимо направление в специализированные центры. Но с каждой последующей ревизией каждый из возможных путей выхода из сложившейся ситуации имеет все больше и больше недостатков. Таким образом, ключом к успеху при выполнении операций внутренней фиксации переломов является соблюдение базовых принципов остеосинтеза, которые были затронуты в этом комментарии.

Литература [References]

1. Neer C.S. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc.* 1960;172:1006-1011. doi: 10.1001/jama.1960.03020100014003.
2. Hill J.M., McGuire M.H., Crosby L.A. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79(4):537-539. doi: 10.1302/0301-620x.79b4.7529.
3. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures: A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(1):1-10. doi: 10.2106/JBJS.F.00020.
4. Kibler W.B., Sciascia A., Wilkes T. Scapular dyskinesia and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(6):364-372. doi: 10.5435/JAAOS-20-06-364.
5. Kitsis C.K., Marino A.J., Krikler S.J., Birch R. Late complications following clavicular fractures and their operative management. *Injury.* 2003;34(1):69-74. doi: 10.1016/s0020-1383(02)00169-9.
6. Jones S.D., Bravman J.T. Midshaft clavicle fractures – when to operate. *Ann Joint.* 2021;6:21. Available from: <https://doi.org/10.21037/aoj-2019-mfes-07>.
7. Andrzejowski P., Giannoudis P.V. The 'diamond concept' for long bone non-union management. *J Orthop Traumatol.* 2019;20(1):21. doi: 10.1186/s10195-019-0528-0.
8. Gautier E., Sommer C. Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury.* 2003;34(Suppl 2):B63-76. doi: 10.1016/j.injury.2003.09.026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Беленький Игорь Григорьевич — д-р мед. наук, доцент, руководитель отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

AUTHOR'S INFORMATION:

Igor G. Belenkiy — Dr. Sci. (Med.), St. Petersburg Dzhanelidze Emergency Research Institute, St. Petersburg, Russia
e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.



95 лет первому в России научному обществу травматологов-ортопедов

В.В. Хоминец, Р.В. Гладков

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

Реферат

95 лет назад, а именно 12 октября 1926 г., усилиями 27 учредителей, в том числе профессоров Г.И. Турнера, А.Л. Поленова, Р.Р. Вредена и Г.А. Альбрехта было создано первое в нашей стране научное общество хирургов-ортопедов Ленинграда и Ленинградской области, которое продолжает оставаться незаменимой трибуной для подготовки научных кадров, обмена практическим опытом и результатами исследований направляемых авторитетными деятелями отечественной травматологии и ортопедии, продолжателями традиций ленинградской школы хирургов-ортопедов-травматологов. В статье подведены итоги работы общества в течение четырех периодов его деятельности: I период становления (1926–1933 гг.), I период — работа в предвоенные, военные и послевоенные годы (1934–1950 гг.), III период интенсивного развития травматологии и ортопедии (1950–1990 гг.) и IV период современного бурного развития специальности (с 1990 г.). Сформулированы основные цели деятельности в настоящее время и новые направления работы.

Ключевые слова: научное общество травматологов-ортопедов, история травматологии и ортопедии.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.



95th Anniversary of the First Russian Society of Orthopedic Surgeons

V.V. Khominets, R.V. Gladkov

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Abstract

95 years ago, namely on October 12, 1926, through the efforts of 27 founders, including professors G.I. Turner, A.L. Polenov, R.R. Vreden and G.A. Albrecht, the first scientific society of orthopedic surgeons of Leningrad and the Leningrad region was created in our country, which continues to be an indispensable platform for the training of scientific personnel, the exchange of practical experience and research results directed by authoritative figures of domestic traumatology and orthopedics, the successors of the Leningrad school of orthopedic surgeons. The article summarizes the results of the society's work during four periods of its activity: the first period of formation (1926–1933), the second period — work in the pre-war, war and post-war years (1934–1950), the third period — the intensive development of traumatology and orthopedics (1950–1990) and the fourth period — the modern rapid development of the specialty (since 1990). The main aim of the current activity and new areas of work are formulated.

Key words: scientific society, association of orthopedic surgeons.

Funding: state budgetary funding.

Хоминец В.В., Гладков Р.В. 95 лет первому в России научному обществу травматологов-ортопедов. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(4):173-179.

Cite as: Khominets V.V., Gladkov R.V. [95th Anniversary of the First Russian Society of Orthopedic Surgeons]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):173-179. (In Russian).

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

Рукопись получена: 10.11.2021. Статья опубликована: 17.12.2021.
Submitted: 10.11.2021. Published: 17.12.2021.

История создания и деятельности первого в России научного общества травматологов-ортопедов неразрывно связана с историей образования травматологии и ортопедии как самостоятельной специальности. С начала и до 60-х годов XX века происходила дифференциация хирургии, выделение травматологии, ортопедии и протезирования в самостоятельную специальность. Начало данного периода в России было ознаменовано учреждением в 1900 г. кафедры и клиники ортопедии Медико-хирургической академии во главе и благодаря стараниям Генриха Ивановича Турнера. Первая мировая и Гражданская войны на многие годы определили необходимость лечения раненых и изучения вопросов военной медицины. Вместе с Генрихом Ивановичем работали С.А. Новотельнов, А.К. Шенк, Г.А. Альбрехт, Э.Ю. Остен-Сакен, А.А. Козловский, Г.А. Гарибджанян, И.Л. Крупко, составившие ядро турнеровской школы отечественной ортопедии. Они добились лучших результатов лечения раненых, чем общие хирурги, обосновали необходимость создания лечебных учреждений для протезирования, восстановления трудоспособности и социальных перспектив увечных воинов.

В 1906 г. в Санкт-Петербурге был открыт Ортопедический институт, который возглавил Роман Романович Вреден. Он создал школу ортопедов, в числе которой В.Г. Вайнштейн, Т.Н. Степанов, И.Е. Казакевич, М.И. Куслик, Г.Я. Эпштейн, В.И. Розов и другие видные ученые. Медико-механический институт, открытый в Харькове (1907 г.) под руководством К.Ф. Вегнера, стал третьим центром ортопедической мысли в России. В последующем, в 1918 г., был основан Казанский ортопедический институт, а в 1921 г. — Лечебно-протезный институт в Москве, ставший в 1940 г. Центральным научно-исследовательским институтом травматологии и ортопедии. Таким образом, ортопедия постепенно отделялась от хирургии, занимая свою нишу в лечении пациентов с патологией костно-мышечной системы.

Когда ортопедия и протезирование покинули хирургию, травматология продолжала пребывать в составе общей хирургии и даже не имела общепризнанного термина. Появление в Первой мировой войне сотен тысяч раненых в конечности с огнестрельными переломами, часто осложнявшимися анаэробной инфекцией, остеомиелитом, некрозами, деформациями, образованием порочных культей, контрактур и других последствий огнестрельной травмы, способствовало ускорению дифференциации хирургии и выделению новой специальности — травматологии. Особая заслуга в этом принадлежит Андрею Львовичу Поленову, создавшему в 1918 г. первую в стране кафедру травматологии в составе Петербургского

психоневрологического института. Годом спустя в Петрограде благодаря инициативе и подвижничеству Германа Александровича Альбрехта начал работу на базе Мариинского приюта Государственный институт протезирования — ведущее учреждение медицинской реабилитации инвалидов.

Превращение отечественной ортопедии в равноправную научно-клиническую отрасль хирургии и быстрое развитие ее основных направлений к 20-м годам прошлого столетия сделали насущной необходимостью создание научного общества ортопедов-травматологов как организационно-методического и научно-исследовательского центра взаимодействия ортопедических институтов и лечебных учреждений с целью улучшения организации ортопедо-травматологической помощи в СССР, воспитания и постоянного усовершенствования научных и практических кадров, снижения травматизма и инвалидности. Основатель отечественной ортопедии Г.И. Турнер мыслил о создании общества как «...высшей научной и технической ортопедической школы».

Десятью пять лет назад, 12 октября 1926 г., в аудитории кафедры ортопедии Военно-медицинской академии, которая с 1924 по 1931 г. согласно приказу № 205 по военно-санитарному ведомству носила название кафедры военно-полевой хирургии, десмургии и ортопедии, под председательством Г.И. Турнера состоялось первое заседание Ленинградского общества хирургов-ортопедов — первого и старейшего ортопедического общества в нашей стране. В заседании приняли участие все видные хирурги Ленинграда — исторического центра развития отечественной ортопедической науки. Молодое общество хирургов-ортопедов приветствовали председатель хирургического общества им. Н.И. Пирогова Н.Н. Петров, начальник Военно-медицинской академии В.И. Воячек, С.П. Федоров, И.И. Греков, Э.Р. Гессе и другие. Г.И. Турнер поздравил собравшихся с историческим событием «посадки нового отпрыска, выросшего на могучем стволе нашей отечественной хирургии». Участников заседания волновали вопросы выбора путей развития ортопедии, направления деятельности и взаимоотношения с матерью-хирургией, которые Г.И. Турнер определил следующими словами: «С особенной настойчивостью я должен в заключение говорить о нашей неразрывной связи с выросшей нас хирургией. Под кровом материнского дерева мы будем работать рука об руку, продолжая учиться в сфере широкого смелого размаха кровавой хирургии. Но доверие к нашим специальным знаниям отведет достаточно работы на нашу долю, ибо в показаниях для применения ножа, долота, пилы мы внесем более глубокую продуманность».

Учредителями Ленинградского общества хирургов-ортопедов (ЛОХО) были ведущие ортопеды страны: Г.И. Турнер, Р.Р. Вреден, Г.А. Альбрехт, Э.Ю. Остен-Сакен, С.А. Новотельнов, Г.Я. Эпштейн, Д.А. Новожилов, П.Г. Корнев, В.А. Штурм и другие. Первым председателем правления общества был избран Г.И. Турнер. В состав первого правления вошли выдающиеся деятели советской травматологии и ортопедии — Р.Р. Вреден, Г.А. Альбрехт А.Л. Поленов. Членами секретариата были избраны С.А. Новотельнов, Г.Я. Эпштейн, М.С. Юсевич, казначеем — Э.Ю. Остен-Сакен. Высокий авторитет учредителей и правления неуклонно повышал престиж общества, поставив его на почетное место среди других научных сообществ страны. Деятельность общества не ограничивалась городским масштабом и имела всесоюзное организационно-методическое и научное значение, о чем свидетельствует регулярное и активное участие в заседаниях членов из Москвы, Минска, Краснодара, Ростова-на-Дону, Одессы и других городов, среди которых такие известные ученые, как А.К. Шенк, В.Д. Чаклин, Т.С. Зацепин, С.В. Кофман, М.Н. Шапиро, Г.Н. Лукьянов, Н.А. Богораз и другие. Таким образом, деятельность общества возглавлялась и направлялась крупнейшими деятелями отечественной травматологии и ортопедии. Почетными пожизненными председателями общества были избраны профессор Г.И. Турнер (1927), действительный член АМН СССР профессор П.Г. Корнев (1943), профессор И.Л. Крупко (1970) и член-корреспондент АМН СССР профессор С.С. Ткаченко (1990). За большой вклад в становление и развитие первого ортопедического общества и отечественной травматологии и ортопедии почетными членами Ленинградского общества травматологов и ортопедов были избраны академик АМН СССР М.В. Волков, профессора В.Г. Вайнштейн, М.Н. Гончарова, С.Ф. Годунов, С.В. Кофман, Е.К. Никифорова, Д.А. Новожилов, В.В. Рубинштейн, В.Д. Чаклин и к.м.н. Я.М. Писарницкий.

В 1926 г. был принят первый устав общества, а в 1952 г. общество хирургов-ортопедов переименовано в общество травматологов-ортопедов. На Первом съезде травматологов-ортопедов СССР в 1963 г. был принят единый устав для всех обществ страны. За весь период существования работа общества прерывалась лишь в 1942 г. в связи с блокадой Ленинграда и сложной военной обстановкой. О беззаветном служении Родине на фронтах Великой Отечественной войны (ВОВ) свидетельствует награждение высшей наградой — орденом Ленина семерых членов общества, орденами и медалями — семидесяти трех.

С момента основания Санкт-Петербургского общества травматологов-ортопедов можно выделить четыре периода его деятельности: I пери-

од — становление (1926–1933), II период — работа в предвоенные, военные и послевоенные годы (1934–1950), III период — интенсивное развитие травматологии и ортопедии (1950–1990) и IV период — современное бурное развитие специальности (с 1990 г.). Первый период проходил в обстановке мощного индустриального и сельскохозяйственного подъема в стране, в связи с чем одной из наиболее актуальных была проблема изучения, предупреждения и лечения производственной травмы. Сложные условия межвоенного времени способствовали широкому распространению костно-суставного туберкулеза, во многом определившем содержание повестки заседаний общества.

Итоги работы в период становления и деятельности общества за 20 лет впервые были отражены в докладе Г.Я. Эпштейна и В.И. Розова, опубликованном в журнале «Хирургия» (№ 11, 1947) [1]. Члены и гости общества докладывали о способах и результатах лечения пациентов с посттравматическими, врожденными, нейрогенными и деформациями инфекционного происхождения, особенно у детей, костно-суставным туберкулезом и фиброзными дистрофиями, обсуждали вопросы военно-полевой хирургии, ампутации и протезирования, ставшие приоритетными во второй половине тридцатых годов, а также многие другие, охватывающие все разделы травматологии и ортопедии, включая вопросы организации травматологической помощи. «Борьба с детским калечеством» стало одним из наиболее ярких выступлений Г.И. Турнера перед членами общества.

Во втором периоде работы с 1934 по 1950 г. общество приоритетно занималось вопросами организации помощи и лечения раненых, ампутаций, протезирования и боевой травмы. К 25-летию в 1951 г. состоялось 310 заседаний общества, в ходе которых выполнено 422 доклада и 947 демонстраций. Обсуждали проблемы этапного лечения ран на войне, необходимости ранней хирургической обработки, применения антисептиков, противошоковых мероприятий путем согревания, введения обезболивающих, иммобилизации переломов костей и гемотрансфузии, вопросы распознавания и лечения анаэробной инфекции, ожоговой травмы, применения местной анестезии и наркоза в полевых условиях. Члены общества сделали многое для удовлетворения возросшей потребности в научной и учебной литературе по военной травме. В предвоенный период соратник Г.И. Турнера — старший преподаватель Э.Ю. Остен-Сакен подготовил «Краткий курс военно-полевой хирургии» (1928 и 1930 гг.), а также «Руководство по военно-полевой хирургии» (1932 г.). «Краткий учебник по военно-полевой хирургии» был издан в 1932 г. под редакцией С.С. Гирголава, Г.И. Турнера и С.П. Федорова. Накануне Великой Отечественной

войны (1938–1940) опубликованы работы профессора С.А. Новотельнова, посвященные опыту лечения раненых: «Этапное лечение огнестрельных переломов бедра по опыту мировой войны» (1938) и «Ортопедия-травматология на службе современной войны» (1940), а также «Руководство по гипсовой технике» Г.И. Турнера, Р.Р. Вредена и В.А. Бетехтина.

Неоценим вклад коллектива единомышленников травматолого-ортопедического сообщества Ленинграда и всей страны в разработку и практическое внедрение единых установок военно-медицинской доктрины и принципов лечения огнестрельных ран, полученных солдатами и мирным населением в ВОВ. В годы блокады в помощь врачам эвакуационных и тыловых госпиталей военного времени была издана монография почетного председателя общества П.Г. Корнева «Лечение огнестрельных ранений конечностей» (1943). Исходы лечения раненых с огнестрельными переломами костей конечностей в специализированных госпиталях оказались значимо лучшими, чем в общехирургических, несмотря на использование одних методов консервативного лечения — гипсовой повязки и скелетного вытяжения.

Наиболее масштабной целью отечественной медицины в послевоенном периоде стало обобщение опыта лечения раненых и больных в годы войны. Перед членами общества встала задача долечивания и реабилитации инвалидов, воспитания новых кадров травматологов-ортопедов. На заседаниях преобладала военная тематика: лечение огнестрельного остеомиелита и ложных суставов, исправление посттравматических деформаций и совершенствование костно-пластических операций.

Растущий авторитет общества способствовал кратному увеличению состава молодыми научными и клиническими кадрами, работа которых в рамках общества направлялась крупнейшими деятелями отечественной ортопедии — И.С. Бабчиным, В.С. Балакиной, В.А. Бетехтиным, В.Г. Вайнштейном, С.Ф. Годуновым, М.Н. Гончаровой, Т.С. Зацепиным, И.Е. Казакевичем, П.Г. Корневым, П.П. Кондратьевым, Ф.А., Копыловым, С.В. Кофманом, И.Л. Крупко, П.А. Куприяновым, М.И. Кусликом, А.А. Никитиным, Е.К. Никифоровой, Д.А. Новожиловым, С.А. Новотельновым, В.В. Пуниным, В.И. Розовым, Б.В. Рубинштейном, В.А. Штурм, Г.Я. Эпштейном, М.С. Юсевичем и Я.С. Юсевичем. С 1943 г. почетным председателем стал действительный член АМН СССР проф. П.Г. Корнев, следующим образом описавший значение общества на текущем этапе развития: «Появилась трибуна для обмена опытом, нашелся широкий выход научным исканиям, стало осуществляться методическое руководство, создались

наиболее благоприятные условия для усовершенствования и подготовки кадров».

Результаты деятельности общества в последующие 15 лет (1951–1966) подробно доложены И.Л. Крупко, С.С. Ткаченко и И.П. Шуляком в отчете (Ортопедия, травматология и протезирование, 1966. № 9), посвященном 40-летнему юбилею Ленинградского научного общества травматологов-ортопедов (ЛНОТО) [2]. В ходе 270 заседаний заслушано 424 доклада и проведено 657 демонстраций пациентов, в т.ч. после погружного остеосинтеза, костной гомопластики, операций по поводу врожденного вывиха бедра, ампутаций и протезирования конечностей. Достижения общества за 50 лет в 1977 г. подытожили С.С. Ткаченко и А.И. Грицанов (Ортопедия, травматология и протезирование, 1977. № 8) [3].

Третий период работы общества (1950–1990) соответствовал расцвету травматологии, ортопедии и протезирования, началу и углублению их дифференциации. В 1963 г. состоялся Первый всесоюзный съезд травматологов-ортопедов, утверждена организационно-штатная структура травматологической службы во главе с главным травматологом-ортопедом страны профессором М.В. Волковым, десятикратно возросло число травматолого-ортопедических стационаров, образованы институты травматологии и ортопедии в Донецке, Кургане и Прокопьевске, а в каждом высшем медицинском учреждении созданы кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии. Появилось понятие «военная травматология», созданы отделения травматологии в военных госпиталях. Показателем расширения сферы деятельности, интенсивной работы и растущего авторитета общества стало регулярное участие в заседаниях представителей других городов, проведение совместных заседаний с другими научными обществами и учреждениями — Ленинградским научно-исследовательским институтом хирургического туберкулеза, Ленинградским научно-исследовательским институтом травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена, Детским ортопедическим институтом имени Г.И. Турнера, Ленинградским научно-исследовательским институтом протезирования им. Г.А. Альбрехта, хирургическим обществом имени Н.И. Пирогова. Много внимания было уделено вопросам преподавания ортопедии в вузах, организации травматологической и протезной помощи, популяризации журнала «Ортопедия, травматология и протезирование» с рецензированием отдельных номеров. Члены общества выступали с лекциями для просвещения широкой общественности в домах культуры, санитарного просвещения и рабочих аудиториях, а также в составе консультативного бюро по

оказанию помощи в научной работе, созданного в 1957 г. при участии проф. Д.А. Новожилова, оказывали методологическую и руководящую помощь начинающим научным кадрам. С целью привлечения молодых врачей к научной работе им была предоставлена приоритетная возможность выступления на заседаниях общества. Важной традицией общества стало обсуждение современных монографий и руководств. Данью уважения общества заслугам отечественной науки были заседания, посвященные юбилеям В.А. Бетехтина, М.Н. Гончаровой, С.Ф. Годунова, Д.А. Новожилова, М.В. Струкова, В.С. Балакиной, а также памяти выдающихся русских ученых Г.И. Турнера, Р.Р. Вредена и Г.А. Альбрехта.

Председатель общества проф. И.Л. Крупко и ответственный секретарь проф. С.С. Ткаченко всемерно содействовали расширению и качественному усложнению круга интересов и тематики заседаний. Разработка и внедрение в клиническую практику внутреннего и особенно внешнего остеосинтеза обусловили появление с 1950 г. в повестке заседаний сообщений об опыте применения их при лечении переломов костей.

Война в Афганистане потребовала развития фундаментальных положений в области раневой баллистики, патоморфологии и патофизиологии огнестрельных ран и минно-взрывной травмы, регенерации костной ткани в условиях заживления огнестрельных переломов, а также изменения стратегии и тактики лечения раненых. Повестка заседаний общества в третьем периоде также включала обсуждение результатов экспериментальных исследований по раневой баллистике, морфологии огнестрельной раны, изучению общей реакции организма на тяжелую травму и формирование принципиальных положений по лечению раненых, осуществляемых хирургами (Колесников И.С., Колесов А.П., Долинин В.А., Лисицын К.М., Беркутов А.Н., Дерябин И.И., Перегудов И.Г., Алексеев А.В.), травматологами-ортопедами (Крупко И.Л., Ткаченко С.С., Демьянов В.М., Шапошников Ю.Г., Дедушкин В.С.) и морфологами (Максименков А.Н. и Дыскин Е.А.).

Кокончанию третьего периода деятельности общества было проведено 1000 заседаний, заслушано 1600 докладов и представлено 2500 демонстраций, о чем доложили С.С. Ткаченко, В.М. Шаповалов и В.М. Гайдуков в монографии, посвященной столетию основания первой в России ортопедической клиники [4]. Численный состав, насчитывающий в момент создания 27 членов общества, к 1991 г. достиг 324.

Бурное развитие травматологии и ортопедии в мире и нашей стране определило характер работы общества в четвертом периоде, начавшемся с 1990-х годов. Появление новых технологий пред-

интраоперационной визуализации и планирования, непрерывное совершенствование инструментария и имплантатов, расширение возможностей анестезиологии и периоперационного сопровождения, а также прогресс реабилитационно-восстановительных методов лечения изменили принципы лечения травматологических и ортопедических пациентов. Диагностическая достаточность, анатомичность, физиологическая и патогенетическая оправданность вмешательств, а также преемственность с восстановительным этапом лечения стали основой, позволившей существенно улучшить результаты лечения. Усложнение неизбежно сопровождалось увеличением интенсивности работы и дальнейшей дифференциацией специальности «травматология и ортопедии» на ряд относительно самостоятельных направлений (или субспециальностей), нашедших отражение в организационно-штатной структуре лечебных учреждений, а также изменением методологии преподавания. В повестке заседаний появились вопросы эндопротезирования и артроскопии, вертебологии, реконструктивно-восстановительной хирургии с применением микрохирургической техники, последовательного и ревизионного остеосинтеза, которые обсуждались с использованием современных возможностей компьютерной техники. Возможность обучения и обмена опытом с зарубежными коллегами способствовала быстрой дифференциации и созданию узкоспециализированных сообществ внутри травматологии и ортопедии, а также обилию сообщений о результатах собственных исследований и внедрения передовых технологий.

Одновременно с изучением международного опыта в травматологии и ортопедии на тематических заседаниях общества уделяли должное внимание юбилейным датам: 100-летию со дня рождения Г.А. Альбрехта, П.Г. Корнева, Е.К. Никифоровой, Р.Р. Вредена; 90-летию В.Г. Вайнштейна, Д.Г. Коваленко, Г.Я. Эпштейна, 70-, 75- и 80-летию И.Л. Крупко, А.В. Воронцова и Г.Д. Никитина. Специальные заседания были посвящены памяти профессоров Г.А. Илизарова и В.М. Демьянова. Совместно с хирургическим обществом Н.И. Пирогова проводились заседания, посвященные дню Защитника Отечества, на которых заслушивали вопросы современной боевой патологии. Продолжая традиции общества, обобщающие выступления профессоров и опытных ортопедов-травматологов совмещались с сообщениями молодых специалистов, получающих первый опыт научного обсуждения, советы и замечания более опытных коллег.

В январе 1993 г. была создана общественная организация «Ассоциация травматологов и ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области»,

которую возглавил проф. В.А. Неверов. Она вошла ассоциативным членом в Ассоциацию травматологов-ортопедов России. Санкт-Петербургское научное общество травматологов-ортопедов под председательством проф. В.М. Шаповалова было реорганизовано в научно-практическую секцию Ассоциации, сохранив традиционную форму работы с ежемесячными заседаниями в аудитории кафедры военной травматологии и ортопедии.

Итоги работы научно-практической секции Ассоциации травматологов и ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области за последние 20 лет представлены в таблице 1. За это время состоялись 137 заседаний, выполнен 291 доклад и 157 демонстраций. На постоянной основе поддерживают деятельность ассоциации более 30 медицинских организаций города и области. Лидирующими учреждениями, как и прежде, являются НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена и кафедра военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии. Общество продолжает оставаться платформой для обмена практическим опытом и результатами исследований.

За последние 20 лет ассоциация отметила 110-летие кафедры военной травматологии и ортопедии, 90-летие кафедры академии И.И. Мечникова, а также 150-летие со дня рождения Г.И. Турнера. В 2016 г. состоялась конференция, приуроченная к юбилею общества, которому исполнилось 90 лет. С докладами выступили профессора В.В. Хоминец («Первому в России Обществу ортопедов-травматологов 90 лет»), В.А. Неверов («Ленинградская школа травматологов-ортопедов»), Р.М. Тихилов («Роль профессора Р.Р. Вредена в развитии Санкт-Петербургской школы ортопедов-травматологов»), И.В. Шведовченко («Истоки протезирования, как часть триединой специальности — ортопедии, травматологии и протезирования») и С.В. Виссарионов («Исторические вехи развития и инновации в детской ортопедии»).

Основными целями деятельности ассоциации в настоящее время является формирование про-

фессиональной среды для коллегиального обсуждения научных и прикладных вопросов специальности, выступлений с докладами о результатах собственной научной и практической деятельности, а также научных инновациях в представляемых участниками учреждениях, предзащитных выступлений соискателей научных степеней, воспитания и получения опыта выступлений перед аудиторией молодыми специалистами. За последние 5–7 лет заседания общества стали тематическими, что способствует более глубокому пониманию молодыми специалистами предмета травматологии и ортопедии. В будущем планируется дополнение формата заседаний общества трансляцией в электронной образовательной среде на платформах Военно-медицинской академии и НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, а также получения участниками баллов непрерывного медицинского образования.

Новым направлением работы Ассоциации стала экспертная оценка членами сообщества и приглашенными представителями юридических организаций Санкт-Петербурга сложных клинических случаев, жалоб и судебных разбирательств для формирования обоснованной и согласованной с профессиональным сообществом позиции защиты травматологов-ортопедов. Проведение отдельных заседаний Ассоциации травматологов-ортопедов совместно с хирургическим обществом Н.И. Пирогова обеспечивает междисциплинарное взаимодействие и историческую преемственность.

Сохранение без малого вековых традиций, непрерывный поиск истины, рождаемой в дискуссии об актуальных вопросах нашей специальности, привело Ассоциацию травматологов и ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области к своему 95-летию полным сил и энергии. Своей работой оно и дальше будет способствовать совершенствованию и расцвету отечественной травматологии и ортопедии.

Таблица 1

Итоги работы научно-практической секции Ассоциации травматологов и ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Период, годы	Количество заседаний (n / всего)	Количество докладов (n / всего)	Количество демонстраций (n / всего)
1926–1951	310	422	947
1951–1976	452/762	802 / 1224	1016 / 1963
1976–2001	392/1154	656 / 1880	490 / 2453
2001–2021	137/1291	291 / 2171	157 / 2610
Всего	1291	2171	2610

Литература [References]

1. Эпштейн Г.Я., Розов В.И. Ленинградское общество хирургов-ортопедов в последние 20 лет. *Хирургия*. 1947;(11):45-54.
Epshtein G.Ya., Rozov V.I. [Leningrad Society of Orthopedic Surgeons in the last 20 years]. *Khirurgiya* [Surgery]. 1947;(11):45-54. (In Russian).
2. Крупко И.Л., Ткаченко С.С., Шуляк И.Н. Ленинградскому научному обществу травматологов-ортопедов 40 лет. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1966;(9):65-69.
Krupko I.L., Tkachenko S.S., Shulyak I.N. [The Leningrad Scientific Society of Orthopedic Traumatologists is 40 years old]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 1966;(9):65-69. (In Russian).
3. Ткаченко С.С., Грицанов А.И. Ленинградскому научному обществу травматологов и ортопедов — 50 лет. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1977;(8):85-87.
Tkachenko S.S., Gritsanov A.I. [The Leningrad Scientific Society of Traumatologists and Orthopedists is 50 years old]. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* [Orthopedics, Traumatology and Prosthetics]. 1977;(8):85-87. (In Russian).
4. Ткаченко С.С., Шаповалов В.М., Гайдуков В.М. Кафедра и Ленинградское общество травматологов-ортопедов. В кн.: Кафедра и клиника военной травматологии и ортопедии. Санкт-Петербург: Наука; 2000. Гл. 6. С. 113-121.
Tkachenko S.S., Shapovalov V.M., Gaidukov V.M. Department and Leningrad Society of Traumatologists-Orthopedists. In: Department and Clinic of Military Traumatology and Orthopedics. St. Petersburg: Science; 2000. Ch. 6. P. 113-121. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: vkhominets@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

Гладков Роман Владимирович — канд. мед. наук, преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: dr.gladkov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9152-7024>

Заявленный вклад авторов

Хоминец В.В. — разработка концепции и дизайна статьи, координация сбора и обработки материала, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Гладков Р.В. — сбор и обработка материала, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка текста.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

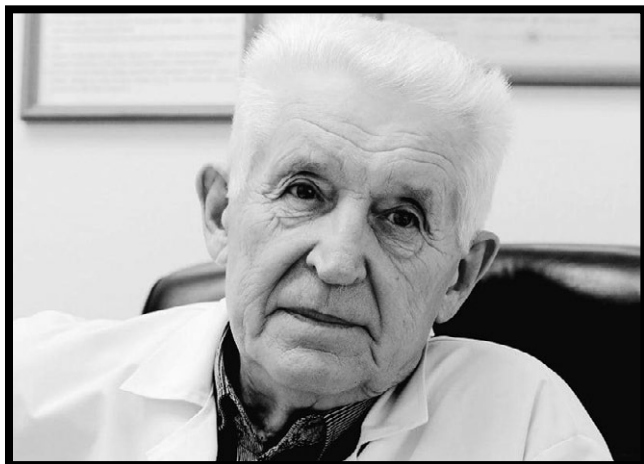
Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), Professor, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia
e-mail: vkhominets@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

Roman V. Gladkov — Cand. Sci. (Med.), Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia
e-mail: dr.gladkov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9152-7024>

НИКОЛАЙ ГАВРИЛОВИЧ ФОМИЧЕВ**1941–2021**

18 декабря 2021 г. ушел из жизни доктор медицинских наук, профессор, бывший директор Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна Николай Гаврилович Фомичев.

Н.Г. Фомичев родился 10 мая 1941 г. в Новосибирской области. После окончания средней школы продолжил обучение в Новосибирском медицинском институте. В 1967–1970 гг. обучался в аспирантуре на кафедре общей хирургии.

В 1971 г. Н.Г. Фомичев защитил кандидатскую диссертацию.

Вся его трудовая деятельность проходила в мединституте: ассистент с 1970 по 1979 г., с 1979 г. — доцент, одновременно до 1983 г. работал деканом педиатрического факультета. В связи с тем, что он был в резерве отдела внешних сношений Минздрава СССР, работал в Танзании и Эфиопии. По возвращению из заграничных командировок Н.Г. Фомичев продолжил работу в институте.

Учитывая большой клинический опыт и навыки организатора здравоохранения, в 1986 г. он был назначен на должность директора Новосибирского НИИТО. В трудные для страны 1980–1990 годы ему удалось не только сохранить институт, но и придать ему новые векторы развития, создать трудоспособный коллектив, оптимизировать его работу. Колоссальные усилия были приложены для укрепления материальной базы института.

Николай Гаврилович в своей докторской диссертации «Научное обоснование и разработка системы специализированной помощи при заболеваниях и повреждениях позвоночника» (1994) научно обосновал необходимость создания новой клинической дисциплины — вертебологии, а так-

же важность разработки системы специализированной вертебологической помощи населению России. В институте был внедрен ряд высоких технологий по хирургии позвоночника: системы «Dynesys» и CDI, транспедикулярная фиксация, эндоскопическая хирургия. Разрабатывались новые конструкции, хирургический инструментарий, имплантаты из пористого никелида титана. Было организовано научное сотрудничество с ведущими зарубежными клиниками. В 1998 г. Н.Г. Фомичеву было присвоено ученое звание профессора.

Николай Гаврилович подготовил 12 докторов наук и 17 кандидатов наук, он является автором более 200 научных трудов, включая 12 монографий, а также 16 изобретений.

Невозможно переоценить роль Н.Г. Фомичева в создании Российской ассоциации хирургов-вертебологов, объединившей ортопедов и нейрохирургов, что позволило поднять организацию вертебологической помощи на новый качественный уровень.

Благодаря инициативе и усилиям Николая Гавриловича в 2004 г. вышел в свет первый номер журнала «Хирургия позвоночника». В настоящее время это — авторитетное научно-практическое издание, которое знают и читают во всем мире.

По инициативе Н.Г. Фомичева Ученый совет принял решение о целесообразности и необходимости присвоения институту имени великого хирурга и ученого Якова Леонтьевича Цивьяна.

Николай Гаврилович был награжден нагрудным знаком «Отличник здравоохранения», орденом «Знак почета» (2002), ему присвоено звание «Заслуженный врач Российской Федерации» (1996). Он являлся членом международного общества травматологов-ортопедов SICOT и исполнительного комитета Европейской ассоциации банков тканей (ЕАТВ), членом редколлегий ряда отечественных журналов по специальности.

Николай Гаврилович Фомичев возглавлял Новосибирский НИИТО в течение 20 лет. Передавая бразды правления в руки нового директора, он остался в институте, без которого себя не мыслил, продолжал активно и плодотворно работать, показывая своим примером, чего может достичь человек, преданно и честно служащий своему делу.

Память о Николае Гавриловиче Фомичеве — светлом человеке, талантливом организаторе и руководителе — навсегда сохранится в сердцах его родных, друзей, коллег, учеников, пациентов.

Коллектив Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна

Редакция журнала присоединяется к соболезнованиям наших коллег