

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

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

# ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

**Учредитель и издатель**

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии  
имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Главный редактор Р.М. Тихилов**

**Том 26, № 1, 2020**

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» — 33020

# 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

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

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

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

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

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

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

**Кочиш 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  
(Университет Сент-Луиса, Сент-Луис, США)

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

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

**Норкин И.А.** – д-р мед. наук, профессор  
(Саратовский НИИТОН СГМУ им. В.И. Разумовского, Саратов, Россия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## НАУЧНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ СОВЕТ

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

**Дианов С.В.** – д-р мед. наук, профессор  
(Астраханский ГМУ, Астрахань, Россия)

**Дулаев А.К.** – д-р мед. наук, профессор  
(Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой  
помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия)

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

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

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

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

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

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

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

Журнал «Травматология и ортопедия России» основан в 1993 г.

Зарегистрирован Государственным комитетом по печати. Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 0110540 от 12.04.1993.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается с письменного разрешения редакции.

Ссылка на журнал «Травматология и ортопедия России» обязательна.

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

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

Технический редактор Гаврилова С.В.



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

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

# TRAUMATOLOGIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

**Founder and Publisher**

*Federal State Budget Institution*

*Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics  
of Healthcare Ministry of Russian Federation*

**Editor-in-Chief** R.M. Tikhilov

**Vol. 26, N 1, 2020**

# 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

**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

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

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

(Kazan State Medical University, Kazan, Russia)

**Aleksey G. Baidurashvili** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member  
of Russian Academy of Sciences (H. Turner National Medical Research  
Center of Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg,  
Russia)

**Svetlana A. Bozhkova** – Dr. Sci. (Med.) (Vreden National Medical  
Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg,  
Russia)

**Aleksander V. Gubin** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Priorov National  
Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow,  
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 A. Korytkin** – Cand. Sci. (Med.)  
(Tsv'yan 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 University, St. Louis,  
USA)

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

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

**Igor A. Norkin** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Saratov Research Institute  
of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Razumovsky State  
Medical University, Saratov, Russia)

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

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

**Dmitry A. Ptashnikov** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden National  
Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

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

**Leonid N. Solomin** – Dr. Sci. (Med.), Professor (Vreden National  
Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics,  
St. Petersburg, Russia)

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

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

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

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

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

## ADVISORY BOARD

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

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

**Aleksander K. Dulaev** – Dr. Sci. (Med.), Professor  
(Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute  
of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia)

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

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

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

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

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

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

by Russian State Commission for Academic Degrees and Titles.

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

and in international open publications databases Google Scholar and Directory of Open Access Journals,

in the world's largest bibliographic database WorldCat,

database of the Russian Institute for Scientific and Technical Information at Russian Academy of Science.

Information about the journal is published annually in Ulrichsweb Global Serials Directory.

Journal "Traumatology and Orthopedics of Russia" founded in 1993. Registered by Russian State Press Committee.

Media registration certificate N 0110540 dated 12.04.1993. Full and partial copying or reproduction

of journal materials permitted only upon written consent of the editorial office with a mandatory reference to the journal.

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

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

<https://journal.rniito.org>

Editors: I.V. Kolesnikova, A.S. Shen, A.V. Kuznetsova

Technical editor: S.V. Gavrilova



## СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА .....	7	<b>Ильин Д.О., Макарьева О.В., Макарьев М.Н., Логвинов А.Н., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Королёв А.В.</b> Кросс-культурная адаптация и валидация стандартизированной шкалы American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES).....	116
<b>КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>			
<b>Микайлов И.М., Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Денисов А.А., Григорьев П.В.</b> Долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с опухолевым поражением проксимального отдела бедренной кости .....	11	<b>Николаев К.Н., Ивченко Д.Р., Акимов А.В., Голубов Е.А., Дворцовой С.Н., Чевычелов С.В., Алборов Ю.Р., Кукушкина Е.А., Смольянинов В.Н.</b> Применение метода электромиостимуляции для профилактики венозных тромбозомболических осложнений у раненых и пострадавших с сочетанной травмой нижних конечностей.....	127
<b>Корыткин А.А., Герасимов С.А., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Морозова Е.А., Королёв С.Б., Эль Мудни Ю.М.</b> Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III–IV степени по Crowe.....	21	<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
<b>Мазуренко А.В., Шубняков И.И.</b> Комментарий к статье «Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III–IV степени по Crowe».....	36	<b>Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Коробейникова Д.А., Хань Хао Чжи, Садыков Р.И.</b> Влияние компонентов на основе ионов лантаноидов и кальция на плотность костной ткани при переломе бедренной кости у животных .....	138
<b>Мясоедов А.А., Торопов С.С., Березин Г.В., Карелкин В.В., Тотоев З.А., Шубняков И.И., Тихилов Р.М.</b> Факторы риска развития перипротезной инфекции после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава .....	40	<b>МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
<b>Серета А.П., Сметанин С.М.</b> Отдаленные результаты хирургического лечения 40 пациентов с разрывами большой грудной мышцы .....	48	<b>Ступина Т.А., Мигалкин Н.С., Щудло Н.А., Щудло М.М.</b> Обнаружение грибов в ладонном апоневрозе при контрактуре Дюпюитрена методом сканирующей электронной микроскопии .....	147
<b>Гончаров Е.Н., Коваль О.А., Дубров В.Э., Безуглов Э.Н., Алёхин А.А., Гончаров Н.Г.</b> Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов.....	62	<b>СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ</b>	
<b>Банцер С.А.</b> Комментарий к статье «Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов» .....	72	<b>Хоминец В.В., Шукин А.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А., Ендовицкая М.В., Захаров М.В.</b> Опыт лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне некомпенсированной ишемии (клинический случай).....	153
<b>Максимов Б.И.</b> Минимально инвазивный наkostный остеосинтез дистального метаэпифиза лучевой кости: есть ли преимущества перед стандартной техникой? .....	76	<b>Коган П.Г., Курбанов И.Ш., Ласунский С.А., Чугаев Д.В., Сорокин Е.П., Гудз А.И., Лиськов М.А., Трушников В.В.</b> Киста головки плечевой кости как следствие локального введения бетаметазона (случай из практики).....	164
<b>Писарев В.В.</b> Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости.....	85	<b>Мушкин М.А., Дулаев А.К., Цед А.Н.</b> Особенности течения спондилита у пациентов, находящихся на программном гемодиализе (клиническое наблюдение) .....	173
<b>Чугаев Д.В.</b> Комментарий к статье «Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости» .....	94	<b>ОБЗОРЫ</b>	
<b>Доколин С.Ю., Кузьмина В.И., Марченко И.В.</b> Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты.....	98	<b>Стогов М.В., Смоленцев Д.В., Киреева Е.А.</b> Костные ксеноматериалы в травматологии и ортопедии (аналитический обзор литературы) .....	181
<b>Гладков Р.В.</b> Комментарий к статье «Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты».....	113	<b>Абусева Г.Р., Ковлен Д.В., Пономаренко Г.Н., Хозяинова С.С., Адхамов Б.М., Иващев В.В., Ищук В.Н., Карпова Т.Н., Кондрина Е.Ф., Коноплянкин И.В., Подберезкина Л.А., Пронин В.Д., Толмачев С.В.</b> Физические методы реабилитации пациентов с остеоартрозом: наукометрический анализ доказательных исследований .....	190
		<b>ЮБИЛЕИ</b>	
		<b>Ильдар Фуатович Ахтямов</b> К 60-летию со дня рождения.....	201
		<b>Сердобинцев Михаил Сергеевич</b> К 65-летию со дня рождения.....	203

## CONTENTS

EDITORIAL.....	7	<b>Nikolaev K.N., Ivchenko D.R., Akimov A.V., Golubov E.A., Dvortsev S.N., Chevychelov S.V., Alborov Yu.R., Kukushkina E.A., Smol'yaninov V.N.</b> Electric Muscle Stimulation for Prevention of Venous Thromboembolism in Patients with Multiple Lower Extremity Trauma.....	127
CLINICAL STUDIES		THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES	
<b>Mikhailov I.M., Tikhilov R.M., Ptashnikov D.A., Denisov A.A., Grigoriev P.V.</b> The Long-Term Results of Hip Arthroplasty in Patients with Proximal Femur Tumors.....	11	<b>Akhtyamov I.F., Shakirova F.V., Korobeynikova D.A., Han Hao Zhi, Sadykov R.I.</b> Effect of Preparations Based on Lanthanide Ions and Calcium on the Bone Density in Rats with a Femur Fracture .....	138
<b>Korytkin A.A., Gerasimov S.A., Novikova Ya.S., Kovaldov K.A., Morozova E.A., Korolev S.B., El moudni Yo.M.</b> Comparative Assessment of Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Paavilainen's Proximal Osteotomy in Total Hip Arthroplasty for Crowe III-IV Dysplasia.....	21	RESEARCH METHODS	
<b>Mazurenko A.V., Shubnyakov I.I.</b> <i>Comment to the Article "Comparative Assessment of Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Paavilainen's Proximal Osteotomy in Total Hip Arthroplasty for Crowe III-IV Dysplasia"</i> .....	36	<b>Stupina T.A., Migalkin N.S., Shchudlo N.A., Shchudlo M.M.</b> Detection of Fungi in the Palmar Aponeurosis in Patients with Dupuytren's Contracture by Scanning Electron Microscopy .....	147
<b>Myasoedov A.A., Toropov S.S., Berezin G.V., Karelkin V.V., Totoev Z.A., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M.</b> Risk Factors for Prosthetic Joint Infection after Primary Hip Arthroplasty .....	40	CASE REPORTS	
<b>Sereda A.P., Smetanin S.M.</b> Surgical Treatment of 40 Patients with <i>Pectoralis Major</i> Ruptures: Long-Term Outcomes.....	48	<b>Khominets V.V., Shchukin A.V., Mikhailov S.V., Shakun D.A., Endovitskaya M.V., Zakharov M.V.</b> Treatment of the Low Extremity Severe Mechanical Injury with Uncompensated Ischemia (Case Report) .....	153
<b>Goncharov E.N., Koval O.A., Dubrov V.E., Bezuglov E.N., Alekhin A.A., Goncharov N.G.</b> Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes .....	62	<b>Kogan P.G., Kurbanov I.Sh., Lasunsky S.A., Chugaev D.V., Sorokin E.P., Gudz A.I., Lis'kov M.A., Trushnikov V.V.</b> Bone Cyst of Proximal Humerus after Local Betamethasone Injection (Case Report).....	164
<b>Bantser S.A.</b> <i>Comment to the Article "Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes"</i> .....	72	<b>Mushkin M.A., Dulaev A.K., sed A.N.</b> Peculiarities of Spondylitis in the Patients Undergoing Program Hemodialysis (Case Report) .....	173
<b>Maximov B.I.</b> Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Radius Fractures: Are There Any Advantages Against Conventional Technique? .....	76	REVIEWS	
<b>Pisarev V.V.</b> Pain in Anterior Knee after Locked Nailing of Diaphyseal Tibia Fractures.....	85	<b>Stogov M.V., Smolentsev D.V., Kireeva E.A.</b> Bone Xenografts in Trauma and Orthopaedics (Analytical Review).....	181
<b>Chugaev D.V.</b> <i>Comment to the Article "Pain in Anterior Knee after Locked Nailing of Diaphyseal Tibia Fractures"</i> .....	94	<b>Abuseva G.R., Kovlen D.V., Ponomarenko G.N., Khozyainova S.S., Adhamov B.M., Ivashchev V.V., Ishchuk V.N., Karpova T.N., Kondrina E.F., Konoplyankin I.V., Podberezkina L.A., Pronin V.D., Tolmachev S.V.</b> Physical Methods of Rehabilitation for Patients with Osteoarthritis: A Scientometric Analysis of Evidence-Based Studies.....	190
<b>Dokolin S.Yu., Kuz'mina V.I., Marchenko I.V.</b> The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear .....	98	JUBILEES	
<b>Gladkov R.V.</b> <i>Comment to the Article "The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear"</i> .....	113	<b>Ildar F. Akhtyamov</b> 60 <sup>th</sup> Anniversary of the Birth .....	201
<b>Il'in D.O., Makarieva O.V., Makariev M.N., Logvinov A.N., Magnitskaya N.E., Ryazantsev M.S., Burtsev M.E., Zaripov A.R., Frolov A.V., Korolev A.V.</b> American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Assessment Form: Russian Cross-Cultural Adaptation and Validation .....	116	<b>Mikhail S. Serdobintsev</b> 65 <sup>th</sup> Anniversary of the Birth .....	203

### **Уважаемые читатели и авторы!**

Мы благодарны всем Вам за участие в нашем журнале. Авторам – за ваши работы, читателям – за чтение, причем на самом деле сложно сказать, что из этого важнее и что больше мотивирует всех нас. Анализируя статьи, опубликованные в нашем журнале в прошлом году, обращает на себя внимание порой различный подход авторов к методологии, оценке полученных результатов, размеру выборок, выбывания и др. Оценка результатов исследования всегда базируется на трех вопросах:

- 1) кого оцениваем?
- 2) что и как оцениваем?
- 3) как долго оцениваем?

Сейчас 2020 г., эра big-data и искусственного интеллекта, но эти «банальные» вопросы по-прежнему актуальны. С другой стороны, мы не уникальны. В зарубежных высокорейтинговых журналах в 2000-х и первой половине 2010-х гг. была опубликована целая серия редакционных статей, в которых рассматривались типичные дефекты поступающих и публикуемых работ. Нам тоже придется пройти этот путь, хотя и с 10-летним опозданием.

**Кого оцениваем?** К этому вопросу можно отнести внутреннюю валидность (критерии включения и исключения), размер выборки и количество выбывших из исследования. На последнем остановимся подробнее. Пациенты выбывают из исследований почти всегда. О некорректном выбывании, снижающем ценность исследования, можно говорить в двух случаях: когда процент выбывших из сравниваемых групп весьма различается, либо когда выбывают пациенты, отличающиеся от тех, которые остаются. Среди выбывших пациентов могут быть не только те, которые асимптомны, полностью удовлетворены и просто не хотят вспоминать и возвращаться, но и, наоборот, абсолютно разочарованные. И мы никогда не знаем, каких пациентов в группе выбывших на самом деле больше.

Какой процент выбывших можно расценить как приемлемый? На этот вопрос нет четкого ответа [1]. Но чаще пользуются правилом, что выбывание <5% приводит к малой предвзятости, а выбывание >20% означает серьезную угрозу валидности [2].

В любом случае нужно понимать, что даже небольшой процент выбывания может серьезно

ограничивать исследование [3], а иногда и выбывание <20% может быть критичным. Есть методологическое правило подозревать в каждом выбывшем случае наихудший сценарий [2].

Говоря о количестве пациентов, включаемых в исследование, в наших работах в подавляющем большинстве случаев прослеживается пассивный подход: включают столько пациентов, сколько было на момент решения авторов подвести черту и начать анализ. В результате по некоторым сравниваемым параметрам получаются достоверные различия, а по другим – недостоверные. Но на самом деле ли они недостоверны (ошибка второго рода,  $\beta$ -ошибка), или при увеличении числа пациентов достоверность все-таки появится? Избежать этого позволяют элементарные онлайн-калькуляторы размера выборок (Sample Size Calculator). Но в поступающих в журнал работах авторы редко задаются вопросом: достаточно ли пациентов они включили в свое исследование и не публикуют ли его слишком рано?

**Что и как оцениваем?** К этому вопросу можно отнести проблему определения конечных точек, валидности используемых шкал и др.

Конечной точкой называют такой результат, при достижении которого участники, как правило, исключаются из дальнейшего исследования. «Суррогатная» конечная точка – это критерий, который сам по сути не является желаемым результатом лечения. «Суррогатной» конечной точкой может быть нормализация какого-то лабораторного показателя крови, который на самом деле может не иметь особого значения для пациентов, хоть и быть доказанным фактором риска чего-то.

Важно не ошибиться с выбором конечных точек. К примеру, авторы решили изучить результаты лечения диафизарных переломов и выбрали классические конечные точки – частоту сращений/несращений и амплитуду движений в смежных суставах, а результаты оценивали в течение полугода или года после операции. Такой подход нам был бы понятен 40–70 лет назад, но верно ли определили авторы конечную точку в своем исследовании? Что нам дает эта работа в 2020 г.? У диафизарных переломов, помимо этих конечных точек, есть еще одна важная конечная точка –

артроз смежных суставов. Конечно, для ее оценки нужно намного более длительное наблюдение, но что мешает включить в работу еще и «суррогатный» критерий отклонения механических осей? Каковы границы допустимых смещений? Конечно же, чем больше смещение, тем хуже, но нельзя сказать, что нам все известно в этом вопросе. Если бы в такую работу был включен «суррогатный» критерий отклонения осей, остаточного смещения, и было бы дано публичное обязательство на страницах журнала проследить реальное развитие артроза через 5–7 лет, да даже через 2–3 года, то такая работа была бы гораздо ценнее, а сами трудозатраты авторов на такую серию работ навряд ли были велики.

Приведем еще один пример проблемы выбора конечной точки. Оценивая эффективность пероральных антикоагулянтов в качестве конечной точки, логично выбрать тромбоз эмболическое событие, и уже почти 15 лет так и происходит. Но еще в конце 2010-х гг. некоторые ортопеды отметили рост инфекционных осложнений после эндопротезирования на фоне пероральных антикоагулянтов, но достоверность роста частоты инфекций после эндопротезирования не была доказана ввиду одноцентрового характера исследований и небольшой частоты инфекций в целом. Понятно, что решить эту проблему можно было бы только в рамках очень крупного многоцентрового исследования, которое было начато только в 2016 г., спустя 10 лет после начала эры пероральных антикоагулянтов, и будет закончено в 2021 г. (PEPPER Trial, 25 тысяч пациентов [4]).

Проблема выбора конечных точек на самом деле не так проста, не нова, по-прежнему актуальна, и в ее признании нет ничего постыдного. Мы не уникальны в проблеме выбора конечных точек и проходим тот же путь, что и зарубежные коллеги: в официальном заявлении с изложением позиции 2012 г. AAOS отмечает: «...система оценки результатов и качества лечения должна развиваться и применяться шире. Текущее поколение критериев оценки больше оценивает сам процесс лечения или административные вещи... не доказана их корреляция с улучшением функциональных исходов, которые и интересуют пациентов в первую очередь» [5]. Например, почти все регистры эндопротезирования являются имплантат-ориентированными, а не пациенто-ориентированными, не позволяют оценить функциональный результат, и эта парадигма должна меняться [6]. Конечно же, это не может произойти быстро.

Скажем банальное – для оценки функциональных результатов используются шкалы. Некоторые больницы используют оценку по шкалам у всех пациентов, вне зависимости от того, включаются они в какое-либо исследование или нет. Такой подход

порой вызывает раздражение у практических врачей, например, американские ортопеды отмечают, что это «сложно, громоздко, долго и дорого» [7]. Да, это направление буксует и у нас, но цифровизация истории болезни когда-нибудь все равно будет «дружелюбной», и этот вопрос рутинной шкальной оценки решится.

Здесь важно уделить внимание тому, какую же шкалу (шкалы) мы будем использовать. Весьма отраднo все чаще видеть на страницах нашего журнала работы, посвященные кросс-культурной адаптации шкал. Работы по кросс-культурной адаптации шкал, несомненно, важны, но не всегда понятно, почему авторы выбрали именно эту шкалу. Хотелось бы прийти в отечественном ортопедическом сообществе к единому пониманию, какие именно шкалы стоит использовать. Так или иначе, мы приходим к единому цифровому контуру медицинской документации, и для «совместимости» оцениваемых в будущем данных эту работу по унификации шкал нужно всячески поддерживать и продолжать.

**Как долго оцениваем?** Выше этот вопрос уже затрагивался, когда мы говорили об оценке результатов лечения после диафизарных переломов. Совершенно нельзя принять, когда авторами выбирается недопустимо короткий срок наблюдения при том, что в других работах по аналогичной проблеме уже указывалось на важность отдаленных последствий.

С другой стороны, отсутствие других работ по изучению долгосрочных результатов не означает, что изучаемый вопрос имеет только краткосрочную актуальность. Например, после первой цементной вертебропластики, выполненной P. Galibert с коллегами во Франции в 1987 г. [8], возник энтузиазм, показания к вертебропластике были значительно расширены, и в течение долгих лет авторами публиковались впечатляющие положительные результаты со сроком наблюдения 1–2 года. Однако более отдаленные результаты выявили серьезные негативные последствия этой технологии и значительно уменьшили область ее применения.

Очень важным является вопрос преемственности в оценке результатов лечения ортопедической патологии. Формально в нашей стране «детская» и «взрослая» ортопедия являются одной специальностью, фактически только в ряде учреждений они существуют вместе, а большинству – живут отдельной жизнью. Отдаленные результаты лечения детей с ортопедической патологией в лучшем случае ограничиваются 18 годами, что абсолютно недостаточно для понимания эффективности используемых методов лечения при достаточно большой группе заболеваний. В этом может помочь неминуемая цифровизация медицинской документации, и через годы или десятилетия мы наконец-то



сможем получать доступ к детским рентгеновским снимкам взрослого пациента всегда, а не только в тех случаях, когда у ребенка есть грубая ортопедическая проблема и вся история снимков тщательно хранится родителями. Например, можно вспомнить о проблеме недиагностированных малых форм эпифизолиза головки бедренной кости и о его возможном влиянии на развитие САМ-импинджмента через десятилетия.

Важно, чтобы исследователи всегда четко понимали, насколько изучаемые ими вопросы соотносятся с продолжительностью их наблюдения, и в этом вопросе полезнее излишняя критичность, которая будет опровергнута временем, чем преждевременная уверенность.

**Как интерпретировать результаты?** В этом вопросе мы хотим уделить внимание статистической и клинической значимости, которые, к сожалению, не всегда понимаются авторами.

Если получена статистическая значимость, то перед выводом нужно задать себе вопрос: оценивалась истинная конечная точка, или достоверные различия были получены по суррогатному критерию? Например, авторы изучали частоту вывихов после эндопротезирования различными доступами и обнаружили, что при одном из доступов антеверсия чашки статистически значимо отличается от антеверсии при другом доступе. В данном случае конечная точка – именно вывих, а не антеверсия, хотя она (точнее ее отсутствие) считается достоверным фактором риска вывиха. Вывод о том, что в группе с таким-то доступом повышается риск вывиха, будет ложным. Или другой пример – асимптомные малые тромбозы вен голени после операции, погоня за которыми на самом деле не так и важна для пациента, а попытки исправить их ведут к росту тех же геморрагических осложнений. К сожалению, эта банальная ошибка выводов на основе «суррогатного» критерия в той или иной альтерации встречается нередко.

Еще один важный момент – а важны ли конкретному пациенту достоверные преимущества, полученные в результате исследования? Здесь вспоминается крупное исследование с несколькими тысячами пациентов, у которых изучалось использование пробиотиков для коррекции гастроинтестинальных симптомов при антибиотикотерапии. В результате оказалось, что длительность симптомов в группе пробиотиков статистически значимо меньше на 0,4 суток. Насколько важно это пациенту на самом деле? Авторы того исследования считали, что важно.

Закономерен вопрос: что следует из приведенных примеров, и каковы будут пожелания для дальнейшей работы. Следует заметить, что эра локального изучения нескольких историй болезней в архиве уверенно уходит в прошлое и остается актуальной только для очень узких вопросов. Решение – за регистрами и цифровизацией, которые позволят более достоверно оценить результаты лечения и выявить их слабые стороны. В то же время на пути «регистравости» и цифровизации нам нужно решать проблему оценки функциональных результатов и важных для пациента результатов вообще. Формулируя выводы, каждый исследователь должен задать себе вопрос – насколько клинически значимы полученные результаты, действительно ли этот эффект стоил затрат, и не строится ли клинический вывод на основе «суррогатной конечной точки». Помимо этого, авторы должны отдавать себе отчет, что полученные результаты – это результаты сегодняшнего дня, и они могут измениться. При планировании исследования всегда нужно задаваться вопросом: достаточны ли сроки наблюдения для конкретного изучаемого параметра? С другой стороны, не нужно бояться изложить результаты как предварительные с обязательством изучить и более отдаленные исходы.

## Литература

1. Sacket D.L., Richardson W.S., Rosenberg W. Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach EBM. New York: Churchill Livingstone; 2000. 261 p.
2. Dettori J.R. Loss to follow-up. *Evid Based Spine Care J.* 2011 Feb; 2(1): 7–10. doi: 10.1055/s-0030-1267080.
3. Bhandari M., Guyatt G.H., Swiontkowski M.F. User's guide to the orthopaedic literature: how to use an article about a surgical therapy. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(6):916–926. doi: 10.2106/00004623-200106000-00015.
4. Comparative Effectiveness of Pulmonary Embolism Prevention After Hip and Knee Replacement (PEPPER). <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02810704>
5. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Position statement. Public reporting of provider performance. <https://www.aaos.org/globalassets/about/position-statements/1183-public-reporting-of-provider-performance.pdf>.
6. Franklin P.D., Allison J.J., Ayers D.C. Beyond joint implant registries: a patient-centered research consortium for comparative effectiveness in total joint replacement. *JAMA.* 2012;308:1217-1218. doi: 10.1001/jama.2012.12568.
7. Ayers D.C., Bozic K.J. The Importance of Outcome Measurement in Orthopaedics. *Clin Orthop Relat Res.* 2013; 471(11):3409-3411. doi: 10.1007/s11999-013-3224-z.
8. Galibert P., Deramond H., Rosat P., Le Gars D. [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neurochirurgie.* 1987;33(2):166-168. (In French).

член редколлегии д-р мед. наук А.П. Середя

главный редактор профессор Р.М. Тихилов

заместитель главного редактора д-р мед. наук И.И. Шубняков



## Долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с опухолевым поражением проксимального отдела бедренной кости

И.М. Микайлов<sup>1</sup>, Р.М. Тихилов<sup>1,2</sup>, Д.А. Пташников<sup>1,2</sup>, А.А. Денисов<sup>1</sup>, П.В. Григорьев<sup>1</sup>

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

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

### Реферат

**Актуальность.** Развитие современных принципов комбинированного лечения опухолевого поражения позволило значительно улучшить выживаемость пациентов, для которых теперь органосохраняющая хирургическая тактика является основной. С целью восстановления опороспособности нижней конечности и функции тазобедренного сустава наиболее широко применяется эндопротезирование тазобедренного сустава. **Цель исследования** — оценить долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с обширными дефектами проксимального отдела бедренной кости при опухолевом и опухолеподобных поражениях. **Материал и методы.** Выполнен сбор и обобщение данных о 126 пациентах, прооперированных по поводу опухолевого поражения проксимального отдела бедренной кости в 2000–2013 гг. Средний возраст составил 53,8 лет (26–74); пациентов женского пола было 94 (74,6%), мужского — 32 (25,4%). Первичные злокачественные опухоли кости — 16 (12,7%); доброкачественные агрессивные — 10 (7,9%); метастатическое поражение — 92 (73%); опухолеподобные заболевания — 8 (6,4%). Средний период наблюдения за пациентами после проведенного оперативного лечения составил 72,6 мес. Классификация и анализ осложнений производились согласно критериям International Society of Limb Salvage (ISOLS 2014). Для проведения оценки функционального результата пациенты были разделены на 4 группы с учетом того, использовался вертлужный компонент либо биполярная головка, и способа фиксации мягких тканей к бедренному компоненту эндопротеза. Функциональный результат оценивался с помощью международной системы Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) в сроки 3, 6 и 12 мес. **Результаты.** Общее число осложнений, выявленных за период наблюдения с 2000 по 2018 г., составило 26 (20,6%). Онкологические осложнения, представленные локальным рецидивом, были выявлены в среднем через 11,5 мес. Общее количество локальных рецидивов — 6 (4,7%), что в структуре всех осложнений составило 23%. Самым частым осложнением стали вывихи эндопротеза — 13 (10,3%) наблюдений, что в структуре всех осложнений составило 50%. За весь период наблюдений выявлен только один пациент с асептической нестабильностью бедренного компонента. В группе пациентов с осложнениями, связанными с разрушением металлоконструкции, было выявлено 4 (3,1%) пациента. У всех был выявлен перелом ножки, средний срок наступления этого типа осложнений составил 122,5 мес. Перипротезная инфекция наблюдалась у двоих (1,6%) пациентов (7,2% от всех осложнений); срок развития осложнений составил 14 и 31 день соответственно. Пациенту с инфекционными осложнениями, наступившими на более поздних сроках, было выполнено двухэтапное ревизионное вмешательство. Функциональный результат по шкале MSTS: 3 мес. — 74,8%, 6 мес. — 79%, 12 мес. — 81,8%. В исследуемой нами группе пациентов 5-, 10-, и 15-летняя выживаемость для агрессивных доброкачественных опухолей и опухолеподобных заболеваний составила 95%, 84%, 62%; для злокачественных первичных опухолей — 88%, 65%, 24%; для вторичного поражения кости — 55%, 43%, 12% соответственно. **Заключение.** Применение биполярной головки позволило снизить вероятность вывиха эндопротеза, а фиксация сохраняемых элементов мышечного аппарата при помощи полимерной сетки позволила уже в раннем послеоперационном периоде получить лучший функциональный результат.

**Ключевые слова:** эндопротезирование тазобедренного сустава, опухоли костей, вывих эндопротеза, функциональный результат онкологического эндопротезирования, полимерные сетки.

Микайлов И.М., Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Денисов А.А., Григорьев П.В. Долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с опухолевым поражением проксимального отдела бедренной кости. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):11-20. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-11-20.

**Cite as:** Mikailov I.M., Tikhilov R.M., Ptashnikov D.A., Denisov A.A., Grigoriev P.V. [The Long-Term Results of Hip Arthroplasty in Patients with Proximal Femur Tumors]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):11-20. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-11-20. (In Russian).

✉ Микайлов Илкин Мугадасович / Ilkin M. Mikailov; e-mail: mim17@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 10.01.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 25.02.2020.

## The Long-Term Results of Hip Arthroplasty in Patients with Proximal Femur Tumors

I.M. Mikailov<sup>1</sup>, R.M. Tikhilov<sup>1,2</sup>, D.A. Ptashnikov<sup>1,2</sup>, A.A. Denisov<sup>1</sup>, P.V. Grigoriev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** The development of the modern principles of combined tumor treatment has significantly improved the survival of the patients. For these patients, the organ-preserving surgery becomes now the mainstream tactics. For the restoration of the lower limb support ability and the hip function, the hip arthroplasty is now the most used type of surgery. Purpose of the study. The purpose of this work was to evaluate the long-term results of hip arthroplasty in the patients with extensive proximal femur defects caused by tumors and tumor-like lesions. **Materials and Methods.** The data on 126 patients with proximal femur tumors, undergone the surgical treatment in 2000–2013, were collected and summarized. The average age of the patients was 53.8 years (26–74), 94 women (74.6%), and 32 men (25.4%). There were 16 primary malignant bone tumors (12.7%), 10 benign aggressive (7.9%); 92 metastatic (73%), and 8 tumor-like lesions (6.4%). The average follow-up after the surgery was 72.6 months. The complications classification and analysis were performed according to the criteria of the International Society of Limb Salvage 2014 (ISOLS 2014). For the assessment of the functional result, patients were divided into 4 groups. In this context, the following indicators were taken into account: whether the acetabular component or the bipolar head were used, and the method of the soft tissues fixation to the femoral component of the endoprosthesis. Functional outcome was evaluated using the international Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) scoring system at 3, 6, and 12 months. **Results.** The total number of complications, identified during the observation period from 2000 to 2018, was 26 (20.6%). The oncological complications, represented by local recurrence, were detected on average after 11.5 months. The total number of local recurrences is 6 (4.7%) which amounted to 23% in the structure of all complications. Dislocations of the endoprosthesis became the most frequent complication — 13 (10.3%) observations, 50% in the structure of all complications. Only one patient with aseptic instability of the femoral component was identified over the entire follow-up period. There were 4 (3.1%) patients with complications due to the destruction of metal constructions. All of them had an endoprosthesis stem fracture. The average period of onset of these complications was 122.5 months. Prosthetic joint infection was observed in 2 (1.6%) patients (7.2% of all complications), on the 14th and 31st days. The patient with the latter onset of infection underwent a two-staged revision arthroplasty. Functional result by the MSTS scale: 3 months — 74.8%, 6 months — 79%, 12 months — 81.8%. In the patients under investigation, 5-, 10-, and 15-year survival for aggressive benign tumors and tumor-like lesions was 95%, 84%, 62%; for malignant primary tumors — 88%, 65%, 24%; for secondary bone lesions — 55%, 43%, 12%, respectively. **Conclusion.** The use of a bipolar head made it possible to reduce the likelihood of an endoprosthesis dislocation. The fixation of the preserved muscle elements with a polymer mesh made it possible to obtain the best functional result already in the early postoperative period.

**Keywords:** hip arthroplasty, bone tumors, endoprosthesis dislocation, functional result of the oncological arthroplasty, polymer meshes.

### Введение

Первичные опухолевые поражения проксимального отдела бедренной кости занимают третье место среди всей патологии опорно-двигательного аппарата, связанной со злокачественными опухолями костей скелета. Вторичные метастатические поражения межвертельной области бедра по частоте встречаемости идут сразу после поражения позвоночного столба. Эта патология в подавляющем большинстве случаев сопровождается патологическими переломами, что практически полностью обездвиживает пациента, приковывает его к постели и, как следствие, существенно влияет на соматическое состояние. Отсутствие опороспособности нижней конечности не дает этой категории больных самостоятельно себя обслуживать,

а также получать полноценное комплексное лечение основного онкологического заболевания [1, 2].

С учетом развития современных принципов комбинированного лечения опухолевого поражения, позволивших значительно улучшить выживаемость пациентов, на сегодняшний день органосохраняющая хирургическая тактика является основной. С целью восстановления опороспособности нижней конечности и функции тазобедренного сустава при обширном опухолевом поражении бедренной кости наиболее широко применяется эндопротезирование тазобедренного сустава [1, 3, 4].

Эндопротезирование достаточно долго применяется в клинической практике многих стран мира. Хорошо изучены положительные сторо-

ны эндопротезирования, такие как ранняя активизация пациента, восстановление функции и опороспособности конечности, возможность радикального удаления опухоли. В то же время с ростом количества операций эндопротезирования хирурги все чаще сталкиваются с типичными осложнениями: ранний вывих эндопротеза; повышенный риск гнойно-воспалительных осложнений со стороны операционной раны (относительно стандартного эндопротезирования), асептическая нестабильность компонентов [5, 6].

На сегодняшний день для хирурга, занимающегося онкоортопедией, при удалении злокачественных опухолевых образований, поражающих проксимальный отдел бедренной кости, главными задачами являются радикальное удаление опухоли, оптимальное замещение костного дефекта, правильная пространственная ориентация компонентов эндопротеза, восстановление точек прикрепления оставшихся мышц посредством эффективной фиксации их к бедренному компоненту эндопротеза [1, 6, 7, 8]. Остается актуальным вопрос выбора имплантата, оптимального с точки зрения низкого риска развития осложнений и наилучшего функционального результата [1, 2, 5].

**Цель исследования** — оценить долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с обширными дефектами проксимального отдела бедренной кости при опухолевых и опухолеподобных поражениях.

### Материал и методы

В ретроспективное исследование были включены 126 пациентов, прооперированных в отделении костной онкологии РНИИТО им. Р.Р. Вредена по поводу опухолевого поражения проксимального отдела бедренной кости в 2000–2013 гг. Проанализированы данные медицинских карт, анкет и опросников.

Критериями включения были:

- наличие обширного литического дефекта проксимального отдела бедренной кости не менее 70 мм от центра ротации;
- удаление опухолевого очага «широким краем»;
- первичные злокачественные, агрессивные доброкачественные, опухолеподобные и метастатические поражения бедренной кости;
- первичное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Средний возраст пациентов составил 53,8 лет (26–74); женщин было 94 (74,6%), мужчин — 32 (25,4%). Величина резекции — 70–230 мм (в среднем 93 мм). Патологический перелом был выявлен у 106 (84%) пациентов.

В зависимости от характера патологического процесса пациенты распределились следующим образом: первичные злокачественные опухоли кости — 16 (12,7%); доброкачественные агрессивные — 10 (7,9%); метастатическое поражение — 92 (73%); опухолеподобные заболевания — 8 (6,4%).

### Распределение пациентов по нозологии

<i>Первичные злокачественные опухоли</i>	
<i>кости</i>	16 (12,7%)
Хондросаркома	14
Остеосаркома	2
<i>Метастатическое поражение (первичный очаг)</i>	
Молочная железа	58
Почка	18
Простата	1
Легкое	2
Лимфома	3
Миелома	2
Кишечник	3
Другие	5
<i>Доброкачественные опухоли</i>	
ГКО	10 (7,9%)
Хондробластома	8
Фиброзная гистиоцитома	1
<i>Опухолоподобные заболевания</i>	
Аневризальная костная киста	3
Фиброзная дисплазия	4
Болезнь Педжета	1
<b>Всего</b>	<b>126</b>

Пациенты были прооперированы с использованием модульных конструкций (Biomet OSS) в 18 (14,3%) случаях и немодульных ревизионных ортопедических бедренных компонентов (Wagner Revision Zimmer, «Феникс») — в 108 (85,7%). Цементная фиксация бедренного компонента использовалась у 69 (64,8%) пациентов, бесцементная — у 57 (45,2%). Погружение ножки в канал бедренной кости составило не менее 10 см.

Стандартный вертлужный компонент бесцементной фиксации был установлен 63 (50%) пациентам, биполярная головка использовалась в 63 (50%) случаях. Во всех случаях, где применялся вертлужный компонент, использовалась фиксация press-fit, при необходимости с дополнительной фиксацией винтами. Имплантацию вертлужного компонента осуществляли по стандартной технологии.

Полимерная сетка для восстановления точек прикрепления сохраненных мышц применялась у 42 (33,3%) пациентов, у остальных 84 (66,7%) фиксация мягких тканей производилась непосредственно к протезу.

Динамическое наблюдение включало рентгенологический контроль и оценку функционального результата каждые 3, 6, 12 мес. и далее один раз в год. Средний период наблюдения за пациентами после проведенного оперативного лечения составил 72,6 мес. (от 3 до 132,5 мес.).

Классификация и анализ осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава производилась согласно международной системе International Society of Limb Salvage 2014 (ISOLS 2014) [9].

Для оценки функционального результата пациенты были разделены на 4 группы:

группа 1 — пациенты, прооперированные с применением биполярного вертлужного компонента, фиксация мышц у которых проводилась непосредственно к эндопротезу — 40 человек;

группа 2 — больные, прооперированные с применением биполярного вертлужного компонента, фиксация мышц у которых проводилась к полимерному чулку — 23 человека;

группа 3 — больные, прооперированные с применением стандартного вертлужного компонента, фиксация мышц у которых проводилась непосредственно к эндопротезу — 44 человека;

группа 4 — больные, прооперированные с применением стандартного вертлужного компонента, фиксация мышц у которых проводилась к полимерному чулку — 19 человек.

Функциональный результат оценивался с помощью международной системы Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) [10] в сроки 3, 6 и 12 мес. В ней учитываются 6 параметров: боль, функция конечности, использование дополнительных средств опоры, способность ходить, походка и эмоциональное восприятие результата лечения. Каждый параметр оценивается по 5-балльной шкале, после чего по сумме набранных баллов вычисляется процент от максимально возможного количества баллов — 30.

### Статистический анализ

Статистическая обработка материала проводилась с использованием операционной системы Mac OS X, программного обеспечения Microsoft Excel, StatPlus (AnalystSoft). Для описательной статистики данные представлены в процентном соотношении среднего значения и доверительными интервалами, а также минимальным и максимальным значением. Для межгруппового сравнения использовались критерий Фишера, односторонний дисперсионный анализ Краскела–Уоллиса. Для оценки выживаемости использовался метод множительных оценок Каплана–Майера. Статистическая значимость установлена на уровне  $p < 0,05$ .

### Результаты

**Осложнения.** Общее число случаев осложнений, выявленных за период наблюдения с 2000 по 2018 г., составило 26 (20,6%). Структура осложнений после протезирования тазобедренного сустава в соответствии с классификацией ISOLS (2014) представлена в таблице 1. Согласно данной классификации, осложнения делятся на две основные группы: механические (связанные с металлоконструкцией) и немеханические.

Онкологические осложнения (тип V) были выявлены в среднем через 11,5 мес. Общее количество выявленных онкологических осложнений — 6 (4,7%), что в структуре всех осложнений составило 23%. Во всех случаях рецидивов это были злокачественные опухоли, из них 3 хондросаркомы (G2 или G3) и 3 вторичных поражения кости. У данных пациентов оперативное вмешательство было выполнено на фоне патологического перелома проксимального отдела бедренной кости с распространением мягкотканного компонента опухоли за пределы кости. Всем 6 пациентам было проведено ревизионное хирургическое вмешательство.

Таблица 1

**Структура осложнений после протезирования тазобедренного сустава в соответствии с классификацией ISOLS (2014)**

Механические осложнения			Немеханические осложнения		Всего
Осложнения, связанные с мягкими тканями (тип I)	Асептическая нестабильность (тип II)	Разрушение конструкции эндопротеза, перелом кости (тип III)	Инфекция (тип IV)	Локальный рецидив опухоли (тип V)	
13 (10,3%*; 50%**) подтип А — 13 подтип В — 0	1 (0,8%*; 3,8%**) подтип А — 0 подтип В — 1	4 (3,1%*; 15,3%**) подтип А — 4 подтип В — 0	2 (1,6%*; 7,1%**) подтип А — 2 подтип В — 0	6 (4,7%*; 23%**) подтип А — 1 подтип В — 5	26 (20,6%*)

\* — от всех случаев (126); \*\* — от общего количества осложнений (26).

У одного из пациентов с хондросаркомой повторный локальный рецидив возник через 6 мес. после ревизионной операции, что привело к ампутации конечности, и на фоне дальнейшего распространения опухолевого процесса пациент умер через 5 мес.

В исследуемой нами группе пациентов 5-, 10-, и 15-летняя выживаемость при агрессивных доброкачественных опухолях и опухолеподобных заболеваниях составила 95%, 84%, 62% соответственно; при злокачественных первичных опухолях — 88%, 65%, 24%; при вторичных поражениях кости — 55%, 43%, 12% (рис.).

Осложнения типа I и типа IV были выявлены на ранних сроках, от одной до 4 нед. после проведенного хирургического вмешательства, в то время

как тип II и тип III развивались на сроках от 65 до 165 мес.

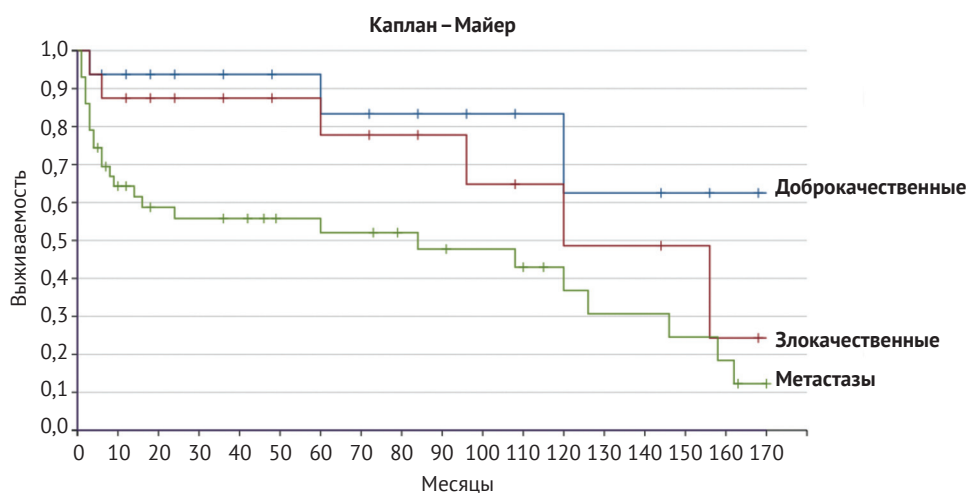
Нами были приняты во внимание особенности установленных имплантатов и использование дополнительных средств фиксации мягких тканей в качестве факторов, влияющих на наступление тех или иных типов осложнений (табл. 2).

В нашем исследовании группа осложнений типа I была представлена исключительно вывихом эндопротеза (тип IA), который произошел у 13 пациентов, что составило 10,3%, а в общей структуре осложнений — 50%. Данное осложнение возникло в 1-й мес. после операции. Закрытое вправление выполнено у 8 (61,5%) пациентов, в 5 (38,5%) случаях производилось ревизионное оперативное вмешательство.

Таблица 2

**Структура осложнений после протезирования тазобедренного сустава по классификации ISOLS 2014 с учетом качественных и количественных характеристик установленных имплантатов**

Компонент эндопротеза	Механические осложнения						Немеханические осложнения				Всего
	Осложнения, связанные с мягкими тканями (тип I)		Асептическая нестабильность (тип II)		Разрушение конструкции эндопротеза, перелом кости (тип III)		Инфекция (тип IV)		Локальный рецидив опухоли (тип V)		
Биполярная головка (n = 63)	3		0		0		0		1		4
Стандартный вертлужный компонент (n = 63)	10	p = 0,037	1	p = 0,499	4	p = 0,059	2	p = 0,247	5	p = 0,103	22
Модульный бедренный компонент (n = 18)	2		0		0		1		1		4
Ревизионный бедренный компонент (n = 108)	11	p = 0,723	1	p = 0,857	4	p = 0,535	1	p = 0,980	5	p = 0,795	22
Полимерная сетка (n = 42)	4		0		0		1		2		7
Фиксация к протезу (n = 84)	9	p = 0,552	1	p = 0,666	4	p = 0,192	1	p = 0,890	4	p = 0,683	19
Цементная фиксация бедренного компонента (n = 69)	5		0		4		2		1		12
Press-fit бедренного компонента (n = 57)	8	p = 0,170	1	p = 0,452	0	p = 0,086	0	p = 0,297	5	p = 0,066	14



**Рис.** Выживаемость пациентов за весь период наблюдения  
**Fig.** Patient survival over the entire follow-up period

За весь период наблюдений выявлен только один пациент с асептической нестабильностью бедренного компонента (тип II), ему был установлен немодульный (ревизионный) бедренный компонент бесцементной фиксации. Величина резекции бедренной кости — 110 мм. Погруженная в кость часть ножки эндопротеза составила 12 см. Нестабильность развилась через 65 мес. после проведенного первичного хирургического вмешательства. Пациенту было проведено ревизионное хирургическое вмешательство, бедренный компонент заменен на модульный.

Было выявлено 4 (3,1%) пациента с осложнениями типа III (связанными с разрушением металлоконструкции или переломом кости. Все они относились к подтипу IIIA, разрушение бедренного компонента эндопротеза в виде перелома ножки произошло в сроки от 87 до 165 мес., средний срок составил 122,5 мес.

Перипротезная инфекция (тип IV) наблюдалась у 2 (1,6%) пациентов (7,2% от всех осложнений). Срок развития осложнений составил 14 и 31 день соответственно. В первом случае удалось купировать инфекционный процесс путем хирур-

гической обработки раны без удаления эндопротеза. Пациенту с инфекционными осложнениями, наступившими на более поздних сроках, было выполнено двухэтапное ревизионное вмешательство. Первый этап включал удаление эндопротеза, санацию очага инфекции и установку блоковидного спейсера. Второй этап выполнялся через 3 мес., была произведена замена спейсера на модульный эндопротез.

Нами был получен следующий средний функциональный результат по шкале MSTs: через 3 мес. — 74,8%, через 6 мес. — 79%, через 12 мес. — 81,8%.

При оценке функционального результата принята во внимание и проанализирована средняя величина резекции по группам. Нами не было выявлено статистически значимых различий ( $p = 0,553$ ). Величина резекции составила в группе 1 — 87,4 мм (95% ДИ 81–91), в группе 2 — 92,1 мм (95% ДИ 84–100), в группе 3 — 93,7 мм (95% ДИ 88–99), в группе 4 — 94,7 мм (95% ДИ 79–102).

Распределение функциональных результатов по группам отражено в таблице 3.

Таблица 3

**Оценка функциональных результатов тотального эндопротезирования по шкале MSTs**

Группа	Кол-во пациентов	MSTS 3 мес.	MSTS 6 мес.	MSTS 12 мес.
Группа 1 Биполярная головка, фиксация к протезу	40 (31,7%)	70,1% (63,7–73,6%)	73,3% (67–76,9%)	74,7% (67–76,9%)
Группа 2 Биполярная головка, фиксация к сетке	23 (18,3%)	78,6% (67–83,5%)	82,7% (57,1–90,1%)	86,3% (63,7–90,1%)
Группа 3 Стандартный вертлужный компонент, фиксация к протезу	44 (34,9%)	71,3% (60,4–73,6%)	76,7% (63,7–73,6%)	77,5% (63,7–73,6%)
Группа 4 Стандартный вертлужный компонент, фиксация к чулку	19 (15,1%)	79,3% (63,7–90,1%)	85,5% (60,4–93,4%)	88,7% (63,7–90,1%)
Всего	126	74,8%	79%	81,8%



## Обсуждение

По данным литературы, средняя частота осложнений после онкологического эндопротезирования тазобедренного сустава колеблется от 0 до 30% [1, 8, 11].

Большинство авторов склоняются к тому, что вывихи эндопротеза занимают лидирующую позицию в структуре осложнений у данной категории пациентов, по разным данным, их частота колеблется от 4% до 20% [8, 11, 12, 13]. В нашем исследовании общее количество вывихов независимо от того, какой вертлужной компонент использовался, составило 13 (10,3%) наблюдений, что в общей структуре осложнений составило 50%. Проведя статистический анализ причин, приводящих к вывиху эндопротеза, мы получили значимый результат только в подгруппах, разделенных по принципу используемого вертлужного компонента. Так, биполярные головки положительно влияли на снижение частоты вывихов относительно стандартного вертлужного компонента ( $p = 0,037$ ).

Многие авторы также отмечают, что использование полимерного чулка в качестве дополнительного средства фиксации сохраненных мышц может приводить к снижению частоты вывихов [1, 6, 11]. Однако в нашем исследовании мы не выявили статистически значимой разницы в наступления этого типа осложнений в группах, где применялся чулок, либо мышцы поднимались непосредственно к эндопротезу ( $p = 0,552$ ).

Также в профилактике вывиха эндопротеза стоит отметить немаловажную роль правильного пространственного позиционирования компонентов эндопротеза и оптимального восстановления длины конечности [14, 15].

Асептическая нестабильность (осложнения типа II) в нашем исследовании была только у одного пациента, при этом не было выявлено статистически значимой зависимости между наступлением этого вида осложнений и какими-либо из особенностей применяемых нами имплантатов. Ряд авторов отмечает, что причиной данного осложнения может стать систематическая перегрузка эндопротеза и короткая фиксация бедренного компонента [1, 11]. Метод фиксации бедренного компонента (цементный или бесцементный) не влияет на его стабильность для данной локализации [16]. В то же время стоит отметить, что большинство авторов отдают предпочтение цементной фиксации бедренного компонента в случаях, когда эндопротезирование проводится у пациентов с метастатическим поражением кости [17, 18].

Разрушение компонентов эндопротеза можно отнести к позднему типу осложнений [8]. В нашем исследовании данное осложнение встретилось у 4 (3,1%) пациентов при использовании немо-

дульного бедренного компонента «Феникс». Мы связываем это с особенностями материалов данного имплантата. Всем пациентам было выполнено ревизионное оперативное вмешательство с заменой бедренного компонента на модульный. Связи между использованием модульных и ревизионных бедренных компонентов и наступлением осложнений (тип III) нами отмечено не было ( $p = 0,552$ ).

В онкологическом эндопротезировании огромная роль отводится инфекционным осложнениям, так как они являются одной из самых распространенных причин, приводящих к травматичным ревизионным операциям, в результате которых производится удаление эндопротеза [1, 8]. По данным различных авторов, частота встречаемости осложнений типа IV варьируется в широких диапазонах — от 10 до 45% [1, 6, 8]. Однако стоит отметить, что в случае эндопротезирования тазобедренного сустава инфекционные осложнения встречаются гораздо реже, чем при эндопротезировании других локализаций [8]. В нашем исследовании количество инфекционных осложнений составило менее 2%, что вполне сопоставимо с данными метаанализа, проведенного E.R. Henderson с соавторами [8].

Осложнения, связанные с локальным рецидивом опухоли, в нашем исследовании встречались только у пациентов со злокачественным поражением проксимального отдела бедренной кости. Протезирование проводилось на фоне состоявшегося патологического перелома, что, по мнению большинства авторов, является одной из основных причин, приводящих к локальному рецидиву опухоли [12, 13, 19]. Данный вид осложнений не зависит от особенностей используемого эндопротеза. На его развитие напрямую влияют край резекции опухоли (R-0) и ответ опухоли на системное лечение [4, 5, 20].

Стоит отметить, что в результате оценки прогностической 10-летней выживаемости пациентов с первичными злокачественными и метастатическими поражениями проксимального отдела бедренной кости мы получили показатели (злокачественные 65%; метастатическое поражение 43%), отличающиеся от приводимых в литературе (злокачественные — 39%; метастатическое поражение — 13%) [21, 22, 23, 24]. Наши показатели получились несколько выше на этом сроке. Мы объясняем это тем, что в структуре первичных злокачественных опухолей кости в нашем исследовании преобладающей была хондросаркома кости G2 (87,5%), а в группе с метастатическим поражением кости — рак молочной железы (63%) и рак почки (19,5%). Вышеуказанные нозологии наиболее благоприятны для пациентов с точки зрения прогноза выживаемости [3, 4, 7, 22].

Как показал анализ литературы, при онкологическом эндопротезировании тазобедренного сустава средний показатель функциональных результатов по шкале MSTS колеблется от 63 до 96% [1, 2, 3, 6, 8]. Все авторы сходятся в едином мнении, что хороший функциональный результат достижим только при условии максимально приближенного к анатомическому восстановлению точек прикрепления мышц, отвечающих за движение и стабилизацию тазобедренного сустава [1, 2, 3, 6, 8].

Использование для этого дополнительных средств фиксации (полимерный чулок) может улучшить функциональные показатели на 10–15% по шкале MSTS [1, 25].

При оценке этого показателя в нашем исследовании нам удалось выявить следующие тенденции:

- функциональные показатели при использовании полимерного чулка независимо от используемого вертлужного компонента в среднем увеличились на 10,5% по шкале MSTS;

- отмечается постепенная положительная тенденция в виде улучшения функционального результата в период с 3 мес. до года во всех группах;

- пациенты, прооперированные с применением полимерного чулка, уже через 3 мес. после операции показали лучший средний функциональный результат по сравнению с пациентами, прооперированными без него, через 12 мес.;

- значительной разницы в функциональных показателях при оценке по шкале MSTS между стандартными вертлужными компонентами и биполярными головками выявлено не было;

- в группах, где применялся полимерный чулок, при контрольном осмотре через 6 мес. было выявлено 5 (11,9%) пациентов со средним показателем 59,1% по шкале MSTS, что оказалось ниже на 24,8%, чем средний показатель для этих групп на этом сроке наблюдения.

Таким образом, по результатам нашего исследования, оптимальным, с точки зрения низких рисков наступления осложнений и наилучшего функционального результата, можно считать сочетание биполярной головки и полимерного чулка в качестве дополнительного средства фиксации мягких тканей.

У пациентов с «экстремальным» отклонением функциональных показателей были отмечены значительное ограничение активных ротационных движений и снижение амплитуды активного сгибания и отведения, выраженная хромота, необходимость использования дополнительных средств опоры. При детальном обследовании с целью выяснения обстоятельств столь заметного отличия функциональных результатов при помощи ультразвукового исследования были выявлены объемные скопления жидкости на всем протяжении диафизарной части бедренного компонента.

Из этого нами был сделан вывод о связи между применением полимерной сетки и формированием серомы и, как следствие, снижением функционального результата. Нами был выполнен анализ литературных данных на предмет выявления схожих проблем. Он показал, что наиболее часто сообщения о подобных осложнениях относятся к абдоминальной и общей хирургии, где полимерные материалы в виде тканей, замещающих обширные дефекты, используются уже достаточно давно. По мнению авторов, образование сером (ограниченных скоплений тканевой жидкости) вызвано контактом подвижных мягких тканей с синтетической тканью, чаще всего это происходит в зонах контакта с жировой клетчаткой и другими слабо кровоснабжаемыми тканями. А наличие свободной жидкости в зоне оперативного вмешательства значительно повышает риск развития инфекционных осложнений [26, 27]. Однако мы не выявили подобной зависимости: ни одному из пациентов с серомой в области диафизарной части эндопротеза не было выполнено ревизионное оперативное вмешательство по причине инфекционных осложнений.

Отдельно стоит отметить, что все чаще в литературе стали встречаться публикации, касающиеся опыта применения вертлужного компонента с двойной мобильностью в онкологическом эндопротезировании тазобедренного сустава [28, 29]. Ранее данная система чаще применялась ортопедами в ревизионной хирургии и у пациентов с повышенным риском вывиха на фоне атрофии мышечного аппарата, стабилизирующего тазобедренный сустав. Авторы отмечают следующие положительные стороны этой системы: снижение частоты вывихов эндопротеза, хорошую выживаемость компонентов, отсутствие рисков развития вторичного артроза вертлужной впадины по сравнению с биполярными и однополюсными головками [29, 30].

В нашей клинике накоплен опыт онкологического эндопротезирования тазобедренного сустава с применением вертлужного компонента двойной мобильности. Нами отмечаются все те же положительные стороны применения данной системы, описание которых встречается в литературе. Однако для того, чтобы сделать окончательные выводы, мы планируем оценить среднесрочные результаты и провести статистическую обработку полученных данных.

Восстановление функции тазобедренного сустава путем эндопротезирования при опухолевом поражении проксимального отдела бедренной кости может быть успешно применено для ранней активизации больного и создания условий для получения комплексного лечения. Применение

биполярной головки позволило снизить вероятность вывиха эндопротеза, а фиксация сохраняемых элементов мышечного аппарата при помощи полимерной сетки позволила уже в раннем послеоперационном периоде получить лучший функциональный результат.

**Этика публикации**

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

Микайлов И.М. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи, коррекция и окончательная редакция.

Тихлов Р.М. — коррекция и окончательная редакция

Пташников Д.А. — коррекция и окончательная редакция

Денисов А.А. — статистическая обработка данных, написание текста рукописи.

Григорьев П.В. — обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

**Литература [References]**

- Соколовский А.В., Соколовский А.А., Алиев М.Д. Отдаленные результаты онкологического эндопротезирования области тазобедренного сустава при поражении первичными и метастатическими опухолями. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи.* 2019;11(3):5-16. Sokolovskii A.V., Sokolovskii V.A., Aliev M.D. [Long-term results of proximal femoral tumor endoprosthesis replacement after primary and metastatic tumors resection]. *Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi* [Bone and soft tissue sarcomas, tumors of the skin] 2019;(3):5-16 (In Russian).
- Grimer R.J., Aydin B.K., Wafa H., Carter S.R., Jeys L., Abudu A., Parry M. Very long-term outcomes after endoprosthetic replacement for malignant tumours of bone. *Bone Joint J.* 2016; 98-B(6):857-864. doi: 10.1302/0301-620X.98B6.37417.
- Ahlmann E.R., Menendez L.R., Kermani C., Gotha H. Survivorship and clinical outcome of modular endoprosthetic reconstruction for neoplastic disease of the lower limb. *J Bone Joint Surgery B.* 2006;88:790-795. doi: 10.1302/0301-620X.88B6.17519.
- Misaghi A., Goldin A., Awad M., Kulidjian A.A. Osteosarcoma: a comprehensive review. *SICOT J.* 2018; 4:12. doi: 10.1051/sicotj/2017028.
- Donati D., Zavatta M., Gozzi E., Giacomini S., Campanacci L., Mercuri M. Modular prosthetic replacement of the proximal femur after resection of a bone tumour. *J Bone Joint Surg B.* 2001;83(8): 1156-1160. doi: 10.1302/0301-620X.83B8.12165.
- Janssen S.J., Langerhuizen D.W.G., Schwab J.H., Bramer J.A.M. Outcome after reconstruction of proximal femoral tumors: A systematic review. *J Surg Oncol.* 2019;119(1):120-129. doi: 10.1002/jso.25297.
- Janssen S.J., Teunis T., Hornicek F.J., van Dijk C.N., Bramer J.A.M., Schwab J.H. Outcome after fixation of metastatic proximal femoral fractures: A systematic review of 40 studies. *J Surg Oncol.* 2016;114(4):507-519. doi: 10.1002/jso.24345.
- Henderson E.R., Groundland J.S., Pala E., Dennis J.A., Wooten R., Cheong D. et al. Failure mode classification for tumor endoprosthesis: retrospective review of five institutions and a literature review. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(5):418-429. doi: 10.2106/JBJS.J.00834.
- Henderson E.R., O'Connor M.I., Ruggieri P., Windhager R., Funovics P.T., Gibbons C.L. et al. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours: a modified system Including biological and expandable reconstructions. *Bone Joint J.* 2014;96-B(11):1436-1440. doi: 10.1302/0301-620X.96B11.34747.
- Enneking W.F., Dunham W., Gebhardt M.C., Malawer M., Pritchard D.J. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(286):241-246.
- Thambapillary S., Dimitriou R., Makridis K.G., Fragkakis E.M., Bobak P., Giannoudis P.V. Implant longevity, complications and functional outcome following proximal femoral arthroplasty for musculoskeletal tumors: a systematic review. *J Arthroplasty.* 2013;28(8):1381-1385. doi: 10.1016/j.arth.2012.10.024.
- Calabró T., Van Rooyen R., Piraino I., Pala E., Trovarelli G., Panagopoulos G.N. et al. Reconstruction of the proximal femur with a modular resection prosthesis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2016;26(4):415-421. doi: 10.1007/s00590-016-1764-0.
- Chandrasekar C.R., Grimer R.J., Carter S.R., Tillman R.M., Abudu A., Buckley L. Modular endoprosthetic replacement for tumours of the proximal femur. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(1):108-112. doi: 10.1302/0301-620X.91B1.20448.
- Sevelde F., Schuh R., Hofstaetter J.G., Schinhan M., Windhager R., Funovics P.T. Total Femur Replacement After Tumor Resection: Limb Salvage Usually Achieved But Complications and Failures are Common. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(6):2079-2087. doi: 10.1007/s11999-015-4282-1.
- Janssen S.J., Langerhuizen D.W.G., Schwab J.H., Bramer J.A.M. Outcome after reconstruction of proximal femoral tumors: A systematic review. *J Surg Oncol.* 2019;119(1):120-129. doi: 10.1002/jso.25297.
- Unwin P.S., Cannon S.R., Grimer R.J., Kemp H.B.S., Sneath R.S., Walker P.S. Aseptic loosening in cemented custom-made prosthetic replacements for bone tumours of the lower limb. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(1):5-13.
- Menendez L.R., Ahlmann E.R., Kermani C., Gotha H. Endoprosthetic reconstruction for neoplasms of the proximal femur. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 450:46-51. doi: 10.1097/01.blo.0000229332.91158.05.
- Bernthal N.M., Schwartz A.J., Oakes D.A., Kabo J.M., Eckardt J.J. How long do endoprosthetic reconstructions for proximal femoral tumors last? *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468: 2867- 2874. doi: 10.1007/s11999-010-1369-6.
- Wu Y.N., Wang D.Y., Bi W.Z., Han G., Jia J.P., Xu M. Neoadjuvant chemotherapy, wide resection and custom prosthetic replacement for tumors of the proximal femur. *Int J Clin Exp Med.* 2016; 9: 20474-20483.
- Finstein J.L., King J.J., Fox E.J., Ogilvie C.M., Lackman R.D. Bipolar proximal femoral replacement prostheses for musculoskeletal neoplasms. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;459:66-75. doi: 10.1097/BLO.0b013e31804f5474.
- Stevenson J.D., Kumar V.S., Cribb G.L., Cool P. Hemiarthroplasty proximal femoral endoprosthesis

- following tumour reconstruction: is acetabular replacement necessary? *Bone Joint J.* 2018;100-B:101-108. doi: 10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0005.R1.
22. Potter B.K., Chow V.E., Adams S.C., Letson G.D., Temple H.T. Endoprosthetic proximal femur replacement: metastatic versus primary tumors. *Surg Oncol.* 2009;18(4): 343-349. doi: 10.1016/j.suronc.2008.08.007.
  23. Janssen S.J., Kortlever J.T., Ready J.E., Raskin K.A., Ferrone M.L., Hornicek F.J. et al. Complications After Surgical Management of Proximal Femoral Metastasis: A Retrospective Study of 417 Patients. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(7):483-494. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00043.
  24. Houdek M.T., Watts C.D., Wyles C.C., Rose P.S., Taunton M.J., Sim F.H. Functional and oncologic outcome of cemented endoprosthesis for malignant proximal femoral tumors. *J Surg Oncol.* 2016;114:501-506. doi: 10.1002/jso.24339.
  25. Du Z., Tang S., Yang R., Tang X., Ji T., Guo W. Use of an artificial ligament decreases hip dislocation and improves limb function after total femoral prosthetic replacement following femoral tumor resection. *J Arthroplasty.* 2018;33(5):1507-1514. doi: 10.1016/j.arth.2017.12.017.
  26. Dominkus M., Sabeti M., Kotz R. [Functional tendon repair in orthopedic tumor surgery]. *Orthopade.* 2005;34(6):556-559. (In German). doi: 10.1007/s00132-005-0802-0.
  27. Паршиков В.В., Самсонов А.В., Романов Р.В., Градусов В.П., Самсонов А.А., Ходак В.А. и др. Первый опыт пластики брюшной стенки эндопротезами из титанового шелка. *Медицинский альманах.* 2012;1(20):107-110. Parshikov V.V., Samsonov A.V., Romanov R.V., Gradusov V.P., Samsonov A.A., Khodak V.A. et al. [The first experience of the plastics of the abdominal wall with endoprotheses from titanium silk]. *Meditsinskiy al'manakh* [Medical almanakh] 2012;1(20):107-110. (In Russian).
  28. Zoccali C., Attala D., Scotto di Uccio A., Rossi B., Scotto G., Biagini R. The dual mobility cup in muscular skeletal oncology: rationale and indications. *Int Orthop.* 2017;41(3):447-453. doi: 10.1007/s00264-017-3407-4.
  29. Plummer D., Passen E., Alexander J., Vajapey S., Frantz T., Niedermeier S. et al. Rapid return to function and stability with dual mobility components cemented into an acetabular reconstructive cage for large osseous defects in the setting of periacetabular metastatic disease. *J Surg Oncol.* 2019;119(8):1155-1160. doi: 10.1002/jso.25463.
  30. Guyen O., Pibarot V., Vaz G., Chevillotte C., Bėjui-Hugues J. Use of a dual mobility socket to manage total hip arthroplasty instability. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(2):465-472. doi: 10.1007/s11999-008-0476-0.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Микайлов Илкин Мугадасович* — лаборант-исследователь отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Тихилов Рашид Муртузалиевич* — д-р мед. наук, профессор, директор 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, Санкт-Петербург

*Пташников Дмитрий Александрович* — д-р мед. наук, профессор, научный руководитель отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; начальник кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Денисов Антон Андреевич* — аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Григорьев Петр Владимирович* — канд. мед. наук, травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

#### AUTHORS' INFORMATION:

*Ilkin M. Mikailov* — Research Assistant, Scientific Department of Neuroorthopedics and Bone Tumors, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

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

*Dmitry A. Ptashnikov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Scientific Department of Neuroorthopedics and Bone Tumors, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; Head of Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

*Anton A. Denisov* — PhD Student, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Petr V. Grigoriev* — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

## Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III–IV степени по Crowe

А.А. Корыткин<sup>1</sup>, С.А. Герасимов<sup>2</sup>, Я.С. Новикова<sup>2</sup>, К.А. Ковалдов<sup>2</sup>,  
Е.А. Морозова<sup>2</sup>, С.Б. Королёв<sup>2</sup>, Ю.М. Эль Мудни<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород, Россия

<sup>3</sup> Ibn Rochd University Hospital, г. Касабланка, Марокко

### Реферат

**Цель исследования** — сравнить результаты подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава пациентам с дисплазией III и IV степеней по Crowe. **Материал и методы.** Было выполнено 36 операций эндопротезирования тазобедренного сустава 33 пациентам с дисплазией III (12) и IV (24) степеней по Crowe с использованием двух методик укорачивающей остеотомии: остеотомия по Raavilainen — 22, подвертельная остеотомия — 14. Средний срок наблюдения — 42,3±22,7 мес. (от 6 до 88). Среди пациентов были 25 (75,8%) женщин и 8 (24,2%) мужчин со средним возрастом 51,5±13,1 и 34,6±20,4 лет соответственно. **Результаты.** Латеральное недопокрытие вертлужного компонента потребовало структурной пластики аутоголовкой бедренной кости в 16,7% случаев. Средняя длина остеотомированного фрагмента составила 56,8±16,3 мм, величина смещения верхушки большого вертела каудально 47,0±15,6 мм, удлинение конечности на 30,1±10,9 мм, без статистически значимой разницы между группами. Консолидация была достигнута в среднем за 7 месяцев. Показатель шкалы Харриса улучшился в среднем с 37,6±10,1 баллов до 76,1±17,6,  $p<0,001$  (78,1±15,3 в группе Raavilainen и 72,9±20,9 в группе с подвертельной остеотомией); общий показатель HOOS увеличился в среднем с 34,6±12,4 до 74,6±18,6 баллов,  $p<0,001$  (78,1±15,9 и 69,1±21,7 соответственно). Статистически значимые различия ( $p = 0,035$ ) между группами после операции были установлены только в разделе HOOS, посвященном боли: более высокие баллы продемонстрировала группа Raavilainen. Различные послеоперационные осложнения развились в 27,8% случаев, в 2,4 раза чаще в группе с подвертельной остеотомией. Ревизионные вмешательства потребовались в 4 случаях из 36 (11,1%): в 2 — в группе Raavilainen (9,1%) и в 2 — в группе с подвертельной остеотомией (14,3%); выживаемость бедренного компонента по всей выборке составила 97,2% (единственный случай замены бедренного компонента в группе с подвертельной остеотомией). **Заключение.** Как подвертельная укорачивающая остеотомия, так и проксимальная остеотомия по Raavilainen обладают хорошими реконструктивными возможностями и достаточной эффективностью. Нам не удалось выявить явные преимущества какого-либо из описываемых вариантов укорачивающей остеотомии, вероятно ввиду недостаточного количества описываемых наблюдений. В практике мы отдаем предпочтение подвертельной укорачивающей остеотомии.

**Ключевые слова:** дисплазия тазобедренного сустава, эндопротезирование тазобедренного сустава, укорачивающая остеотомия бедренной кости, высокий вывих бедра, осложнения.

Корыткин А.А., Герасимов С.А., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Морозова Е.А., Королёв С.Б., Эль Мудни Ю.М. Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III–IV степени по Crowe. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):21-35. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-21-35.

**Cite as:** Korytkin A.A., Gerasimov S.A., Novikova Ya.S., Kovaldov K.A., Morozova E.A., Korolev S.B., El moudni Yo.M. [Comparative Assessment of Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Raavilainen's Proximal Osteotomy in Total Hip Arthroplasty for Crowe III–IV Dysplasia]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):21-35. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-21-35. (In Russian).

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

Рукопись поступила/Received: 03.12.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 10.01.2020.

## Comparative Assessment of Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Paavilainen's Proximal Osteotomy in Total Hip Arthroplasty for Crowe III–IV Dysplasia

A.A. Korytkin<sup>1</sup>, S.A. Gerasimov<sup>2</sup>, Ya.S. Novikova<sup>2</sup>, K.A. Kovaldov<sup>2</sup>, E.A. Morozova<sup>2</sup>, S.B. Korolev<sup>2</sup>, Yo.M. El moudni<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tsivyan Novosibirsk Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Research Medical University of Volga Region, Nizhny Novgorod, Russian Federation

<sup>3</sup> Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco

### Abstract

**The purpose of the study** — to compare the results of the subtrochanteric shortening osteotomy and Paavilainen proximal osteotomy in the total hip arthroplasty for Crowe III and IV dysplasia. **Material and Methods.** It was performed 36 hip arthroplasties in the patients with Crowe III (12) and IV (24) dysplasia. Two methods of the shortening osteotomy were used: Paavilainen osteotomy (22) and subtrochanteric osteotomy (14). The average follow-up was 42.3±22.7 months (from 6 to 88). Among the patients, there were 25 (75.8%) women and 8 (24.2%) men with the average age of 51.5±13.1 and 34.6±20.4 years, respectively. **Results.** The lateral acetabular deficiency required the structural repair of the femoral head in 16.7% of the cases. The average length of the osteotomized fragment was 56.8±16.3 mm, the caudal displacement of the greater trochanter apex — 47.0±15.6 mm, the limb lengthening — 30.1±10.9 mm without the statistically significant difference between the groups. The consolidation was achieved on average in 7 months. The Harris score improved on average from 37.6±10.1 points to 76.1±17.6,  $p<0.001$  (78.1±15.3 in Paavilainen group and 72.9±20.9 in the subtrochanteric). The overall HOOS score increased from an average of 34.6±12.4 to 74.6±18.6 points,  $p<0.001$  (78.1±15.9 in Paavilainen group and 69.1±21.7 in the subtrochanteric). The statistically significant differences between the groups after the surgery were found only in the HOOS pain section. Paavilainen group showed higher scores. Various postoperative complications occurred in 27.8% of cases, 2.4 times more often in the subtrochanteric group. The revision was required in 4 cases out of 36 (11.1%): 2 cases (9.1%) in Paavilainen group and 2 cases (14.3%) in the subtrochanteric. The survival rate of the femoral component throughout the sample was 97.2%. There was only one case of the femoral component replacement in the subtrochanteric group. **Conclusion.** Both the subtrochanteric shortening osteotomy and Paavilainen proximal osteotomy have good reconstructive capabilities and sufficient efficacy. We were not able to identify the clear advantages of any of the described options for shortening osteotomy, probably due to the insufficient number of observations. In our practice, we give a preference to subtrochanteric shortening osteotomy of the femur.

**Keywords:** hip dysplasia, total hip arthroplasty, subtrochanteric shortening osteotomy, Paavilainen proximal osteotomy, high hip dislocation.

### Введение

Дисплазия тазобедренного сустава (ТБС) — аномальное развитие ТБС, сопровождающееся анатомическими изменениями вертлужной впадины и бедренной кости [1, 2]. Заболевание характеризуется дисконгруэнтностью тазобедренных суставов по причине неправильного развития вертлужной впадины, способствующей вывиху головки бедренной кости [3]. Дисплазия является наиболее распространенной причиной развития коксартроза и приводит к следующим вторичным нарушениям: гиперлордозу поясничного отдела позвоночника при двустороннем вывихе, компенсаторному развитию вальгусной деформации коленного сустава [4, 5].

Для лечения пациентов с диспластическим коксартрозом III и IV степеней по Crowe в большинстве случаев применяют тотальное эндопротезирование ТБС. Анатомические изменения при тяжелой степени дисплазии обуславливают трудность выполнения эндопротезирования и проявляются в следующих особенностях: ретроверсии вертлужной впадины, имеющей к тому же уменьшенную глубину, проксимальном расположении бедренной кости, из-за чего может формироваться ложная вертлужная впадина, дефиците костной ткани, а также отводящих мышц, разнице в длине конечностей. Кроме перечисленных особенностей, наблюдаются деформация головки бедренной кости, укорочение шейки бедренной кости с чрезмерной антеверсией, сужение костномозгового канала [6, 7].

На сегодняшний день нет единой стратегии проведения эндопротезирования при тяжелой дисплазии тазобедренного сустава. Целями операции при тяжелой дисплазии тазобедренного сустава являются низведение головки бедренной кости в истинную вертлужную впадину, восстановление мышечного баланса, максимально возможное выравнивание длины конечностей [8]. Восстановление истинного центра ротации тазобедренного сустава при этой патологии, особенно при высоком вывихе бедра или наличии рубцовых изменений периартикулярных тканей вследствие предыдущих вмешательств может приводить к чрезмерному удлинению нижней конечности более чем на 4 см, натяжению мягких тканей, в том числе мышц и сухожилий, дисфункции абдукторов, тугоподвижности сустава, перенапряжению сосудисто-нервных структур и нейропатии седалищного нерва, раннему расшатыванию компонентов эндопротеза [9, 10, 11]. Для снижения вероятности развития перечисленных осложнений во время тотального эндопротезирования тазобедренного сустава выполняют различные варианты укорачивающей остеотомии бедренной кости [9], наиболее часто применяемыми из которых являются подвертельная укорачивающая остеотомия и проксимальная остеотомия по Raavilainen [8, 12, 13].

В литературе мы не обнаружили публикаций, в которых бы проводилось сравнение результатов подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen.

**Цель исследования** — сравнить результаты подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава пациентам с дисплазией III и IV степени по Crowe.

### Материал и методы

**Дизайн исследования:** ретроспективное одноцентровое когортное.

В период с 2012 г. по начало 2019 г. 38 пациентов (42 операции) прошли лечение с применением данных техник укорачивающей остеотомии. Мы оценили результаты 36 операций эндопротезирования, выполненных у 33 пациентов. Остальные 5 пациентов не были доступны для наблюдения. Таким образом, результаты лечения удалось проследить в 87,8% наблюдений.

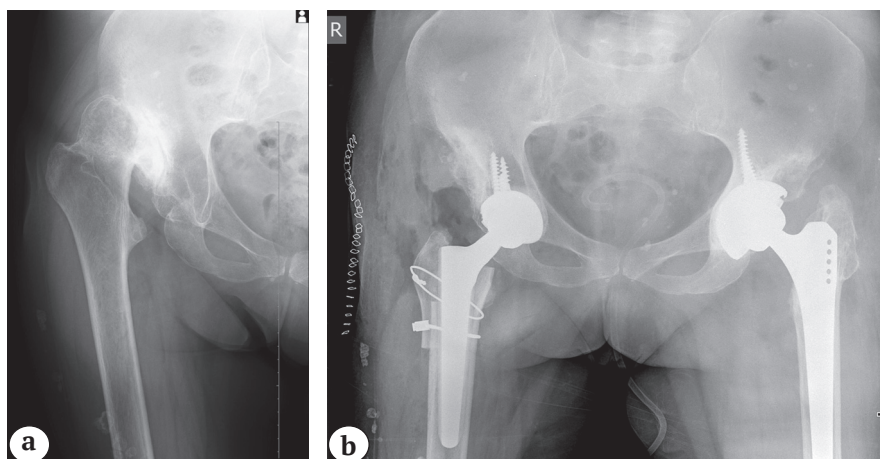
В исследование вошли 25 (75,8%) женщин и 8 (24,2%) мужчин со средним возрастом 47,3±16,7 лет (от 15 до 76 лет), причем у мужчин и женщин средний возраст различался — 34,6±20,4 и 51,5±13,1 лет соответственно ( $p = 0,039$ ).

Укорачивающая остеотомия с применением методики Raavilainen была выполнена в 22 случаях, подвертельная укорачивающая остеотомия — в 14. Все операции выполнялись под руководством одного хирурга с использованием заднего доступа. Прослежены результаты всех 36 операций в сроки от 6 до 88 мес., средний период наблюдения — 42,3±22,7 мес.

**Техника операции.** Применяемые нами хирургические техники имели некоторые особенности и отличались от оригинальных методик. При выполнении укорачивающей остеотомии по Raavilainen в большинстве случаев по возможности мы сохраняли место прикрепления *m. vastus lateralis*, при необходимости (например, в случае короткого фрагмента большого вертела) лишь частично отделяя ее от большого вертела. Согласно оригинальной методике, стандартная процедура фиксации остеотомированных фрагментов большого вертела включает использование проволочного серкляжа и двух кортикальных 3,5 мм винтов. Для фиксации большого вертела мы применяли проволочный или кабельный серкляж, чаще в количестве 2 единиц, реже — 3–4, используя винты только при крайней необходимости. По нашему мнению, для надежной фиксации остеотомированных фрагментов большого вертела использования только серкляжей вполне достаточно. Это позволяет снизить травматичность, минимизировать вероятность развития осложнений, связанных с расшатыванием винтов, или интраоперационных переломов, возникающих по причине проведения винтов (рис. 1).

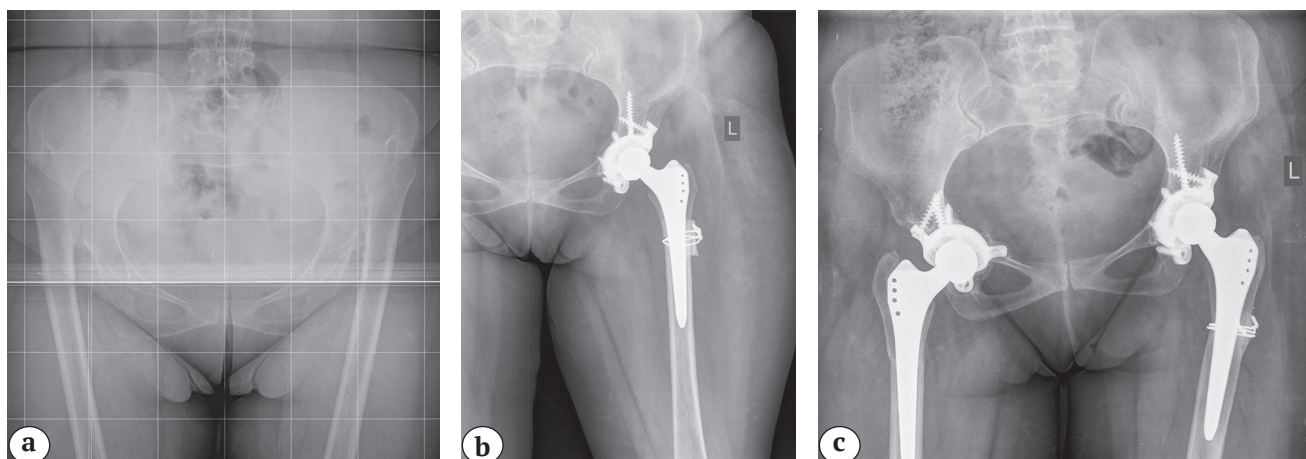
Поперечная подвертельная укорачивающая остеотомия чаще всего выполнялась по стандартной методике. В некоторых случаях мы дополнительно армировали зону контакта проксимального и дистального фрагментов бедренной кости с использованием аутооттрансплантата, фиксированного с помощью серкляжных швов (рис. 2).

Степень дисплазии ТБС определяли, используя общепринятую классификацию J.F. Crowe [14], согласно которой в 12 случаях была установлена дисплазия III ст., в 24 — IV ст. Мы считаем, что использование классификации Hartofilakidis [15] в подобных случаях является более удобным, так как разделение высокого вывиха бедра на типы C1 и C2 позволяет учесть анатомические особенности взаимоотношений между вертлужной впадиной и головкой бедренной кости и заранее определить некоторые особенности предстоящей операции. К сожалению, нам не удалось применить классификацию Hartofilakidis из-за отсутствия возможности провести всем пациентам компьютерную томографию.



**Рис. 1.** Рентгенограммы таза пациентки 66 лет с двусторонним диспластическим коксартрозом IV степени по Crowe:  
 а — перед операцией;  
 б — сразу после тотального эндопротезирования правого ТБС с укорачивающей остеотомией бедренной кости по методике Paavilainen без использования винтов для фиксации остеотомированных фрагментов большого вертела

**Fig. 1.** X-rays of the pelvis of the 66-year-old patient with bilateral Crowe IV hip dysplasia:  
 а — before the surgery;  
 б — immediately after the right total hip arthroplasty with Paavilainen's shortening osteotomy without screws for the fixation of the greater trochanter osteotomized fragments



**Рис. 2.** Рентгенограммы таза пациентки 44 лет с двусторонним диспластическим коксартрозом IV степени по Crowe:  
 а — перед операцией;  
 б — через 3 мес. после тотального эндопротезирования левого ТБС с укорачивающей подвертельной остеотомией бедренной кости и дополнительным армированием зоны контакта проксимального и дистального фрагментов бедренной кости аутографтом;  
 с — через 18 мес. после тотального эндопротезирования левого ТБС (12 мес. после тотального эндопротезирования правого ТБС)

**Fig. 2.** X-rays of the pelvis of the 44-year-old patient with bilateral Crowe IV hip dysplasia:  
 а — before the surgery;  
 б — in 3 months after the left total hip arthroplasty with the subtrochanteric osteotomy and additional reinforcement of the femur proximal and distal contact area with an autograft;  
 с — in 18 months after the left total hip arthroplasty (12 months after the right total hip arthroplasty)



У 18 (54,5%) пациентов патологический процесс затрагивал один тазобедренный сустав, у 15 (45,5%) диспластический коксартроз был двусторонним. Трем пациентам из 33 были последовательно проведены операции тотального эндопротезирования с применением укорачивающей остеотомии на обоих тазобедренных суставах — правом и левом (через 2,5 мес., 8,5 мес. и 1 год 7 мес.). У остальных 30 пациентов операции распределились поровну между правым и левым суставом — по 15 на каждую сторону. Среднее относительное укорочение нижней конечности (исключая случаи с двусторонним вывихом) составило  $47,7 \pm 18,4$  мм (от 32 до 71 мм).

В 22 (61,1%) случаях эндопротезирование было первой операцией на тазобедренном суставе, в остальных 14 (38,9%) случаях у 13 пациентов на оперируемом суставе в анамнезе были проведены различные хирургические вмешательства (открытые вправления вывихов, остеотомии бедра), в том числе 5 из них перенесли несколько вмешательств (от 2 до 6).

У мужчин и женщин среднее количество предыдущих вмешательств на оперируемом ТБС различалось —  $1,9 \pm 1,8$  и  $0,4 \pm 1,0$  соответственно ( $p = 0,005$ ). В 10 случаях пациенты перенесли различные операции на контралатеральном тазобедренном суставе (открытые вправления вывихов, создание дополнительной точки опоры, тотальное эндопротезирование ТБС, ревизионное эндопротезирование ТБС, артродезирование ТБС), в том числе у 4 человек в анамнезе насчитывалось от 2 до 6 операций на противоположном суставе, эндопротезирование контралатерального тазобедренного сустава было выполнено 6 пациентам.

Во всех случаях применялись эндопротезы ТБС бесцементной фиксации. В 15 (41,7%) случаях были установлены вертлужные компоненты Trilogy (Zimmer), в 8 (22,2%) — Trilogy IT (Zimmer), в 5 (13,9%) — Pinnacle (DePuy), в 5 (13,9%) имплантирована чашка Continuum (Zimmer) и в 3 (8,3%) — R-3 (Smith&Nephew). Во всех операциях потребовалась дополнительная фиксация вертлужного компонента винтом, в 21 (58,3%) случае для этого потребовалось 2 винта, в 7 (19,4%) использовали 3 и более винтов. Было установлено 29 (80,6%) вертлужных компонентов малого размера — 44–48 мм и 7 (19,4%) чашек с диаметром 50–60 мм. В 3 случаях пациентам были имплантированы индивидуальные ацетабулярные конструкции, изготовленные методом аддитивных технологий. В ходе всех операций выполнялась аутопластика дна вертлужной впадины костной стружкой. В 6 (16,7%) случаях для достижения удовлетворительного покрытия чашки потребовалась структурная костная пластика вертлужной впадины с использованием удаленной головки бедренной кости.

В качестве бедренных компонентов чаще всего пациентам устанавливали конические ножки Wagner Cone (Zimmer) — 26 (72,2%), клиновидные ножки Alloclassic (Zimmer) — 6 (16,7%), Wagner SL Revision (Zimmer) — 2 (5,5%), SL-Plus (Smith&Nephew) — 1 (2,8%) и Fitmore (Zimmer) с метафизарной фиксацией — 1 (2,8%) случай.

Для дополнительной фиксации остеотомированных фрагментов бедренной кости в большинстве случаев (72,2%) использовались проволочный серкляж или кабель в количестве от одного до трех единиц. В 16 (44,4%) случаях применялся только проволочный серкляж, в 6 (16,7%) — только кабель, необходимость использования обоих видов серкляжа потребовалась в 4 (11,1%) операциях. В 3 (8,3%) случаях большой вертел дополнительно фиксировали одним, двумя или тремя винтами. В ходе выполнения 29 (80,6%) операций были установлены головки эндопротеза ТБС с диаметром 28 мм, в 7 (19,4%) хирургических вмешательствах — 32 мм. В 100% случаев было произведено позиционирование чашки в область истинной вертлужной впадины. Наиболее часто пациентам устанавливались эндопротезы ТБС с парой трения металл-полиэтилен — 29 (80,6%) случаев, реже — с узлом трения керамика-керамика — 5 (13,9%), керамика-полиэтилен — 2 (5,5%) случая. Вкладыш с антилюксационным козырьком был имплантирован в 16 (44,4%) случаях. Средняя продолжительность операции составила  $117 \pm 32$  мин., объем интраоперационной кровопотери —  $440 \pm 228$  мл. При этом отмечалась статистически значимая разница в объеме интраоперационной кровопотери и средней продолжительности операции между пациентами с предшествующими вмешательствами на оперируемом тазобедренном суставе и без них —  $557,1 \pm 277,3$  мл и  $365,9 \pm 156,9$  мл,  $131,6 \pm 37,6$  мин. и  $108,0 \pm 25,4$  мин. соответственно ( $p < 0,05$ ).

*Оценка результатов.* Клиническое и рентгенографическое исследования проводили перед операцией, через 3, 6, 12 мес. после ее выполнения, далее раз в год. Клиническая оценка результатов эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием двух различных методик укорачивающей остеотомии производилась по шкале Харриса для ТБС [16]. Для оценки интенсивности болевого синдрома у пациентов использовалась 10-балльная визуальная аналоговая шкала (ВАШ) [17]. Также мы использовали шкалу оценки ограничения функций тазобедренного сустава и исхода остеоартроза (Hip disability and Osteoarthritis Outcome Score — HOOS), являющуюся результативным показателем нарушения функций тазобедренного сустава и затруднений, вызванных этими нарушениями [18].

Рентгенологический анализ выполняли по обзорным рентгенограммам таза до и после эндопротезирования ТБС. Измеряли позицию центра ротации головки бедренного компонента эндопротеза вертикально от линии, проведенной через «фигуры слезы» и горизонтально от линии Келлера. По изменению положения вертушки большого вертела относительно линии, проведенной через «фигуры слезы», оценивали величину дистального перемещения большого вертела. Определяли протяженность зоны контакта большого вертела с латеральной поверхностью бедра, удлинение нижней конечности, положение компонентов эндопротеза и степень консолидации остеотомированных фрагментов бедренной кости. Рентгенологическую разницу в длине нижних конечностей до эндопротезирования определяли клинически и путем сравнения положения вертушек больших вертелов в оперируемом и контра-латеральном суставах. Перемещение вертушки большого вертела не соответствовало степени удлинения конечности, поэтому оценка удлинения производилась при сравнении предоперационных и послеоперационных рентгенограмм с коррекцией на величину рентгеновского увеличения путем расчета разности между величиной перемещения вертушки большого вертела относительно линии, проведенной через «фигуры слезы», и длиной зоны контакта большого вертела с бедренной костью [8]. Для более точной оценки степени укорочения в 72% случаев пациентам были выполнены телерентгенограммы нижних конечностей.

Предоперационное планирование выполнялось с использованием программного обеспечения mediCAD Classic 5.1.0.7 (mediCAD Hectec GmbH, Германия).

Статистический анализ проводился с использованием программ Microsoft Office Excel и Statistica 12.0. Для описательной статистики данные представлены в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  — среднее значение признака,  $SD$  — среднее квадратичное отклонение, для отдельных данных продемонстрированы минимальные и максимальные значения. Для оценки различий в сравниваемых группах пользовались U-критерием Манна–Уитни для независимых групп и тестом Вилкоксона — для зависимых: сравнивали результаты, полученные при последнем осмотре пациента, с предшествующими результатами. Сопоставление частотных характеристик числовых критериев выполнено с помощью точного критерия Фишера. Различия между сравниваемыми группами считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Не было обнаружено статистически значимой разницы в половой принадлежности, возрасте, индексе массы тела, количестве койко-дней, проведенных пациентами в стационаре, объеме интраоперационной кровопотери, уровне гемоглобина и гематокрита при сравнении групп с подвертельной укорачивающей остеотомией и укорачивающей остеотомией по методике Paavilainen (табл. 1).

Таблица 1

#### Характеристика пациентов и хирургические особенности эндопротезирования для групп с подвертельной укорачивающей остеотомией и проксимальной остеотомией по Paavilainen

Показатель	Группа с подвертельной укорачивающей остеотомией	Группа с проксимальной остеотомией по Paavilainen	Уровень значимости, $p$	Общее по выборке
Всего ТБС, $n$ (%)	14 (38,9)	22 (61,1)	–	36 (100)
Возраст, лет	47,1±20,0	47,4±14,8	0,860	47,3±16,7
Индекс массы тела, отн. ед.	27,6±5,9	26,6±5,1	0,713	27,0±5,4
Количество койко-дней, дни	17,0±9,7	14,0±6,2	0,511	15,0±7,8
Характер патологии, $n$ случаев (%)	односторонний — 6 (42,9) двусторонний — 8 (57,1)	односторонний — 12 (54,6) двусторонний — 10 (45,4)	0,733	односторонний — 18 (50,0) двусторонний — 18 (50,0)
Степень дисплазии по Crowe, $n$ случаев (%)	III — 3 (21,4) IV — 11 (78,6)	III — 9 (40,9) IV — 13 (59,1)	0,293	III — 12 (33,3) IV — 24 (66,7)

Окончание таблицы 1

Показатель	Группа с подвертельной укорачивающей остеотомией	Группа с проксимальной остеотомией по Raavilainen	Уровень значимости, <i>p</i>	Общее по выборке
Среднее количество сопутствующих заболеваний	2,6±1,6	2,1±2,4	0,049	2,3±2,1
Средняя продолжительность операции, мин	112,7±33,12	120±32,36	0,431	117,2±32,4
Средний объем интраоперационной кровопотери, мл	496,4±272,1	404,5±194,5	0,296	440,3±228,6
Гемоглобин до операции/ после операции, г/л	127,6±14,4/ 92,6±14,8	128,8±22,5/ 91,4±17,0	0,413 0,642	128,3±19,5/ 91,9±16,0
Гематокрит до операции/ после операции, %	39,0±4,1/ 28,6±4,0	38,7±6,9/ 27,8±4,5	0,553 0,642	38,8±5,9/ 28,1±4,3
Величина смещения вертушки большого вертела каудально, мм (min-max)	52,2±18,3 (20–80)	43,6±12,9 (5–65)	0,116	47,0±15,6 (5–80)
Офсет бедра от оси бедра до центра головки бедренной кости, мм (min-max)	42,2±10,4 (20–56)	43,0±8,4 (20–63)	0,911	42,7±9,1 (20–63)
Длина остеотомированного фрагмента, мм (min-max)	53,8±20,8 (35–100)	58,6±12,8 (40–80)	0,133	56,8±16,3 (35–100)
Протяженность зоны контакта большого вертела с бедром и выступающей частью бедренного компонента, мм (мин-макс)	– т.к. зона остеотомии не пролегла вдоль большого вертела	45,0±14,4 (23–68)	–	–
Удлинение конечности во время операции, мм (мин-макс)	30,6±12,2 (12–41)	29,8±10,3 (18–51)	0,742	30,1±10,9 (12–51)
Позиционирование чашки в область истинной вертлужной впадины, <i>n</i> случаев (%)	14 (100)	22 (100)	–	36 (100)
Средний срок наблюдения, мес.	26,8±14,6	48,8±23,0	0,002	42,3±22,7

В группе с подвертельной укорачивающей остеотомией три четверти пациентов имели высокий вывих бедра, в то время как в группе с проксимальной остеотомией по Raavilainen — только в половине случаев степень дисплазии по Crowe была определена как IV. В группе с подвертельной укорачивающей остеотомией в 1,5 раза чаще встречались пациенты с предшествующими хирургическими вмешательствами на заинтересованном тазобедренном суставе — 7 из 14 (50,0%), в сравнении с 7 из 22 (31,8%) в группе с остеотомией по Raavilainen.

Было установлено, что в группе с подвертельной укорачивающей остеотомией среднее количество сопутствующих заболеваний было статистически значимо выше, чем в группе с остеотомией по Raavilainen. В обеих группах из сопутствующей патологии наиболее часто встречались заболевания сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, неврологические нарушения.

Остеотомии по методике Raavilainen начали выполнять в нашем отделении раньше, чем подвертельные укорачивающие остеотомии, поэтому среднее время наблюдения за пациентами

в группе с остеотомией по Raavilainen было больше в 1,8 раза ( $p = 0,002$ ). Несмотря на большой опыт выполнения, средняя продолжительность операции в случае укорачивающей остеотомии по Raavilainen была в среднем на 8 мин. больше, чем в случае подвертельной остеотомии, хотя столь небольшая разница не являлась статистически достоверной. Из операционных особенностей стоит отметить, что в группе с остеотомией по Raavilainen в три раза чаще проводили структурную пластику вертлужной впадины удаленной головкой бедренной кости, а индивидуально изготовленные ацетабулярные компоненты применялись исключительно в группе с подвертельной укорачивающей остеотомией. После операции относительная длина нижней конечности увеличилась на  $30,1 \pm 10,9$  мм (от 12 до 51 мм) без статистически значимой разницы между группами. Большой вертел сместился на  $47,0 \pm 15,6$  мм (от 5 до 80 мм), офсет увеличился на  $7,4 \pm 3,9$  мм (от 1 до 16 мм).

Результаты анкетирования пациентов до и после эндопротезирования тазобедренного сустава с применением двух вариантов укорачивающей остеотомии представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты анкетирования пациентов до и через 12 мес. после эндопротезирования тазобедренного сустава с применением двух вариантов укорачивающей остеотомии**

Показатель	Группа с подвертельной укорачивающей остеотомией	Группа с проксимальной остеотомией по Raavilainen	Уровень значимости, <i>p</i>	Общее по выборке
Всего ТБС, n (%)	14 (38,9)	22 (61,1)	–	36 (100)
ВАШ до лечения, баллы	$6,1 \pm 1,4$	$6,5 \pm 0,9$	0,532	$6,4 \pm 1,1$
ВАШ после лечения, баллы	$1,4 \pm 1,7^*$	$1,0 \pm 1,9^*$	0,296	$1,1 \pm 1,8^*$
Шкала Харриса до лечения, баллы	$40,2 \pm 9,5$	$36,0 \pm 10,4$	0,170	$37,6 \pm 10,1$
Шкала Харриса после лечения, баллы	$72,9 \pm 20,9^*$	$78,1 \pm 15,3^*$	0,885	$76,1 \pm 17,6^*$
HOOS общий до лечения, баллы	$37,5 \pm 14,8$	$32,8 \pm 10,6$	0,377	$34,6 \pm 12,4$
HOOS общий после лечения, баллы	$69,1 \pm 21,7^*$	$78,2 \pm 15,9^*$	0,253	$74,6 \pm 18,6^*$
HOOS симптомы до лечения, баллы	$41,8 \pm 11,2$	$39,8 \pm 10,3$	0,665	$40,6 \pm 10,5$
HOOS симптомы после лечения, баллы	$77,5 \pm 17,8^*$	$82,7 \pm 13,1^*$	0,311	$80,7 \pm 15,1^*$
HOOS боль до лечения, баллы	$46,3 \pm 21,1$	$41,5 \pm 15,1$	0,490	$43,3 \pm 17,55$
HOOS боль после лечения, баллы	$81,3 \pm 21,8^*$	$90,7 \pm 18,9^*$	0,035	$87,0 \pm 20,3^*$
HOOS функционирование до лечения, баллы	$37,8 \pm 15,6$	$31,8 \pm 11,6$	0,413	$34,2 \pm 13,4$

Показатель	Группа с подвертельной укорачивающей остеотомией	Группа с проксимальной остеотомией по Raavilainen	Уровень значимости, <i>p</i>	Общее по выборке
HOOS функционирование после лечения, баллы	69,0±24,1*	77,7±17,5*	0,267	74,3±20,5*
HOOS спорт до лечения, баллы	20,5±18,9	13,6±16,2	0,311	16,3±17,4
HOOS спорт после лечения, баллы	38,8±22,4*	48,9±20,2*	0,170	45,0±21,3*
HOOS качество жизни до лечения, баллы	25,9±16,1	25,6±15,4	0,936	25,7±15,4
HOOS качество жизни после лечения, баллы	58,5±26,0*	72,2±22,1*	0,089	66,8±24,3*

\* Статистически значимые отличия по сравнению с соответствующими показателями до лечения,  $p < 0,001$ .

Согласно данным анкетирования, функциональный статус пациентов, выражаемый в показателях шкалы Харриса для ТБС, статистически значимо улучшился после оперативного вмешательства в обеих группах по сравнению с результатами до лечения, интенсивность болевого синдрома снизилась, все показатели шкалы HOOS, включая общий, симптоматику, боль, функционирование, спорт и качество жизни, также статистически значимо улучшились ( $p < 0,001$ ). Было установлено, что пациенты старше 45 лет выше оценивали интенсивность испытываемой ими боли в оперируемом ТБС перед операцией, чем пациенты более молодого возраста (6,8±0,9 против 5,9±1,2 соответственно;  $p = 0,036$ ). Статистически значимые различия между двумя группами после операции были установлены только в разделе HOOS, посвященном боли: в группе с укорачивающей остеотомией по Raavilainen результат был лучше ( $p = 0,035$ ). Вероятно, это объясняется более высоким процентом осложнений в группе пациентов, которым выполнялось эндопротезирование ТБС с подвертельной укорачивающей остеотомией. Также было показано, что более высокие показатели раздела HOOS, посвященного спорту, получены у более молодых пациентов в сравнении с пациентами старше 45 лет (52,0±21,4 против 39,4±20,1;  $p = 0,036$ ).

В целом по выборке было установлено развитие различных послеоперационных осложнений в 10 (27,8%) случаях из 36. При этом в группе с подвертельной укорачивающей остеотомией осложнения встречались чаще в 2,4 раза по сравнению с группой пациентов, которым выполнялась укорачивающая остеотомия по Raavilainen — 6 (42,9%) случаев из 14 против 4 (18,2%) случаев из 22 соответственно.

Также необходимо отметить, что в 2 случаях из 10 имелось сочетание сразу нескольких осложнений: интраоперационный перелом проксимального отдела бедренной кости и ранний вывих, интраоперационный перелом проксимального отдела бедренной кости и нейропатия седалищного нерва. Из 10 случаев ревизия потребовалась в четырех, из них в трех бедренный компонент эндопротеза удалось сохранить (табл. 3).

Согласно рентгенографическим данным, консолидация остеотомированных костных фрагментов была достигнута в среднем за 7 мес. (от 6 до 9 мес.). Несращение остеотомированных фрагментов бедренной кости или их фиброзная фиксация после эндопротезирования с укорачивающей остеотомией в целом по выборке зафиксированы в 6 (16,7%) случаях из 36 — в 2 (14,3%) случаях в группе пациентов с подвертельной остеотомией и в 4 (18,2%) в группе с остеотомией по Raavilainen, причем несращение большого вертела или остеотомированных фрагментов бедра наблюдалось исключительно в группе с остеотомией по Raavilainen (4 случая несращения из 4). У одного из этих пациентов несращение большого вертела развилось ввиду отказа фиксирующей конструкции — согласно рентгенограмме, выполненной через 2 нед. после операции во время прохождения пациентом курса реабилитации, произошло смещение фиксирующего кабеля вниз вдоль бедренной кости, что привело к миграции большого вертела. Однако во всех случаях с фиброзной фиксацией или несращением остеотомированных фрагментов бедренной кости состояния либо не сопровождалось болевым синдромом и какими-либо клиническими проявлениями, либо были сопряжены с другими более серьезными осложнениями, поэтому ни в одном

случае не потребовалось реоперации с целью ре-фиксации остеотомированных фрагментов бедра. Согласно данным рентгенографического обследования, у 2 (9,1%) пациентов из группы с остеотомией по Raavilainen прослеживался лизис большого вертела, клинически их не беспокоящий, также

у 2 (9,1%) других пациентов из этой группы вместе с несращением была зафиксирована миграция большого вертела. Мальпозиция компонентов эндопротеза наблюдалась у 4 (18,2%) человек, исключительно в группе с остеотомией по методике Raavilainen.

Таблица 3

**Осложнения и частота ревизионных вмешательств в группах с подвертельной укорачивающей остеотомией и проксимальной остеотомией по Raavilainen при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава пациентам**

Показатель	Группа с подвертельной укорачивающей остеотомией	Группа с проксимальной остеотомией по Raavilainen	Уровень значимости, <i>p</i>	Итого
Всего ТБС, <i>n</i> (%)	14 (38,9)	22 (61,1)	—	36 (100)
<b>Осложнения, всего</b>	6 (42,9)	4 (18,2)	0,140	10 (27,8)
Вывихи, <i>n</i> (%)	1 (7,1), через 10 дней;	3 (13,6), через 11 дней; через 1 мес.; через 2 мес.	1,000	4 (11,1)
Нейропатия седалищного нерва, <i>n</i> (%)	2 (14,3), сразу после вмешательства	0	0,144	2 (5,6)
Асептическое расшатывание вертлужного компонента, <i>n</i> (%)	1 (7,1), через 11 мес.	1 (4,5), через 4 года 11 мес.	1,000	2 (5,6)
Интраоперационный перелом проксимального отдела бедра, <i>n</i> (%)	3 (21,4%), 2 из них в сочетании с др. осложнениями	0	0,051	3 (8,3%), 2 из них в сочетании с др. осложнениями
Инфекция, <i>n</i> (%)	1 (7,1), через 3 мес.	0	0,389	1 (2,8)
<b>Ревизии, всего</b>	2 (14,3)	2 (9,1)	0,634	4 (11,1)
Ревизии по причине расшатывания вертлужного компонента, <i>n</i> (%)	1 (7,1)	1 (4,5)	1,000	2 (5,6)
Ревизии по причине рецидивирующих вывихов, <i>n</i> (%)	0	1 (4,5%)	1,000	1 (2,8%)
Ревизии по причине перипротезной инфекции, <i>n</i> (%)	1 (7,1%)	0	0,389	1 (2,8%)

**Обсуждение**

Предоперационное планирование и тщательный подбор хирургических техник, которые могут предотвратить осложнения или снизить их риск при эндопротезировании ТБС пациентам с дисплазией III и IV степени по Crowe имеют особое значение [19, 20, 21, 22, 23, 24]. При планиро-

вании операции необходимо определить разницу в длине конечностей, особое внимание следует уделить случаям с односторонним вывихом или с имеющимися в анамнезе оперативными вмешательствами. При одностороннем вывихе наблюдается разница в степени распределения нагрузки между конечностями и в интенсивности их роста.

Со временем это может привести к существенной диспропорции между нижними конечностями с разницей в длине контралатеральных бедер и голени, которую возможно определить только по телерентгенограмме [8]. Мы считаем, что во избежание ошибок при планировании коррекции длины оперируемой конечности и определении величины остеотомированного фрагмента бедренной кости в дополнение к обзорным рентгенограммам таза необходимо использовать телерентгенограммы нижних конечностей, так как реальная разница в длине конечностей очень часто оказывается меньше измеряемой только по обзорным рентгенограммам таза. Кроме этого, некоторыми авторами рекомендуется проводить компьютерную томографию, для того чтобы определить форму и размеры бедренного канала, необходимые при подборе бедренного компонента [23]. Одни авторы при выборе ножки отдают предпочтение модульным компонентам ввиду того, что их применение обеспечивает первичную стабильность без дополнительной фиксации, а вращающийся на 360° проксимальный отдел позволяет устранить излишнюю антеверсию [12]. Другие предпочитают использовать клиновидные ножки прямоугольного сечения [13]. В нашем исследовании в большинстве случаев (более 70%) устанавливались конические ножки типа Wagner.

На сегодняшний день нет единой стратегии проведения замены сустава при тяжелой дисплазии. Одни авторы сообщают об успешном применении молатерального аппарата внешней фиксации перед первичным эндопротезированием ТБС при выраженном диспластическом коксартрозе [25], другие — о преимуществах укорачивающих остеотомий [26]. Имеются работы, демонстрирующие положительные результаты эндопротезирования у пациентов с высоким вывихом бедра без укорачивающих остеотомий и краниальным смещением центра ротации [27]. На наш взгляд, восстановление истинного центра ротации ТБС является крайне важным, поэтому в подобных случаях мы склоняемся к выбору в пользу укорачивающих остеотомий бедра. Несмотря на трудновыполнимость, есть немало клинических подтверждений действенности проксимальной остеотомии по Raavilainen и подвертельной укорачивающей остеотомии [7, 19, 20, 23, 28].

G. Grappiolo с соавторами описывают результаты 102 операций с применением подвертельной укорачивающей остеотомии при среднем сроке наблюдения 11,3 года [3]. Среднее значение по шкале Харрис после операции составило 90,3 баллов — отличный результат. Произошло 4 ранних послеоперационных вывиха, лишь в одном случае потребовалось открытое вправление. В одном случае зафиксирован интраоперацион-

ный перелом большого вертела. Несращение зоны остеотомии произошло в 4 случаях. За наблюдаемый авторами период выполнено 5 ревизионных вмешательств по замене вертлужного компонента и 2 — по замене бедренного. Выживаемость бедренного компонента за 10-летний период составила 97,8%. Выживаемость чашки и ножки эндопротеза составила 95,9% при 10-летнем наблюдении. Об эффективных результатах подвертельной укорачивающей остеотомии также сообщают и Е.М. Greber с соавторами, приводя данные о 75% выживаемости в течение 14 лет [22].

Результаты 136 эндопротезирований ТБС при дисплазии с высоким вывихом бедра, выполненных по методике Raavilainen, представлены в работе Р.М. Тихилова с соавторами [9]. Средний срок наблюдений составил 26,3 мес. Среди интраоперационных осложнений преобладали трещины проксимального отдела бедра (14). У 2 пациентов, все еще находящихся на лечении в стационаре, случилось смещение большого вертела, что потребовало его рефиксации. У 1 пациентки вертлужный компонент был установлен ниже вертлужной впадины, ввиду этого была произведена его переустановка в правильное анатомическое положение. Что касается поздних осложнений, то среди них наблюдались: замедленная консолидация в 12 случаях, ложный сустав большого вертела, в основном с переломом фиксирующих винтов — у 13 пациентов, вывих бедра — у 2, нестабильность вертлужного компонента — также у 2 и в 1 случае нестабильность ножки с ее переломом [9].

Эффективность эндопротезирования с укорачивающей остеотомией при тяжелом диспластическом коксартрозе по сравнению со стандартным эндопротезированием ниже, высока частота развития ранних и поздних осложнений [6, 8]. В силу высокой сложности хирургического вмешательства при тяжелой дисплазии ТБС время проведения операции и интраоперационная кровопотеря по сравнению с операцией тотального эндопротезирования в стандартных случаях увеличиваются. Впоследствии это может сказываться на продолжительности восстановительного периода пациента [29]. При применении подвертельной укорачивающей остеотомии возможны такие осложнения, как несращение костных фрагментов в зоне остеотомии, развитие перипротезных переломов [11]. При операциях с использованием проксимальной остеотомии по Raavilainen существуют следующие риски: повреждение седалищного нерва, перфорации и переломы стенок бедренного канала, несращение большого вертела [8, 29]. Результаты представленного исследования согласуются с этими данными, однако был установлен ряд особенностей. Частота развития осложнений составила 27,8%, что намного превышает подобные показате-

тели при стандартном эндопротезировании тазобедренного сустава, однако соответствует частоте неблагоприятных событий при эндопротезировании с укорачивающими остеотомиями, составляющей в среднем  $24,4 \pm 2,0\%$  и в случаях с подвертельной укорачивающей остеотомией способной достигать 41% [12]. Согласно нашим результатам, при выполнении подвертельной укорачивающей остеотомии те или иные осложнения развивались практически у каждого второго пациента, в то время как при укорачивающей остеотомии по Raavilainen — только у каждого пятого пациента. В свою очередь, после выполнения остеотомии по Raavilainen чаще развивалось несращение остеотомированных костных фрагментов. Результаты нашего исследования демонстрируют, что применение модификации укорачивающей остеотомии по Raavilainen, заключающейся в отказе от использования кортикальных винтов для фиксации остеотомированных фрагментов большого вертела, может быть сопряжено с развитием несращения большого вертела и только серкляжной фиксации большого вертела в данном случае не всегда достаточно. По данным нашего исследования, неполная консолидация костных фрагментов и формирование ложного сустава в зоне укорачивающей остеотомии бедра развились в 16,7% случаев, что превышает заявленную в литературе частоту развития подобных осложнений [9, 13]. Нейропатия седалищного нерва встречалась исключительно в группе пациентов, которым выполнялась подвертельная укорачивающая остеотомия. В исследуемой выборке не наблюдалось ни одного случая перипротезного перелома.

Во избежание одного из рисков операции по Raavilainen — раскола стенок узкого костномозгового канала при установке бедренного компонента В.М. Машков с соавторами модифицировали один из этапов методики [23]. Они рекомендуют осуществлять 3 продольных распила на наружно-боковой стенке бедра в проекции наружного бокового доступа к ТБС. Рядом авторов для предупреждения интраоперационного разлома бедра, снижения риска нестабильности и несращения в месте остеотомии применяются кабели, серкляжные швы и пластины [9, 19, 23, 28]. Мы применяли проволочные и/или серкляжные швы в более чем половине случаев.

Многие авторы подчеркивают значимость опыта хирурга в проведении операций с применением подвертельной укорачивающей остеотомии или по методике Raavilainen. Его навыки и умения непосредственно сказываются на эффективности хирургического вмешательства [9, 10, 19, 23]. Повышенная вероятность развития осложнений связана с недостаточным опытом хирурга («кривая обучения») [23]. Для снижения риска воз-

никновения осложнений, которые, к сожалению, присущи каждой из рассматриваемых методик, используются дополнительные техники фиксации, совершенствуются отдельные этапы хирургического вмешательства. Вероятно, достаточно высокий уровень осложнений, который был продемонстрирован в данной работе, связан также с редкостью выполнения операций данного типа в нашем учреждении и «кривой обучения».

Рекомендуемое одномоментное максимальное удлинение конечности при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава составляет 3–4 см [8, 11]. Считается, что превышение этих цифр сопровождается увеличением риска нервно-сосудистых расстройств [20]. Однако, F. Ozan с соавторами приводят мнение об отсутствии корреляции между элонгацией конечности и нейропатией [19]. Причиной данного осложнения исследователи называют контузию нерва, которая может случаться в результате агрессивной техники проведения операции. Авторы представили результаты 32 операций эндопротезирования ТБС с применением подвертельной остеотомии. Среднее удлинение бедра составило 3,2 см, при этом не было зафиксировано ни одного случая постоперационной дисфункции нервов [19]. В нашем исследовании среднее удлинение конечности после операции составило 3 см, нейропатия седалищного нерва развилась в 5,6% изучаемых случаев, исключительно в группе пациентов, которым выполнялась подвертельная укорачивающая остеотомия.

Большинство пациентов, которым рекомендовано эндопротезирование ТБС при дисплазии IV степени по Crowe с высоким вывихом бедра, находятся в молодом возрасте [21, 22, 26, 30]. В связи с этим особое значение имеет восстановление мышечного баланса, что позволяет максимизировать постоперационные результаты лечения [26]. Кроме этого, возраст пациента влияет на эффективность эндопротезирования. Так, оптимальным для тотального эндопротезирования ТБС при дисплазии IV степени является возраст около 40 лет. При более раннем выполнении операции высока вероятность преждевременного ревизионного вмешательства ввиду износа пары трения [9]. В нашей практике присутствовали пациенты моложе 20 лет, для того чтобы максимально отсрочить необходимость замены имплантата, им были установлены имплантаты с парой трения керамика-керамика, которые отличаются особой прочностью и малым износом [22]. По 14-летним наблюдениям за пациентами, которым были установлены эндопротезы с этой парой трения, была зафиксирована выживаемость чашки в 97,9%, ножки в 95,8% и всего имплантата в 95,7% случаев [31]. Что касается пациентов пожилого возраста, то в данном случае сложно достичь ожидаемого функ-



ционального прироста после операции по причине декомпенсации адаптационных возможностей пояснично-крестцового отдела позвоночника и коленного сустава. Возраст старше 60 лет является критическим фактором для выполнения операции эндопротезирования ТБС при дисплазии с вывихом бедра [9].

Как подвертельная укорачивающая остеотомия, так и проксимальная остеотомия по методике Raavilainen при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава, выполненном пациентам с дисплазией III и IV степени по Crowe, обладают хорошими реконструктивными возможностями и достаточной эффективностью. Высокий уровень послеоперационных осложнений, которые развились в 27,8% случаев, можно объяснить тяжелой степенью дисплазии тазобедренного сустава, что обуславливало сложность эндопротезирования у этой группы пациентов, а также трудностью выполнения укорачивающих остеотомий. Хотя процент послеоперационных осложнений в нашей выборке был высок, ревизионное вмешательство потребовалось только в 11,1% случаев, а выживаемость бедренного компонента составила 97,2%.

Определенным ограничением нашей работы является небольшое число наблюдений, что вообще характерно для исследований результатов укорачивающей остеотомии бедра ввиду небольшого числа таких пациентов. Соответственно, нам не удалось выявить явные преимущества какого-либо из описываемых вариантов укорачивающей остеотомии. В своей практике мы отдаем предпочтение подвертельной укорачивающей остеотомии бедренной кости, поскольку, по нашему мнению, она исключает вероятность миграции большого вертела и при правильном выполнении не требует использования дополнительных металлоконструкций, фиксирующих большой вертел. Однако окончательно этот вопрос может быть решен только в последующих исследованиях, желательных имеющих проспективный дизайн и, возможно, с рандомизированным выбором методики укорачивающей остеотомии.

#### Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

#### Конфликт интересов: не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### Вклад авторов

*Корыткин А.А.* — разработка концепции и дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

*Герасимов С.А.* — проведение исследований, редактирование.

*Новикова Я.С.* — координация участников исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка полученных данных, проведение исследований, подготовка текста.

*Ковалдов К.А.* — проведение исследований, подготовка текста.

*Морозова Е.А.* — сбор материала и подготовка базы данных, обзор публикаций по теме статьи, проведение исследований, подготовка текста.

*Королев С.Б.* — разработка, дизайна исследования, редактирование.

*Эль Мудни Ю.М.* — проведение исследований, подготовка текста.

#### Литература [References]

- Zhen P., Liu J., Lu H., Chen H., Li X., Zhou S. Developmental hip dysplasia treated by total hip arthroplasty using a cementless Wagner cone stem in young adult patients with a small physique. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):192. doi: 10.1186/s12891-017-1554-9.
- Lai K.A. Developmental dysplasia and dislocation of the hip in adults. Singapore: Springer; 2018. 117 p. doi: 10.1007/978-981-13-0414-9.
- Grappiolo G., La Camera F., Della Rocca A., Mazziotta G., Santoro G., Loppini M. Total hip arthroplasty with a monoblock conical stem and subtrochanteric transverse shortening osteotomy in Crowe type IV dysplastic hips. *Int Orthop.* 2019;43:77-83. doi: 10.1007/s00264-018-4122-5.
- Necas N., Hrubina M., Melisik M., Cibula Z., Chmurny M., Daniel M., Steno B. Cementless hip arthroplasty and transverse shortening femoral osteotomy with the S-ROM stem for Crowe type IV developmental dysplasia. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29(5):1025-1033. doi: 10.1007/s00590-019-02400-y.
- Sofu H., Kockara N., Gursu S., Issin A., Oner A., Sahin V. Transverse subtrochanteric shortening osteotomy during cementless total hip arthroplasty in Crowe type-III or IV developmental dysplasia. *J Arthroplasty.* 2015;30(6):1019-1023. doi: 10.1016/j.arth.2015.01.045.
- Desteli E.E., Imren Y., Tan E., Erdoğan M., Özcan H. Clinical results of cementless total hip arthroplasty with shortening osteotomy for high dislocation with developmental dysplasia. *Acta Orthop Belg.* 2015;81(1):30-35.
- Rollo G., Solarino G., Carrozzo M., Moretti B. Subtrochanteric femoral shortening osteotomy combined with cementless total hip replacement for Crowe type IV developmental dysplasia: a retrospective study. *J Orthop Traumatol.* 2017;18(4):407-413. doi: 10/1007/s10195-017-0466-7.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб; 2015. Т. II. с. 20-54. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I. [Guide to Hip Surgery]. St. Petersburg; 2015. Vol. II. p. 26-54. (in Russian).
- Тихилов Р.М., Мазуренко А.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Близиюков В.В., Бильк С.С. Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с укорачивающей остеотомией по методике Т. Раавилайнен при полном вывихе бедра. *Травматология и ортопедия России.* 2014;(1):5-15. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-5-15.

- Tikhilov R.M., Mazurenko A.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Bliznyukov V.V., Bilyk S.S. [Results of hip arthroplasty using Paavilainen technique in patients with congenitally dislocated hip]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;71(1):5-15. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-5-15.
10. Павлов В.В., Шнайдер Л.С., Голенков О.И. Алгоритм выбора метода обработки бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава на фоне дисплазии Crowe IV ст. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(6). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25600>. Pavlov V.V., Shnaider L.S., Golenkov O.I. [The selection algorithm femur processing method for hip-joint on the first dysplasia Crowe IV]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2016;(6). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25600>. (In Russian).
  11. Wang D., Li D.H., Li Q., Wang H.Y., Luo Z.Y., Yang Y. et al. Subtrochanteric shortening osteotomy during cementless total hip arthroplasty in young patients with severe developmental dysplasia of the hip. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):491. doi: 10.1186/s12891-017-1857-x.
  12. Тряпичников А.С., Камшилов Б.В., Чегуров О.А., Зайцева О.П., Ермаков А.М. Некоторые аспекты эндопротезирования тазобедренного сустава с подвертельной укорачивающей остеотомией при врожденном вывихе бедра (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):165-176. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-165-176. Tryapichnikov A.S., Kamshilov B.V., Chegurov O.A., Zaitseva O.P., Ermakov A.M. [Some aspects of total hip replacement with subtrochanteric shortening osteotomy in patients with congenital hip dislocation (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):165-176. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-165-176.
  13. Камшилов Б.В., Тряпичников А.С., Чегуров О.К., Жданов А.С., Зайцева О.П. Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):39-47. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47. Kamshilov B.V., Tryapichnikov A.S., Chegurov O.K., Zhdanov A.S., Zaitseva O.P. Features of THA in patients with high congenital hip dislocation. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):39-47. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47.
  14. Crowe J.F., Mani V.J., Ranawat C.S. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61(1):15-23.
  15. Hartofilakidis G., Yiannakopoulos C.K., Babis G.C. The morphologic variations of low and high hip dislocation. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(4):820-824. doi: 10.1007/s11999-008-0131-9.
  16. Harris W.H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1969;51(4):737-755. doi: 10.2106/00004623-196951040-00012.
  17. Huskisson E.C. Measurement of pain. *Lancet*. 1974;304:1127-1131.
  18. Klassbo M., Larsson E., Mannevik E. Hip disability and osteoarthritis outcome score. An extension of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. *Scand J Rheumatol*. 2003;32(1):46-51. doi: 10.1080/03009740310000409.
  19. Ozan F., Uzun E., Gürbüz K., Koyuncu Ş., Altay T., Kayali C. Total hip arthroplasty in the development dysplasia of the hip using transverse subtrochanteric osteotomy. *J Orthop*. 2016;13(4):259-263. doi: 10.1016/j.jor.2016.06.010.
  20. Лоскутов О.А. Эндопротезирование тазобедренного сустава при вывихе бедра диспластического генеза. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2016;(4):84-89. doi: 10.15674/0030-59872016484-89. Loskutov O.A. Total hip replacement in dysplastic hip joint dislocation. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie* [Orthopaedics, traumatology and prosthetics]. 2016;(4):84-89. (In Russian). doi: 10.15674/0030-59872016484-89.
  21. Rasi A.M., Kazemian G., Khak M., Zarei R. Shortening subtrochanteric osteotomy and cup placement at true acetabulum in total hip arthroplasty of Crowe III-IV developmental dysplasia: results of midterm follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(5):923-930. doi: 10.1007/s00590-017-2076-8.
  22. Greber E.M., Pelt C.E., Gililland J.M., Anderson M.B., Erickson J.A., Peters C.L. Challenges in total hip arthroplasty in the setting of developmental dysplasia of the hip. *J Arthroplasty*. 2017;32:S38-S44. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.024.
  23. Машков В.М., Карелкин В.В., Денисов А.О. Отдаленный результат эндопротезирования тазобедренных суставов по методу Т. Паавилайнен при врожденном вывихе бедра. *Избранные вопросы хирургии тазобедренного сустава: сборник научных статей*. 2016:190-195. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28917235>. Mashkov V.M., Karelkin V.V., Denisov A.O. [Long-term outcome of hip arthroplasty according to the method of T. Paavilainen in congenital dislocation of the hip]. *Izbrannye voprosy khirurgii tazobedrennogo sustava: sbornik nauchnykh statei* [Chosen topics in surgery of the hip: collection of scientific articles]. 2016:190-195. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28917235>. (In Russian).
  24. Sakellariou V.I., Christodoulou M., Sasalos G., Babis G.C. Reconstruction of the acetabulum in developmental dysplasia of the hip in total hip replacement. *Arch Bone Joint Surg*. 2014;2(5):130-136.
  25. Корыткин А.А., Смирнов А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт использования аппаратов внешней фиксации в условиях ригидных деформаций тазобедренного сустава на этапе предоперационной подготовки и планирования сложных случаев первичного и ревизионного эндопротезирования. *Гений ортопедии*. 2018;24(1):18-23. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-1-18-23. Korytkin A.A., Smirnov A.A., Zakharova D.V., Novikova I.A.S., Kovaldov K.A., El' Mudni Yu.M. [Experience with external fixation devices during preoperative preparation and planning of primary and revision hip arthroplasty in complicated cases of rigid hip deformity]. *Genij Ortopedii*. 2018;24(1):18-23. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-1-18-23.
  26. Bicanic G., Barbaric K., Bohacek I., Aljinovic A., Delimar D. Current concept in dysplastic hip arthroplasty: techniques for acetabular and femoral reconstruction. *World J Orthop*. 2014;5(4):412-424. doi: 10.5312/wjo.v5.i4.412.

27. Kawai T., Tanaka C., Kanoe H. Total hip arthroplasty for Crowe IV hip without subtrochanteric shortening osteotomy — a long term follow up study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:72. doi: 10.1186/1471-2474-15-72.
28. Ollivier M., Abdel M.P., Krych A.J., Trousdale R.T., Berry D.J. Long-term results of total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe IV developmental dysplasia. *J Arthroplasty.* 2016;31(8):1756-1760. doi: 10.1016/j.arth.2016.01.049.
29. Машков В.М., Долгополов В.В., Шильников В.А., Денисов А.О. Результаты эндопротезирования при двустороннем врожденном вывихе бедра. *Современные проблемы науки и образования.* 2017;(5). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26989>.
- Mashkov V.M., Dolgopolov V.V., Shilnikov V.A., Denisov A.O. [Results of hip arthroplasty with bilateral congenital hip dislocation]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2017;(5). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26989>. (In Russian).
30. Muratli K.S., Karatosun V., Uzun B., Celik S. Subtrochanteric shortening in total hip arthroplasty: biomechanical comparison of four techniques. *J Arthroplasty.* 2014;29(4):836-842. doi: 10.1016/j.arth.2013.09.004.
31. Güçlü B. Cementless total hip arthroplasty with transverse subtrochanteric shortening osteotomy in developmental high dislocated hips and minimum 6 years follow-up. *Ann Orthop Surg Res.* 2019;2(1):1007.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Корыткин Андрей Александрович* — канд. мед. наук, директор ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск

*Герасимов Сергей Александрович* — заведующий ортопедическим отделением (взрослых) Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

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

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

*Морозова Екатерина Александровна* — специалист по социальной работе, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

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

*Эль Мудни Юнес Мустафович* — врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения, Ibn Rochd University Hospital, Касабланка, Марокко

## AUTHORS' INFORMATION:

*Andrey A. Korytkin* — Cand. Sci. (Med.), Director of Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russian Federation

*Sergey A. Gerasimov* — Head of Adult Orthopedics Department, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Yana S. Novikova* — Cand. Sci. (Biol.), Junior Researcher, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Kirill A. Kovaldov* — PhD Student, Orthopedic Surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Ekaterina A. Morozova* — Social Work Specialist, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Svyatoslav B. Korolev* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery Department, Orthopedic Surgeon, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

*Younes M. El moudni* — orthopaedic Surgeon, Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco

## Комментарий к статье «Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III–IV степени по Crowe»

А.В. Мазуренко, И.И. Шубняков

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

## Comment to the Article “Comparative Assessment of Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Paavilainen’s Proximal Osteotomy in Total Hip Arthroplasty for Crowe III–IV Dysplasia”

A.V. Mazurenko, I.I. Shubnyakov

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Дисплазия тазобедренного сустава — это врожденная неполноценность сустава, обусловленная его неправильным развитием, которая может привести к подвывиху или вывиху головки бедренной кости.

Сообщается, что частота дисплазии тазобедренного сустава колеблется от 1,7% до 20,0% в общей популяции, однако большинство исследователей считают, что этот показатель составляет от 3 до 5% [1, 2]. Наиболее высокая распространенность

дисплазии отмечается в Скандинавских странах и ряде стран Юго-Восточной Азии [2], а также в регионах Северного Кавказа [3]. Частота встречаемости полного врожденного вывиха бедра у взрослых пациентов достигает 10% всех случаев дисплазии\*. Тотальное эндопротезирование при дисплазии тазобедренного сустава с вывихом головки бедренной кости является сложной операцией с высокой частотой осложнений, таких как вывих, несращение или неправильное сращение остеотомии, инфекция, преждевременное расшатывание имплантата и повреждение седалищного нерва. В тяжелых случаях дисплазии чрезмерное удлинение нижней конечности может привести к травме седалищного нерва. Вторичная неврологическая боль и связанная с ней мышечная слабость могут затмить отлично проведенное эндопротезирование и привести к неудовлетворенности пациента.

### • Комментарий к статье

Корыткин А.А., Герасимов С.А., Новикова Я.С., Ковалдов К.А., Морозова Е.А., Королёв С.Б., Эль Мудни Ю.М. Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III и IV степеней по Crowe. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):21–35. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-21-35.

\* The Norwegian Arthroplasty Register. Report 2019. 357 p. Available from: [http://nrlweb.ihelse.net/eng/Rapporter/Report2019\\_english.pdf](http://nrlweb.ihelse.net/eng/Rapporter/Report2019_english.pdf).

Мазуренко А.В., Шубняков И.И. Комментарий к статье «Сравнительная оценка подвертельной укорачивающей остеотомии и проксимальной остеотомии по Raavilainen при тотальном эндопротезировании у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава III–IV степени по Crowe». *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):36–39. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-36-39.

**Cite as:** Mazurenko A.V., Shubnyakov I.I. [Comment to the Article “Comparative Assessment of Subtrochanteric Shortening Osteotomy and Paavilainen’s Proximal Osteotomy in Total Hip Arthroplasty for Crowe III–IV Dysplasia”]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):36–39. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-36-39. (In Russian).

✉ Мазуренко Андрей Васильевич / Andrei V. Mazurenko; e-mail: amazurenko.home@inbox.ru

Чтобы избежать этого осложнения, было предложено выполнять проксимальную или подвертельную бедренную остеотомию, если удлинение превышает 4 см [4].

А.А. Корыткин с соавторами в комментируемой статье указывают, что наиболее часто применяемыми техниками укорачивающей остеотомии являются подвертельная укорачивающая остеотомия и проксимальная остеотомия по Raavilainen. Данное исследование интересно тем, что проводится прямое сравнение двух методик, выполняемых одной хирургической бригадой. Не было обнаружено статистически значимой разницы в длительности вмешательства, величине кровопотери и функциональных результатах операции. Однако частота осложнений была в два раза выше при использовании подвертельной остеотомии.

В реальности подвертельная остеотомия используется существенно чаще и значительно большим числом исследователей. Так, за последние 10 лет в системе PubMed по запросу «total hip arthroplasty AND shortening osteotomy» доступно не менее 103 публикаций, в которых анализируются результаты тотального эндопротезирования ТБС при тяжелой степени диспластического коксартроза (Crowe III–IV) с использованием укорачивающей остеотомии. Из них в 85 публикациях описывается применение различных вариантов подвертельной укорачивающей остеотомии, в 8 работах оцениваются результаты эндопротезирования ТБС без укорачивающей остеотомии у пациентов с дисплазией Crowe IV и лишь в 6 статьях оценивается использование других вариантов укорачивающих остеотомий (вертельной, проксимальной), в т.ч. в двух работах указывается на остеотомию по Raavilainen. Во многих работах имеются указания на явные преимущества техники подвертельной остеотомии в сравнении с проксимальной остеотомией: меньшая частота осложнений, более прогнозируемый результат [2, 5].

В то же время в большинстве публикаций количество наблюдений с подвертельной остеотомией варьирует от 6 до 30 операций [6, 7], несколько авторов сообщают о 50–80 случаях такой техники эндопротезирования [8, 9], а максимальная серия наблюдений — 102 случая эндопротезирования ТБС с подвертельной укорачивающей остеотомией у пациентов с дисплазией Crowe IV представлена в исследовании G. Grappiolo с соавторами [10]. При этом частота несращения области остеотомии, согласно данным литературы, варьирует от 0 до 20% [6, 11, 12], а выживаемость составляет от 80–87% в сроки наблюдения 5–6 лет [12, 13] до 100% в срок 8 лет, правда, всего лишь в 6 наблюдениях [6].

Следует отметить, что столь разные результаты связаны со значительной гетерогенностью в хи-

рургической технике. Подвертельная остеотомия может быть поперечная, косая, Z-образная и шевронообразная, в сочетании с различными вариантами костной пластики или без, но каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Помимо этого, эндопротезирование может выполняться с использованием «стандартного» или модульного бедренного компонента и, согласно данным литературы, наилучшие результаты получены при использовании модульной системы S-ROM [6, 9]. Этот бедренный компонент практически идеально подходит для выполнения подвертельной остеотомии — круглая ножка фиксируется дистально в канале бедренной кости, а ротационная стабильность проксимального фрагмента осуществляется широкой модульной проксимальной частью бедренного компонента. В свою очередь, использование стандартных бедренных компонентов требует стабильной фиксации ножки как в дистальной части, так и в проксимальном фрагменте бедра, что достаточно сложно в техническом отношении и нередко приводит к раскалыванию и требует дополнительных фиксирующих элементов в виде серкляжей, костных кортикальных трансплантатов и различных пластин [2, 14, 15].

Укорачивающая остеотомия по Raavilainen предполагает отдельное выполнение задач по фиксации бедренного компонента и по натяжению отводящего аппарата бедра и при этом сочетает в себе преимущество вертельных остеотомий в отношении простоты доступа к вертлужной впадине и подвертельных остеотомий в отношении укорочения длины бедренной кости для предотвращения неврологических осложнений. Кроме того, самая первая серия наблюдений, представленная разработчиком остеотомии в 1993 г., насчитывала 69 наблюдений [16], а в дальнейшем его коллеги представили долгосрочную эффективность этих операций [17]. Наилучшие результаты этой операции представлены В. Thogur с соавторами, продемонстрировавшими 100% выживаемость в сроки от 1,5 до 10 лет в 19 наблюдениях [18].

Наибольший опыт тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием остеотомии по Raavilainen в России, а возможно, и в мире накоплен в РНИИТО им Р.Р. Вредена. Первый опубликованный анализ охватывал 180 операций у 140 пациентов, выполненных одним хирургом (профессором Р.М. Тихиловым). При анализе среднесрочных и отдаленных результатов средние показатели шкалы Харриса выросли с 41,6 (95% ДИ от 40,3 до 43,5) до 79,3 (95% ДИ от 77,9 до 82,7). Ранние осложнения составили 9% (наиболее частыми были трещины проксимального отдела бедренной кости), поздние — 16,7% (ложный сустав и замедленная консолидация большого вертела — 13,9%; вывихи — 1,1%; асепти-

ческое расшатывание компонентов — 1,7%), повторные оперативные вмешательства выполнены в 8,3% случаях [19]. Дальнейшее изучение этого вопроса на основании 561 операции эндопротезирования ТБС у пациентов с высоким вывихом типа C1 и C2 по Hartofilakidis позволило существенно улучшить показатели — общее количество осложнений (ранних и поздних) сократилось до 10%, а общая выживаемость составила 96,1% при среднем сроке наблюдения 69,4 мес. [20]. Значительное число наблюдений позволило выявить особенности проведения операции Raavilainen в зависимости от типа высокого вывиха бедра, определить факторы риска замедленной консолидации большого вертела и установить показания для отказа в укорачивающей остеотомии при эндопротезировании. В частности, наличие ложной вертлужной впадины при типе вывиха C1 по Hartofilakidis и относительно небольшое укорочение позволяют в 50% случаев обойтись без укорачивающей остеотомии [20]. Это подтверждается работами других авторов [21, 22] и показывает гетерогенность группы пациентов с типом дисплазии Crowe IV. Н.У. Ма с соавторами даже предлагают изменить классификацию Crowe, разделив тип Crowe IV на IVA и IVB [23], что уже имеет место в классификации Hartofilakidis с соавторами [24].

В заключение следует отметить, что результаты хирургического лечения пациентов с высоким вывихом бедра зависят от множества факторов, в том числе от анатомических особенностей, подготовленности операционной бригады, оснащения операционной, используемых имплантатов и т.д. Основываясь на данных опубликованных исследований, нельзя однозначно сделать вывод о преимуществе любого из описанных методов укорачивающей остеотомии. Нередко исследования были выполнены на небольших группах пациентов, что не позволяет получить объективную статистическую картину. Можно предположить, что оба метода показывают сравнимые результаты, и выбор метода остается за хирургом, который, основываясь на личных предпочтениях, квалификации и технических возможностях, примет оптимальное решение по технике выполнения операции.

### Литература [References]

- Pun S. Hip dysplasia in the young adult caused by residual childhood and adolescent-onset dysplasia. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(4):427-434. doi: 10.1007/s12178-016-9369-0.
- Bicanic G., Barbaric K., Bohacek I., Aljinovic A., Delimar D. Current concept in dysplastic hip arthroplasty: Techniques for acetabular and femoral reconstruction. *World J Orthop.* 2014;5(4):412-424. doi: 10.5312/wjo.v5.i4.412.
- Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Николаев Н.С., Григоричева Л.Г., Овсянкин А.В., Черный А.Ж. и др. Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(2):81-101. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101.
- Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Nikolaev N.S., Grigoricheva L.G., Ovsyankin A.V., Cherny A.Z., Drozdova P.V. et al. Epidemiology of primary hip arthroplasty: report from register of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(2):81-101. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101.
- Puliero B., Blakeney W.G., Beaulieu Y., Roy A., Vendittoli P.A. Distal femoral shortening osteotomy for treatment of sciatic nerve palsy after total hip arthroplasty – a report of 3 cases. *Acta Orthop.* 2018;89(6):696-698. doi: 10.1080/17453674.2018.1520679.
- Камшилов Б.В., Тряпичников А.С., Чегуров О.К., Жданов А.С., Зайцева О.П. Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с высоким врожденным вывихом бедра. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(4):39-47. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47.
- Kamshilov B.V., Tryapichnikov A.S., Chegurov O.K., Zhdanov A.S., Zaitseva O.P. [features of THA in patients with high congenital hip dislocation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2017;23(4):39-47. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-39-47.
- Ogawa H., Ito Y., Shinozaki M., Matsumoto K., Shimizu K. Subtrochanteric transverse shortening osteotomy in cementless total hip arthroplasty achieved using a modular stem. *Orthopedics.* 2011;34(3):170. doi: 10.3928/01477447-20110124-24.
- Krych A.J., Howard J.L., Trousdale R.T., Cabanela M.E., Berry D.J. Total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe type-IV developmental dysplasia: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92 Suppl 1 Pt 2:176-187. doi: 10.2106/JBJS.J.00061.
- Vreim Holm A.G., Terjesen T., Reikerås O. Subtrochanteric shortening and uncemented arthroplasty in hips with high dislocation - a cohort study with 13-30 years follow-up. *J Orthop.* 2018;16(1):80-85. doi: 10.1016/j.jor.2018.12.005.
- Wang D., Li L.L., Wang H.Y., Pei F.X., Zhou Z.K. Long-Term Results of Cementless Total Hip Arthroplasty With Subtrochanteric Shortening Osteotomy in Crowe Type IV Developmental Dysplasia. *J Arthroplasty.* 2017;32(4):1211-1219. doi: 10.1016/j.arth.2016.11.005.
- Grappiolo G., La Camera F., Della Rocca A., Mazziotta G., Santoro G., Loppini M. Total hip arthroplasty with a monoblock conical stem and subtrochanteric transverse shortening osteotomy in Crowe type IV dysplastic hips. *Int Orthop.* 2019;43(1):77-83. doi: 10.1007/s00264-018-4122-5.
- Desteli E.E., Imren Y., Erdoğan M., Özcan H. Clinical results of cementless total hip arthroplasty with shortening osteotomy for high dislocation with developmental dysplasia. *Acta Orthop Belg.* 2015;81(1):30-35.
- Howie C.R., Ohly N.E., Miller B. Cemented total hip arthroplasty with subtrochanteric osteotomy in dysplastic hips. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(12):3240-3247. doi: 10.1007/s11999-010-1367-8.
- Sofu H., Kockara N., Gursu S., Issin A., Oner A., Sahin V. Transverse Subtrochanteric Shortening Osteotomy During Cementless Total Hip

- Arthroplasty in Crowe Type-III or IV Developmental Dysplasia. *J Arthroplasty*. 2015;30(6):1019-1023. doi: 10.1016/j.arth.2015.01.045.
14. Gong S., Xu W., Wang R., Liu S., Han L., Chen G., Wang B. The causes and management of nonunion of femoral subtrochanteric shortening osteotomy in a THA patient: a case report. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):203. doi: 10.1186/s12891-019-2612-2.
  15. Akman Y.E., Yavuz U., Çetinkaya E., Gür V., Gül M., Demir B. Cementless total hip arthroplasty for severely dislocated hips previously treated with Schanz osteotomy of the proximal femur. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138(3):427-434. doi: 10.1007/s00402-018-2879-z.
  16. Paavilainen T., Hoikka V., Paavolainen P. Cementless total hip arthroplasty for congenitally dislocated or dysplastic hips. Technique for replacement with a straight femoral component. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(297): 71-81.
  17. Eskelinen A., Remes V., Ylinen P., Helenius I., Tallroth K., Paavilainen T. Cementless total hip arthroplasty in patients with severely dysplastic hips and a previous Schanz osteotomy of the femur: techniques, pitfalls, and long-term outcome. *Acta Orthop*. 2009;80(3):263-269. doi: 10.3109/17453670902967273.
  18. Thorup B., Mechlenburg I., Søballe K. Total hip replacement in the congenitally dislocated hip using the Paavilainen technique: 19 hips followed for 1.5-10 years. *Acta Orthop*. 2009;80(3):259-62. doi: 10.3109/17453670902876789.
  19. Тихилов Р.М., Мазуренко А.В., Шубняков И.И., Денисов А.О., Близняков В.В., Билык С.С. Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с укорачивающей остеотомией по методике Т. Паавилайнен при полном вывихе бедра. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):5-15. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-5-15. Tikhilov R.M., Mazurenko A.V., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Bliznyukov V.V., Bilyk S.S. Results of hip arthroplasty using Paavilainen technique in patients with congenitally dislocated hip. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(1):5-15. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-5-15.
  20. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Плиев Д.Г., Шубняков М.И., Ваграмян А.Г., Авдеев А.И. Имеется ли клинический смысл в разделении врожденного вывиха бедра у взрослых на типы С1 и С2 по Hartofilakidis? *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):9-24. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-9-24. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Pliev D.G., Shubnyakov M.I., Vahramyan A.G., Avdeev A.I. Is the Any Clinical Importance for Separation Congenitally Dislocated Hip in Adults into Types C1 and C2 by Hartofilakidis? *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(3):9-24. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-9-24.
  21. Tahta M., Isik C., Uluyardimci E., Cepni S., Oltulu I. Total hip arthroplasty without subtrochanteric femoral osteotomy is possible in patients with Crowe III/IV developmental dysplasia: total hip arthroplasty without femoral osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019. Dec 7. doi: 10.1007/s00402-019-03320-6. [Epub ahead of print].
  22. Li H., Yuan Y., Xu J., Chang Y., Dai K., Zhu Z. Direct Leverage for Reducing the Femoral Head in Total Hip Arthroplasty Without Femoral Shortening Osteotomy for Crowe Type 3 to 4 Dysplasia of the Hip. *J Arthroplasty*. 2018;33(3):794-799. doi: 10.1016/j.arth.2017.09.011.
  23. Ma H.Y., Zhou Y.G., Zheng C., Cao W.Z., Wang Sen, Wu W.M. et al. [New classification of Crowe type IV developmental dysplasia of the hip]. *Zhongguo Gu Shang*. 2016;29(2):119-124. (In Chinese).
  24. Hartofilakidis G., Yiannakopoulos C.K., Babis G.C. The morphologic variations of low and high hip dislocation. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(4):820-824. doi: 10.1007/s11999-008-0131-9.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мазуренко Андрей Васильевич — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

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

#### AUTHORS' INFORMATION:

Andrei V. Mazurenko — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Igor I. Shubnyakov — Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

## Факторы риска развития перипротезной инфекции после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава

А.А. Мясоедов<sup>1</sup>, С.С. Торопов<sup>1</sup>, Г.В. Березин<sup>1</sup>, В.В. Карелкин<sup>1</sup>, З.А. Тотоев<sup>1</sup>,  
И.И. Шубняков<sup>1</sup>, Р.М. Тихилов<sup>1,2</sup>

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

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

### Реферат

Развитие перипротезной инфекции (ППИ) после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава влечет за собой тяжелые хирургические и социально-экономические проблемы. Наряду с совершенствованием технического обеспечения артропластики и схем антибиотикопрофилактики ключевым моментом в снижении частоты инфекционных осложнений является прогнозирование ее развития у конкретного пациента. **Основная цель** нашего исследования — попытаться определить отличительные особенности наших пациентов, у которых развились инфекционные осложнения после первичного эндопротезирования ТБС в сравнении с пациентами с благополучным исходом артропластики. **Материал и методы.** Выполнено одноцентровое ретроспективное исследование, основанное на данных медицинской документации 249 пациентов, перенесших первичное эндопротезирование тазобедренного сустава в клинике с 2011 по 2018 г. В основную группу вошли все известные случаи ППИ за указанный период (115 наблюдений). Контрольная группа была сформирована случайным образом из 134 пациентов независимо от причины эндопротезирования без послеоперационных инфекционных осложнений. Сравнительный анализ групп был направлен на выявление ключевых предоперационных, интраоперационных и послеоперационных факторов развития ППИ, а также их сочетаний характерных для наших пациентов. **Результаты.** В группу с повышенным риском развития инфекционных осложнений вошли пациенты, перенесшие ранее операции на данном суставе ( $p < 0,001$ ), с ИМТ  $> 40$  кг/м<sup>2</sup> ( $p = 0,170$ ), исходным гемоглобином  $< 115$  г/л ( $p = 0,063$ ), длительностью операции  $> 90$  мин ( $p < 0,001$ ), интраоперационной кровопотерей  $> 410$  мл ( $p < 0,001$ ), показателями СРБ  $> 69$  мг/л на 4–5-е сут. после операции ( $p < 0,001$ ), а также с сочетанием 4 и более вышеуказанных факторов ( $p < 0,001$ ). **Заключение.** Мы полагаем, что коррекция тактики ведения пациентов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава с учетом выявленных факторов риска позволит уменьшить частоту развития ППИ.

**Ключевые слова:** эндопротезирование тазобедренного сустава, осложнения эндопротезирования, перипротезная инфекция, факторы риска инфекционных осложнений эндопротезирования.

Мясоедов А.А., Торопов С.С., Березин Г.В., Карелкин В.В., Тотоев З.А., Шубняков И.И., Тихилов Р.М. Факторы риска развития перипротезной инфекции после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):40-47. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-40-47.

**Cite as:** Myasoedov A.A., Toropov S.S., Berezin G.V., Karelkin V.V., Totoev Z.A., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M. [Risk Factors for Prosthetic Joint Infection after Primary Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):40-47. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-40-47. (In Russian).

✉ Мясоедов Алексей Андреевич / Alexey A. Myasoedov; e-mail: aamyasoedov@rniito.ru

Рукопись поступила/Received: 10.02.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 02.03.2020.



## Risk Factors for Prosthetic Joint Infection after Primary Hip Arthroplasty

A.A. Myasoedov<sup>1</sup>, S.S. Toropov<sup>1</sup>, G.V. Berezin<sup>1</sup>, V.V. Karelkin<sup>1</sup>, Z.A. Totoev<sup>1</sup>, I.I. Shubnyakov<sup>1</sup>, R.M. Tikhilov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

### Abstract

Prosthetic joint infection (PJI) after primary hip arthroplasty (PHA) in most cases results in severe surgical and socio-economic problems. Along with improving the technical support of arthroplasty and antibiotic prevention schemes, a key point in reducing the rate of infectious complications is predicting of PJI in each individual patient. The **purpose of the study** was to reveal the key features of our patients with infectious complications after PHA in comparison with the patients with a successful outcome of arthroplasty. **Materials and Methods.** The outcomes of 249 cases of PHA were evaluated retrospectively. 115 of them subsequently developed PJI (main group) and 134 were without infectious complications (control group). The comparative analysis of the groups was aimed at identifying the key preoperative, intraoperative and postoperative factors for PJI, as well as combinations of the factors characteristic for our patients. **Results.** The risk group for the development of infectious complications included patients undergone hip surgery ( $p < 0.001$ ), body mass index  $> 40 \text{ kg/m}^2$  ( $p = 0.170$ ), preoperative hemoglobin  $< 115 \text{ g/L}$  ( $p = 0.063$ ), duration of the operation  $> 90 \text{ min}$  ( $p < 0.001$ ), intraoperative blood loss  $> 410 \text{ ml}$  ( $p < 0.001$ ), CRP  $> 69 \text{ mg/L}$  on day 4<sup>th</sup> to 5<sup>th</sup> after PHA ( $p < 0.001$ ), as well as a combination of 4 or more of the above factors ( $p < 0.001$ ). **Conclusion.** We believe that the correction of the management tactics of such patients taking into account the identified risk factors will reduce the incidence of PJI after PHA.

**Keywords:** revision hip arthroplasty, complications of arthroplasty, prosthetic joint infection, risk factors of infectious complications after arthroplasty.

### Введение

В настоящее время тотальное эндопротезирование (ТЭП) тазобедренного сустава (ТБС) является одним из самых востребованных ортопедических вмешательств в мире [1, 2]. Это объясняется высокой клинической и экономической эффективностью методики при лечении как травм, так и различных заболеваний тазобедренного сустава [3, 4, 5, 6]. К сожалению, прогрессивное увеличение количества операций первичной артропластики, помимо повышения доступности этого вида помощи, имеет и свои негативные последствия, заключающиеся в прямо пропорциональном росте числа ревизионных оперативных вмешательств [7, 8]. Причины ревизий первично установленных имплантатов весьма разнообразны, а результаты ревизионных вмешательств не столь предсказуемы в сравнении с первичной тотальной артропластикой ТБС [9, 10]. Бесспорно, в ряде случаев при достаточной подготовке хирурга и хорошем оснащении клиники можно и при ревизионном вмешательстве добиться прекрасного результата [11], однако лишь в тех случаях, когда вопрос не касается перипротезной инфекции (ППИ).

С одной стороны, по данным литературы, частота развития ППИ не превышает 3% за все время службы имплантата [12, 13]. С другой стороны, каждый конкретный случай ППИ имеет разрушительные последствия, ставя под сомнение не только дальнейшую функцию конечности, но, в ряде случаев, даже жизнь пациента [14, 15]. Помимо этого, необходимость длительного пребывания этих пациентов в стационаре и потребность в повторных оперативных вмешательствах значительно увеличивает финансовые затраты клиники на лечение инфекционных осложнений [16]. От развития ППИ после первичного ТЭП ТБС не может застраховать ни сверхсовременное оснащение операционных залов, ни абсолютно корректные схемы антибактериальной профилактики, а их возникновение возможно как в ближайшем послеоперационном периоде, так и спустя длительный срок после установки имплантата [7, 17]. Поэтому выявление и актуализация факторов риска, повышающих вероятность развития инфекции для каждого конкретного пациента, остается одной из ключевых задач научных исследований [18]. В литературе содержатся противоречивые сведения относительно значимости различных предик-

торов развития ППИ, таких как ИМТ, пол, возраст, наличие сопутствующих заболеваний и т.д., а значимость этих факторов может существенно варьировать между популяциями пациентов [19].

Исходя из этого, основная **цель** нашего исследования — попытаться определить отличительные особенности наших пациентов, у которых развились инфекционные осложнения после первичного эндопротезирования ТБС в сравнении с пациентами с благополучным исходом артропластики.

## Материал и методы

### Дизайн исследования

Одноцентровое ретроспективное поперечное исследование базировалось на данных медицинской документации 249 пациентов, перенесших первичное ТЭП ТБС с 2011 по 2018 г.

В основную группу вошли все известные нам случаи ППИ после первичного ТЭП ТБС за указанный период (115 наблюдений). Контрольная группа была сформирована случайным образом из 134 пациентов независимо от причины эндопротезирования ТБС без послеоперационных инфекционных осложнений, прооперированных в тот же период.

Для оценки корректности получаемых результатов мы сопоставили данные пациентов основной и контрольной групп по полу, возрасту и причине выполнения эндопротезирования с данными регистра эндопротезирования НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена за указанный период (все имеющиеся сведения доступны в 18404 записях с 2011 по 2018 г.). В дальнейшем, поскольку регистр эндопротезирования не предполагает отражения ряда интересующих нас критериев, анализ производился только между основной и контрольной группами пациентов. Были проанализированы следующие факторы.

*Факторы, связанные с пациентом:*

- возраст;
- пол;
- ИМТ;
- сопутствующая патология: системные заболевания (СЗ), сахарный диабет (СД), патология сердечно-сосудистой системы (ССС), дыхательной системы (ДС), пищеварительной (ЖКТ) и мочевыделительной (МВС) систем, вирусные гепатиты и ВИЧ;
- предшествующие операции на суставе;
- исходные показатели анализов крови: гемоглобин (Hb), лейкоциты (WBC), эритроциты (RBC), тромбоциты (PLT), скорость оседания эритроцитов (СОЭ), общий белок (ОБ), С-реактивный белок (СРБ).

*Факторы, связанные с операцией:* хирургическая бригада, продолжительность операции, объем кровопотери, тип фиксации имплантата, способ ушивания раны (прерывный и непрерывный тип шва), выполнение гемотрансфузии.

*Показатели послеоперационного периода:* динамика нормализации анализов крови (Hb, WBC, RBC, PLT, СОЭ, ОБ, СРБ), сроки активизации пациента, послеоперационный койко-день.

Также оценивалось влияние использовавшихся у данных пациентов схем антибактериальной (парентерально до 3 сут. с момента операции включительно и более 3 сут.) и антикоагуляционной профилактики (НМГ с переводом на 7-е сут. на пероральный прием антагониста витамина К (АВК) и НМГ с переводом на 3-и сут. на прямые пероральные антикоагулянты (ПОАК)).

### Статистический анализ

Расчеты производились в программах Excel for Windows (Microsoft, USA) и SPSS (version 23.0). Использовались методы описательной статистики, представление абсолютных значений и долевые соотношения. Для количественных переменных указывались средние значения, 95% доверительный интервал и медиана. При сравнении средних использовался непараметрический критерий Манна–Уитни. Сравнение долей осуществлялось с помощью  $\chi^2$ , в ряде случаев выполнялся расчет отношения шансов.

### Результаты

Не было обнаружено статистически значимых различий по полу и возрасту между группой ППИ, контрольной группой и общей популяцией наших пациентов, оцененной по данным регистра эндопротезирования НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена (табл. 1). Однако в группе ППИ доля мужчин была самой высокой.

Также все изучаемые группы были близки в процентном соотношении по причине, приведшей к выполнению первичного эндопротезирования ТБС (табл. 2).

В ходе дальнейшего сопоставления основной и контрольной групп по различным предоперационным факторам нам не удалось обнаружить статистически значимой связи между развитием ППИ и сопутствующими заболеваниями и гематологическими показателями. В то же время, наличие выполненных ранее оперативных вмешательств на суставе являлось статистически значимым фактором риска развития инфекционных осложнений. Определенное влияние демонстрировали также уровень исходного гемоглобина  $<115$  г/л и индекс массы тела  $>40$  кг/м<sup>2</sup> (табл. 3).

Таблица 1

**Сравнение пациентов трех групп по полу и возрасту**

Показатель	Группа ППИ (1)	Контрольная группа (2)	Регистр НМИЦ ТО (3)	<i>p</i> 1vs3	<i>p</i> 2vs3
Возраст, лет (95% ДИ)	57,1 (55,4–59,9)	57,7 (54,5–59,6)	59,2 (58,9–61,1)	0,442	0,412
Муж. / жен.	45/70 39,1 / 60,9%	44/90 32,8 / 67,2%	6736/11668 36,6 / 63,4%	0,302	0,575

Таблица 2

**Структура патологии, являющейся причиной эндопротезирования тазобедренного сустава в группах исследования (n/%)**

Исходная патология	Группа ППИ (1)	Контрольная группа (2)	Регистр НМИЦ ТО (3)	<i>p</i> 1vs2	<i>p</i> 1vs3
Идиопатический коксартроз	38 / 33,04	43 / 32,09	7074 / 38,44	0,873	0,236
Дисплазия	28 / 24,35	33 / 24,63	4996 / 27,15	0,960	0,502
Остеонекроз	22 / 19,13	23 / 17,16	2738 / 14,88	0,688	0,202
Посттравматический коксартроз	14 / 12,17	18 / 13,43	1776 / 9,65	0,768	0,362
Ложный сустав шейки бедренной кости	6 / 5,22	8 / 5,97	932 / 5,06	0,798	0,836
Системные заболевания	6 / 5,22	8 / 5,97	740 / 4,02	0,798	0,516
Костный анкилоз	1 / 0,87	1 / 0,75	148 / 0,80	0,547	0,938

Таблица 3

**Предоперационные факторы, оказывающие влияние на развитие ППИ в группах**

Фактор	Группа ППИ	Контрольная группа	<i>p</i>
Предшествующие операции OR = 2,871 (95% ДИ 1,539–5,356)	37/115 (32,17%)	19/134 (14,18%)	<0,001
Гемоглобин <115 OR = 2,457 (95% ДИ 0,815–7,411)	10/115 (8,70%)	5/134 (3,73%)	0,170
ИМТ >40 кг/м <sup>2</sup> OR = 4,935 (95% ДИ 1,026–23,727)	8/115 (6,96%)	2/134 (1,49%)	0,063

Анализ факторов, связанных с операцией, не выявил статистически значимого влияния на развитие ППИ состава хирургической бригады (*p* = 0,613), типа фиксации компонентов (*p* = 0,712), способа ушивания раны (*p* = 0,584) и выполнения трансфузии (*p* = 0,529).

Риск развития ППИ возрастал при длительности оперативного вмешательства >95 мин. и коррелирующей с ней (*R*<sup>2</sup> linear = 0,521) средней интраоперационной кровопотерей >410 мл (табл. 4).

При анализе особенностей послеоперационного периода нам не удалось установить статистически значимую зависимость частоты развития инфекционных осложнений от большинства общих (койко-день, антибиотикопрофилактика, антикоагулянты) и лабораторных показателей (Hb, WBC, RBC, PLT, СОЭ, ОБ).

Единственным лабораторным показателем, демонстрирующим риск развития ППИ, был уровень СРБ >69 мг/л на 4–5-е сутки после операции, OR = 5,304 (95% ДИ 2,555–11,012), *p* < 0,001.

Таблица 4

**Интраоперационные факторы, оказывающие влияние на развитие ППИ в группах**

Фактор	Группа ППИ	Контрольная группа	<i>p</i>
Длительность операции >95 мин. OR = 2,753 (95% ДИ 1,537–4,932)	49/115 (42,61%)	28/134 (20,89%)	<0,001
Кровопотеря >410 мл OR = 2,905 (95% ДИ 1,613–5,233)	49/115 (42,61%)	27/113 (20,14%)	<0,001

Дополнительно оценивали сочетание 6 ранее выявленных факторов риска развития инфекционных осложнений в исследуемых группах. В группе ППИ только у 4 пациентов (3,48%) не было выявлено факторов риска, у одного пациента (0,87%) при-

сутствовал один фактор, тогда как в контрольной группе у 52,99% пациентов было не более одного фактора (табл. 5). Статистически значимая разница выявлена у пациентов с 4 и более факторами риска, OR = 32,0 (95% ДИ 13,014–78,684), *p*<0,001.

Таблица 5

**Комбинация факторов риска развития ППИ в группах, *n*/%**

Количество факторов риска	Группа ППИ	Контрольная группа
Нет факторов риска	4 / 3,48	16 / 11,94
1 фактор риска	1 / 0,87	55 / 41,04
2 фактора риска	18 / 15,65	39 / 29,10
3 фактора риска	24 / 20,87	18 / 13,43
4 фактора риска	25 / 21,74	3 / 2,24
5 факторов риска	26 / 22,61	3 / 2,24
6 факторов риска	17 / 14,78	–

**Обсуждение**

В структуре осложнений первичного эндопротезирования тазобедренного сустава инфекции по-прежнему занимают значительное место. В ряде публикаций существуют указания на связь частоты развития ППИ с полом, возрастом, сопутствующими заболеваниями и исходной патологией ТБС, приведшей к выполнению эндопротезирования [20, 21, 22]. Вполне возможно, что высокий риск развития ППИ у мужчин может быть обусловлен исходно большей мышечной массой, а следовательно, и более травматичными операциями, ведущими к значительному повреждению тканей, а также большей распространенностью у мужчин вредных привычек — курения и алкоголизма. Также нет оснований сомневаться в том, что воспалительные артропатии или гормон-индуцированный остеонекроз головки бедренной кости, а также пожилой возраст и сахарный диабет могут быть самостоятельными факторами риска развития инфекционных осложнений. Однако в нашем исследовании связи развития ППИ с полом, возрастом, сопутствующими заболеваниями установ-

лено не было (*p*>0,05 во всех случаях). Возможно, риск зависит не от наличия заболевания, а от степени его тяжести и влияния на процессы заживления раны.

Результаты выполненного нами исследования показали, что статистически значимыми предикторами ППИ, связанными с пациентами, являлись операции на суставе в анамнезе, что согласуется с результатами других исследователей [16, 22, 23]. Также выявлена статистически не значимая связь развития ППИ с ИМТ более 40 кг/м<sup>2</sup> и показателями исходного гемоглобина менее 115 г/л.

Не менее важными считаются потенциальные факторы риска, связанные с операцией. В настоящее время активно обсуждается роль метода фиксации компонентов в развитии инфекционных осложнений области оперативного вмешательства. Так, использование костного цемента, не импрегнированного антибактериальным препаратом, значительно повышает риск развития ППИ [24, 25]. В то же время в Норвегии и Швеции прослеживается тенденция к увеличению риска развития

ППИ при использовании бесцементных имплантатов [26]. Не менее дискуссионными остаются вопросы влияния на развитие ППИ ирригации раны, типа шва, опыта хирурга, вентиляции операционного зала [22, 27, 28]. Исходя из этого, нами была оценена роль основных факторов в развитии ППИ — какой-либо статистически значимой зависимости установлено не было. У наших пациентов ключевую роль играла травматичность оперативного вмешательства, выраженная в длительности операции более 95 мин. и кровопотере более 410 мл ( $p < 0,001$  в обоих случаях). Причем фактор хирурга в нашем случае был минимизирован, поскольку все хирургические бригады имели значительный опыт выполнения данных операций. Анализ показал, что превышение указанных выше пороговых величин напрямую связано с двумя ранее выявленными «факторами пациента». В частности, более травматичные случаи эндопротезирования фиксировались в группе пациентов с предшествующими операциями на суставе и ожирением. Данный факт вполне прогнозируем и не отличался от данных других исследователей [22, 26].

При анализе послеоперационного периода мы не нашли статистически значимой зависимости между развитием инфекции и применяемыми схемами антибактериальной и антикоагуляционной профилактики, несмотря на указание важности данных критериев в профилактике развития ППИ в литературе [22, 29, 30, 31]. Возможной причиной этого является то, что при лечении всех пациентов не допускалось отступления от схем антибактериальной и антикоагуляционной профилактики, принятых в нашем учреждении.

В настоящее время ряд исследователей указывают на необходимость не только изолированной оценки того или иного фактора риска, но и комплексного подхода к пониманию их сочетаний у каждого конкретного пациента [14, 15]. Вероятно, наличие у пациента в анамнезе только лишь оперативного вмешательства на суставе при корректной антибактериальной профилактике не будет столь критично с точки зрения развития инфекционных осложнений. Но сочетание этого фактора с длительной операцией, обусловленной техническими трудностями, и значительной кровопотерей существенно повышают риск развития инфекционного процесса [22].

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что инфекция по-прежнему занимает значительное место среди причин ревизии после тотальной артропластики тазобедренного сустава.

Наше исследование, как и большинство подобных работ, имеет существенное ограничение по размерам групп наблюдения, но выявленные статистически значимые факторы риска должны учи-

тываться хирургами при определении показаний к операции и возможно требуют более серьезных мер профилактики инфекционных осложнений.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

*Мясоедов А.А.* — координация участников исследования, интерпретация и анализ полученных данных, статистическая обработка полученных данных, подготовка текста.

*Торопов С.С.* — сбор и обработка материала.

*Березин Г.В.* — сбор и обработка материала.

*Карелкин В.В.* — сбор и обработка материала.

*Тотоев З.А.* — анализ и интерпретация полученных данных.

*Шубняков И.И.* — анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка полученных данных, редактирование.

*Тихилов Р.М.* — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

## Литература [References]

1. Maradit Kremers H., Larson D.R., Crowson C.S., Kremers W.K., Washington R.E., Steiner C.A. et al. Prevalence of Total Hip and Knee Replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(17):1386-1397. doi: 10.2106/JBJS.N.01141.
2. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Николаев Н.С., Григоричева Л.Г., Овсянкин А.В., Черный А.Ж. и др. Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(2): 81-101. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101. Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Nikolaev N.S., Grigorieva L.G., Ovsyankin A.V., Cherny A.Z. et al. [Epidemiology of primary hip arthroplasty: report from register of Vreden Russian Research Institute of traumatology and orthopedics]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(2): 81-101. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101. (In Russian).
3. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Плиев Д.Г., Карелкин В.В., Березин Г.В. Эндопротезирование тазобедренного сустава при костных анкилозах различной этиологии, причины и результаты. *Современные проблемы науки и образования.* 2018;(2). Режим доступа: <https://www.science-education.ru/article/view?id=27426>. doi: 10.17513/spno.27426. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Myasoedov A.A., Pliev D.G., Karelkin V.V., Berezin G.V. [Total hip in case of hip bone ankylosis different etiology, reason and result OTAL]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2018;(2). Available from: <https://www.science-education.ru/article/view?id=27426>. doi: 10.17513/spno.27426. (In Russian).

4. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Чёрный А.Ж. Обеспечивают ли новые и более дорогие имплантаты лучший результат эндопротезирования тазобедренного сустава? *Травматология и ортопедия России*. 2015;(1):5-20. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-30-36. Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Cherny A.Z. [Do new and more expensive implants provide better outcomes in total hip arthroplasty?]. *Ttravmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(1): 5-20. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-1-30-36. (In Russian).
5. Afzal I., Radha S., Smoljanović T., Stafford G.H., Twyman R., Field R.E. Validation of revision data for total hip and knee replacements undertaken at a high volume orthopaedic centre against data held on the National Joint Registry. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):318. doi: 10.1186/s13018-019-1304-1309.
6. Pabinger C., Lothaller H., Portner N., Geissler A. Projections of hip arthroplasty in OECD countries up to 2050. *Hip Int*. 2018;28(5):498-506. doi: 10.1177/1120700018757940.
7. 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. Р.Р. Вредена, 2019. 314 с. ISBN 978-5-6040358-0-1. [Proceedings of the Second International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection]. Translation by R.M. Tikhilov et al. St. Petersburg, 2019. 314 p. (In Russian). ISBN 978-5-6040358-0-1.
8. Varnum C. Outcomes of different bearings in total hip arthroplasty – implant survival, revision causes, and patient-reported outcome. *Dan Med J*. 2017;64(3). pii: B5350.
9. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ахмедиллов М.А., Черный А.Ж., Тотоев З.А. и др. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):9-27. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27. Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Akhmedilov M.A., Cherny A.Z., Totoyev Z.A. et al. [What Has Changed in the Structure of Revision Hip Arthroplasty?]. *Ttravmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(4): 9-27. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27. (In Russian).
10. Kovochich M., Finley B.L., Novick R., Monnot A.D., Donovan E., Unice K.M. et al. Understanding outcomes and toxicological aspects of second generation metal-on-metal hip implants: a state-of-the-art review. *Crit Rev Toxicol*. 2018;48(10):853-901. doi: 10.1080/10408444.2018.1563048.
11. Postler A.E., Beyer F., Wegner T., Lütznert J., Hartmann A., Ojodu I., Günther K.P. Patient-reported outcomes after revision surgery compared to primary total hip arthroplasty. *Hip Int*. 2017;27(2):180-186. doi: 10.5301/hipint.5000436.
12. Toms A.D., Davidson D.C., Masri B.A., Duncan C.P. The management of peri-prosthetic infection in total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg*. 2006;88(2):149-155. doi: 10.1302/0301-620x.88b2.17058.
13. Osmon D.R., Berbari E.F., Berendt A.R., Lew D., Zimmerli W., Steckelberg J.M. et al. Executive summary: diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2013;56:1-10. doi: 10.1093/cid/cis966.
14. Kurtz S.M., Lau E.C., Son M.S., Chang E.T., Zimmerli W., Parvizi J. Are We Winning or Losing the Battle With Periprosthetic Joint Infection: Trends in Periprosthetic Joint Infection and Mortality Risk for the Medicare Population. *J Arthroplasty*. 2018;33(10):3238-3245. doi: 10.1016/j.arth.2018.05.042.
15. Lee H.D., Prashant K., Shon W.Y.. Management of Periprosthetic Hip Joint Infection. *Hip Pelvis*. 2015;27(2):63-71. doi: 10.5371/hp.2015.27.2.63.
16. Triantafyllopoulos G.K., Soranoglou V.G., Memtsoudis S.G., Sculco T.P., Poultsides L.A. Rate and Risk Factors for Periprosthetic Joint Infection Among 36,494 Primary Total Hip Arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2018;33(4):1166-1170. doi: 10.1016/j.arth.2017.11.040.
17. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Билык С.С. Структура ранних ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(2):5-13. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. [The structure of early revisions after hip replacement]. *Ttravmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(2):5-13. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
18. Pedersen A.B., Svendsen J.E., Johnsen S.P., Riis A., Overgaard S. Risk factors for revision due to infection after primary total hip arthroplasty. A population-based study of 80,756 primary procedures in the Danish Hip Arthroplasty Registry. *Acta Orthop*. 2010;81(5):542-547. doi: 10.3109/17453674.2010.519908.
19. Cordero-Ampuero J., de Dios M. What Are the Risk Factors for Infection in Hemiarthroplasties and Total Hip Arthroplasties? *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(12): 3268-3277. doi: 10.1007/s11999-010-1411-8.
20. Kurtz S.M., Ong K.L., Lau E., Bozic K.J., Berry D., Parvizi J. Prosthetic Joint Infection Risk after TKA in the Medicare Population. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(1):52-56. doi: 10.1007/s11999-009-1013-5.
21. Myers T.G., Mihalko W.M., Brown T.E., Saleh K.J., Cui Q. Outcomes of total hip arthroplasty for osteonecrosis of the hip: systemic review and meta-analyses. *Curr Orthop Pract*. 2010;21(1):81-88. doi: 10.1097/BCO.0b013e3181b9b227.
22. Alamanda V.K., Springer B.D. The prevention of infection: 12 modifiable risk factors. *Bone Joint J*. 2019;101-B(1\_Suppl A):3-9. doi: 10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0235.R1.
23. Kunutsor S.K., Whitehouse M.R., Blom A.W., Beswick A.D. Patient-Related Risk Factors for Periprosthetic Joint Infection after Total Joint Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(3):e0150866. doi: 10.1371/journal.pone.0150866.
24. Hooper G.J., Rothwell A.G., Stringer M., Frampton C. Revision following cemented and uncemented primary total hip replacement: a seven-year analysis from the New Zealand Joint Registry. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(4):451-458. doi: 10.1302/0301-620X.91B4.21363.
25. Jämsen E., Huhtala H., Puolakkala T., Moilanen T. Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43,149 cases. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91(1):38-47. doi: 10.2106/JBJS.G.01686.
26. Havelin L.I., Fenstad A.M., Salomonsson R., Mehnert F., Furnes O., Overgaard S. et al. The Nordic Arthroplasty

- Register Association. A unique collaboration between 3 national hip arthroplasty registries with 280,201 THRs. *Acta Orthop.* 2009;80(4):393-401. doi: 10.3109/17453670903039544.
27. Taaffe K., Lee B., Ferrand Y., Fredendall L., San D., Salgado C. et al. The influence of traffic, area location, and other factors on operating room microbial load. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2018;39(4):391-397. doi: 10.1017/ice.2017.323.
28. Weiser M.C., Shemesh S., Chen D.D., Bronson M.J., Moucha C.S. The effect of door opening on positive pressure and airflow in operating rooms. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(5):e105-e113. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00891.
29. Fernández A.H., Monge V., Garcinuño M.A. Surgical antibiotic prophylaxis: effect in postoperative infections. *Eur J Epidemiol.* 2001;17(4):369-374. doi: 10.1023/A:101279433.
30. Wilson D.G., Poole W.E., Chauhan S.K., Rogers B.A. Systematic review of aspirin for thromboprophylaxis in modern elective total hip and knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2016;98-B(8):1056-1061. doi: 10.1302/0301-620X.98B8.36957.
31. George D.A., Drago L., Scarponi S., Gallazzi E., Haddad F.S., Romano C.L. Predicting lower limb periprosthetic joint infections: A review of risk factors and their classification. *World J Orthop.* 2017;8(5):400-411. doi: 10.5312/wjo.v8.i5.400.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Мясоедов Алексей Андреевич* — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Торопов Сергей Сергеевич* — травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Березин Георгий Владимирович* — лаборант-исследователь организационно-методического отделения, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Карелкин Виталий Владимирович* — канд. мед. наук, заведующий отделением, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Тотоев Заурбек Артурович* — лаборант-исследователь организационно-методического отделения, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

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

*Тихилов Рашид Муртузалиевич* — д-р мед. наук, профессор, директор 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, Санкт-Петербург

## AUTHORS' INFORMATION:

*Alexey A. Myasoedov* — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Sergey S. Toropov* — Orthopaedic Surgeon, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Georgiy V. Berezin* — Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Vitaliy V. Karelkin* — Cand. Sci. (Med.), Head of Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Zaurbek A. Totoev* — Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Igor I. Shubnyakov* — Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

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

## Отдаленные результаты хирургического лечения 40 пациентов с разрывами большой грудной мышцы

А.П. Серeda<sup>1</sup>, С.М. Сметанин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФGAOY BO «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

### Реферат

Цель исследования — разработать систему оценки важных для пациентов результатов лечения с разрывами большой грудной мышцы, включающую в себя критерии исходов, соответствующих ожиданиям пациентов, и оценить отдаленные результаты. Материал и методы. В работе представлены отдаленные результаты хирургического лечения 40 последовательных пациентов с разрывами большой грудной мышцы. Результаты оценивались через 65,3±17,5 мес. после операции. Так как преимущественно разрывы большой грудной мышцы возникают у людей, занимающихся спортом на достаточно высоком уровне (37 из 40 человек в нашем исследовании), то для оценки результатов был создан новый опросник. По нашему мнению, он учитывает специфичные ожидания и важные для таких пациентов области результатов лечения, в то время как другие существующие шкалы и опросники ориентированы на оценку функций суставов у пациентов с патологией верхней конечности в бытовых условиях. Среди основных областей важных результатов мы выделили: продолжение занятий спортом, восстановление силы, ощущение боли и дискомфорта, эстетические результаты. Результаты. Все пациенты сообщили о полном отсутствии дефицита силы при бытовых нагрузках. В 33 случаях из 37 пациенты продолжили занятия спортом: на том же уровне — 18, снизили нагрузку — 6, улучшили результаты — 9. Субъективная оценка силы составила 8,21±0,96 баллов в целом у пациентов, продолжающих заниматься спортом. Исходы в группе «улучшивших результаты» (8,8±0,78) оказались лучше, чем в группе «на прежнем уровне» (8,1±0,96,  $p = 0,046$ ) и в группе «снизивших нагрузку» (7,5±0,54,  $p = 0,0023$ ). Отличий между «улучшившими результаты» и «снизившими нагрузку» не было ( $p = 0,157$ ). Отдельно проанализированы причины динамики спортивных результатов, которая может быть обусловлена не только последствиями травмы. Полная симметрия грудных мышц была получена у 10 пациентов (25%), в том числе у 3 бодибилдеров. В остальных случаях имелась асимметрия той или иной степени, на которую пациенты могли обращать или не обращать внимание. Мы не исключаем скрытого недозволения пациента асимметрией даже в том случае, когда он сообщает о том, что она его не волнует. Заключение. Хирургическое лечение разрывов большой грудной мышцы позволяет полностью восстановить бытовые функции, хотя они практически не нарушаются и после консервативного лечения. Хирургическое лечение позволяет удовлетворить другие приоритеты пациента: возврат в спорт, максимальное восстановление силы, эстетические результаты. Созданный нами опросник не имеет итоговой балльной градации, а позволяет отразить палитру ожиданий, результатов и опасений пациентов.

**Ключевые слова:** разрыв мышцы, большая грудная мышца, реинсерция, шкала оценки результатов лечения.

Серeda А.П., Сметанин С.М. Отдаленные результаты хирургического лечения 40 пациентов с разрывами большой грудной мышцы. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):48-61. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-48-61.

**Cite as:** Sereda A.P., Smetanin S.M. [Surgical Treatment of 40 Patients with *Pectoralis Major* Ruptures: Long-Term Outcomes]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):48-61. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-48-61. (In Russian).

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

Рукопись поступила/Received: 06.09.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 17.01.2020.



## Surgical Treatment of 40 Patients with *Pectoralis Major* Ruptures: Long-Term Outcomes

A.P. Sereda<sup>1</sup>, S.M. Smetanin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

### Abstract

**The aim of the study** — to develop a system for evaluation of treatment outcomes important for patients with *pectoralis major* ruptures. The system should include the outcome criteria that meet the patients' expectations, and should allow the long-term outcomes evaluation. **Material and Methods.** The paper presents the long-term results of surgical treatment of 40 consecutive patients with *pectoralis major* ruptures. The results were evaluated in 65.3±17.5 months after surgery. Since *pectoralis major* rupture occurs mainly in people going in for sports at a quite high level (37 out of 40 people in our study), a new questionnaire was created for the results evaluation. In our opinion, the new set of questions takes into account the specific expectations for such category of patients and covers the important for them areas of treatment results. The already existing scales and questionnaires have been focused on assessing joint functions in patients with upper limb pathology in daily living conditions. Among the main areas of important results we identified the following items: restoration of sports activities, recovery of strength, absence of pain and discomfort, aesthetic results. **Results.** All the patients reported a complete absence of strength deficiency during everyday living activities. In 33 cases out of 37 the patients continued to go in for sports: at the same level — 18, with reduced load — 6, with improved results — 9. A subjective strength assessment in the patients continued exercising was in total 8.21±0.96. The outcomes in the group "improved results" (8.8±0.78) were better than in the group "at the same level" (8.1±0.96,  $p = 0.046$ ) and in the group "reduced load" (7, 5±0.54,  $p = 0.0023$ ). There were no differences between "improved results" and "reduced load" groups ( $p = 0.157$ ). The reasons for the dynamics of sports results, which could be caused not only by the consequences of injury, were analyzed separately. The complete symmetry of the *pectoralis* muscles was achieved in 10 patients (25%), including 3 bodybuilders. In other cases, there remained a some degree asymmetry. The patients could notice it or ignore. We do not exclude the latent dissatisfaction of the patients with asymmetry, even when they report that it does not matter to them. **Conclusion.** The surgical treatment of *pectoralis major* tendon rupture allows the complete restoration of daily living activities. Although to that matter, these activities are practically preserved after the conservative treatment as well. The significance of the surgical treatment is in its ability to bring some additional benefits satisfying the patient's other priorities: return to sport, maximum recovery of strength, aesthetic results. Our questionnaire don't have a final point gradation, but allows to reflect the patient's expectations, results and fears.

**Key words:** *pectoralis major* muscle rupture, reinsertion, rating scale.

### Введение

Ранее, в 2015 г., мы опубликовали результаты хирургического лечения 26 пациентов с разрывами большой грудной мышцы, проходивших лечение с 2010 по 2014 г. [1]. С 2014 по 2017 г. мы прооперировали еще 14 пациентов с этой нечастой травмой. Таким образом, всего мы имеем опыт лечения 40 пациентов. Это относительно много: в большинстве работ авторы сообщают об одном случае или о небольшой серии случаев [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Самые крупные серии — это работы А.М. Fleury с соавторами (33 пациента) [14], V. Aarimaa с соавторами (33 пациента) [15], F.A. Cordasco с соавторами (40 пациентов) [16] и К. Вак с соавторами (72 пациента) [17]. В этой связи мы считаем интересными результаты лечения наших 40 пациентов. С другой стороны, мы уверены, что эта редкая травма становится на самом деле частой, если коллектив клиники начинает заниматься этой проблемой, что привлекает все больше и больше пациентов. Например, D. Salazar

с соавторами сообщают о 9 случаях разрыва, которые встретились им за 4 мес. [18].

Однако, ставя перед собой задачу оценить отдаленные результаты, мы столкнулись с проблемой отсутствия, на наш взгляд, адекватного инструмента их оценки. Общие медицинские шкалы оценки качества жизни (HRQoL) — очень важный инструмент оценки пациентов в целом и с патологией плеча в частности, но они не очень специфичны или вообще неспецифичны для оценки дисфункции именно плеча [19]. Более того, некоторые пациенты, у которых происходит объективное улучшение функции плеча после какой-либо травмы или заболевания, могут показывать ухудшение результатов по той же общей шкале SF-36 [20].

Существует более 30 опросников и шкал для пациентов с патологией плечевого сустава. Эти шкалы можно условно разделить на две группы: общие, оценивающие состояние плеча в целом, и частные, созданные для оценки конкретного патологического состояния.

К общим шкалам можно отнести:

- Constant (The Constant-Murley score) [21],
- UCLA (University of California Los Angeles Shoulder score) [22],
- DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) [23],
- SST (Simple Shoulder Test) [24],
- ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons Evaluation Form) [25],
- PENN (Pennsylvania Shoulder score) [26].

К частным (специфичным для конкретных нозологий) шкалам можно отнести следующие:

- WOSI для оценки нестабильности (The Western Ontario Shoulder Instability Index) [27],
- OSIS для оценки нестабильности (The Oxford Shoulder Instability score) [28],
- MIIS для оценки нестабильности (The Melbourne Instability Shoulder scale) [29],
- Rowe для оценки нестабильности [30],
- WORC для оценки вращательной манжеты (The Western Ontario Rotator Cuff Index) [31],
- RCQoL для оценки вращательной манжеты (Rotator Cuff Quality-of-Life measure) [32].

Выше мы отметили, что деление шкал на общие и частные условно. Например, одна из шкал UCLA (1981) была разработана авторами конкретно для оценки результатов анатомичного эндопротезирования плечевого сустава [22], но ее вопросы и характер позволяют использовать ее и при других состояниях, поэтому мы отнесли ее к общим.

Применение существующих шкал для оценки результатов лечения пациентов с разрывами большой грудной мышцы, на наш взгляд, сопряжено с тремя группами проблем. Во-первых, общие шкалы позволяют оценить функцию плеча в целом, а она у пациентов с разрывами большой грудной мышцы, по нашим наблюдениям, не страдает даже без лечения вообще. Во-вторых, специфичные шкалы, как нетрудно заметить, предназначены для оценки нестабильности и патологии вращательной манжеты — самым часто встречающимся проблемам с плечевым суставом. Однако очевидно, что оценка нестабильности и вращательной манжеты весьма далека от оценки результатов лечения пациентов с разрывами большой

грудной мышцы, и применение этих шкал у наших пациентов не даст реальной картины исходов. В-третьих, многие пациенты с разрывом большой грудной мышцы занимаются спортом, а шкалы больше ориентированы на оценку бытовых функций, чем отражают реальный спортивный статус. Например, спортсмен может показывать максимальные баллы по любой из шкал, или отмечать 0 баллов по ВАШ, но для него это совершенно не важно, поскольку он не может перейти со второго места пьедестала на первое. Эта проблема характерна не только для плечевого сустава. Попытки создать специфичные спортивные шкалы уже были, например, шкала 2013 г. для тазобедренного сустава Hip Sports Activity Scale (HSAS) [33]. Но это направление находится в самом начале своего развития, а общие шкалы пока попросту бесполезны для оценки состояния спортсменов из-за множества тонких деликатных моментов, упускаемых из вида существующими опросниками. Например, профессиональные гимнасты часто отказываются от приема нестероидных противовоспалительных препаратов, так как это нарушает их координацию, или особняком стоит ограничивающее чувство памяти травмы, страх, невыход на пик мастерства и множество других особенностей профессионального спорта.

Беседуя с некоторыми нашими пациентами, перенесшими операцию по поводу разрыва большой грудной мышцы несколько лет назад, мы пришли к однозначной уверенности в том, что существующие опросники им не подходят, а оценивать в случае разрыва большой грудной мышцы нужно то, что имеет значение для пациента.

Ожидания пациентов с разрывами большой грудной мышцы можно было бы разделить на направления «Спорт», «Сила», «Дискомфорт и боль» и «Эстетика». При этом нужно учитывать, что жизнь пациента после операции складывается по-разному. Например, кто-то продолжает заниматься спортом, а кто-то — прекращает, причем не всегда из-за травмы. Одни пациенты улучшают спортивные результаты, другие — ухудшают, а третьи не улучшают потому, что не считают это нужным для себя, а не ввиду травмы (рис. 1).

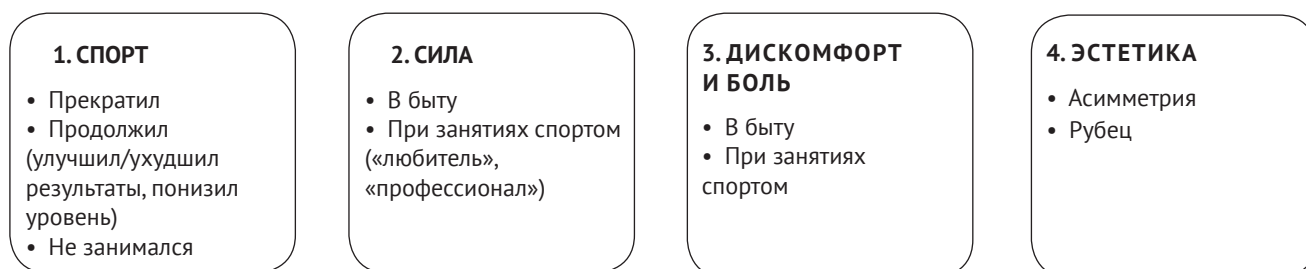


Рис. 1. Направления ожиданий пациентов и области важных результатов лечения

Fig. 1. Directions of patient expectations and areas of important treatment outcomes

**Цель исследования** — разработать систему оценки важных для пациентов с разрывами большой грудной мышцы результатов лечения, включающую в себя критерии исходов, соответствующих ожиданиям пациентов, и оценить отдаленные результаты.

### Материал и методы

**Критерии включения:** последовательные пациенты с полным разрывом (отрывом) большой грудной мышцы и/или ее сухожилия III типа по классификации R. Tietjen [34], прооперированные авторами работы с 2010 по 2017 г.

Среди 40 наших пациентов IIIВ тип по R. Tietjen в модификации K. Vak [17] был у 1 (2,5%) пациента, IIIС и IIIД тип — у 39 (97,5%) пациентов. Мы не смогли посчитать конкретное число пациентов с IIIС и IIIД типами разрывов, так как, по нашему мнению, эти подтипы невозможно уверенно отличить через 2–3 нед. после травмы. В среднем срок с момента травмы до операции составил 128,4 нед. (min 0 нед.; max 624 нед., 95% ДИ 105,2–164,9). Без учета 1 пациента с экстремально давним разрывом (624 нед.) средний срок составил 14,6 нед. (min 0 нед., max 56 нед., 95% ДИ 11,9–18,9 нед.). Мы наблюдали 1 пациента с отрывом сухожилия большой грудной мышцы от плечевой кости с костным блоком (фрагмент гребня большого бугорка, *crista tuberculi majoris humeri*), но он был прооперирован не нами, и поэтому не вошел в эту серию клинических случаев. Также мы наблюдали 1 пациента со стернальным отрывом, но он отказался от лечения, и не был включен.

Операции с 2010 г. по февраль 2015 г. проводились в клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов Сеченовского университета (Москва), а с марта 2015 г. по июнь 2017 г. — в московских клиниках Федерального медико-биологического агентства России.

Все пациенты были мужского пола. Средний возраст на момент травмы — 30,1±8,4 лет (min 19; max 53).

На момент травмы 36 (90%) пациентов занимались спортом на профессиональном или любительском уровне, из них 3 входили в состав сборной России (вольная борьба, бокс и триатлон).

Причиной разрыва в 24 (60%) случаях послужило выполнение жима штанги из положения лежа, в 10 (25%) случаях — выполнение разводки гантелей из положения лежа, в 1 (2,5%) случае — ранение ножом, в 2 (5%) случаях — игровой момент в спорте, в 3 (7,5%) случаях — бытовая травма (пациент вылезал из колодца, поднимал тяжелую

вещь на антресоль и т.д.). Все пациенты с бытовой причиной разрыва не занимались спортом.

В 18 случаях разрыв произошел справа, в 21 случае — слева, в 1 случае имел место двусторонний разрыв (пациента последовательно прооперировали сначала справа в связи с более выраженным дефицитом силы, а через 14 мес. — слева).

Особенности диагностики были описаны нами ранее и не претерпели с тех пор изменений [1]. Для восстановления точки фиксации грудной мышцы мы использовали минимально инвазивный модифицированный передний подмышечный доступ длиной 5–8 см (за исключением пациента с IIIВ типом разрыва), выделяли ретрактированную мышечную культю, при необходимости в застарелых случаях — выделяли и подготавливали локальные рубцовые ткани, фасциально-сухожильный комплекс для пластики, выполняли якорную рефиксацию титановыми анкерами со швом по Mason–Allen, оставляя наиболее дистальную часть культи на протяжении 1,5–2,0 см без нитей для укрепления биологической фиксации. Дистантную аутопластику мы не использовали. Более подробно техника операции была описана нами в предыдущих работах и по мере появления новых пациентов также существенно не изменилась\* [1, 35, 36].

Для оценки результатов в соответствии с определенными нами направлениями ожиданий пациентов и областями важных результатов лечения (см. рис. 1) мы разработали опросник, в котором последующие вопросы появлялись в зависимости от того, как пациент ответил на предыдущий. Структура вопросов будет представлена ниже, в разделе «Результаты» одновременно с подсчетом ответов пациентов.

Для опроса пациентов мы создали файл в MS Excel с поддержкой макросов (xlsm). Приглашение пациентам к участию в опросе высылали через все указанные средства связи (по телефону, в SMS, по электронной почте, в WhatsApp, в мессенджере Facebook), прикладывая файл MS Excel. При создании файла-опросника мы следовали принципу «пациент одновременно видит только один вопрос». Варианты ответа выбирались кнопками из стандартного набора MS Excel (Лента > Разработчик > Вставить > Элемент управления формы > Кнопка). Кнопке присваивался макрос, при выполнении которого ячейке на скрытом листе присваивалось значение в соответствии с выбранным ответом. Затем лист с вопросом скрывался и открывался новый лист со следующим вопросом.

\* Патент РФ на изобретение 2585412. Способ хирургического лечения застарелого разрыва сухожилия большой грудной мышцы.

Для выбора результата в баллах от 0 до 10 (например, при просьбе оценить боль) использовали инструмент «Счетчик» (Лента > Разработчик > Вставить > Элемент управления формы > Счетчик). Пациент нажимал кнопку счетчика вверх или вниз, выбирая нужное значение от 0 до 10. Для перехода к следующему вопросу использовалась кнопка «Далее» с привязанным макросом (присвоить ячейке значение в соответствии с выбранным пациентом значением от 0 до 10, скрыть лист с текущим вопросом, открыть лист с новым вопросом).

После прохождения опроса пациент нажимал кнопку «Я закончил и согласен на пересылку данных через интернет», к которой привязан макрос фонового сохранения файла и отправки через протокол SMTP, т.е. пациенту даже не нужно было отправлять результаты по электронной почте. В этой статье мы не приводим бланк опросника, но если кто-либо пожелает его использовать, мы с удовольствием поделимся файлом.

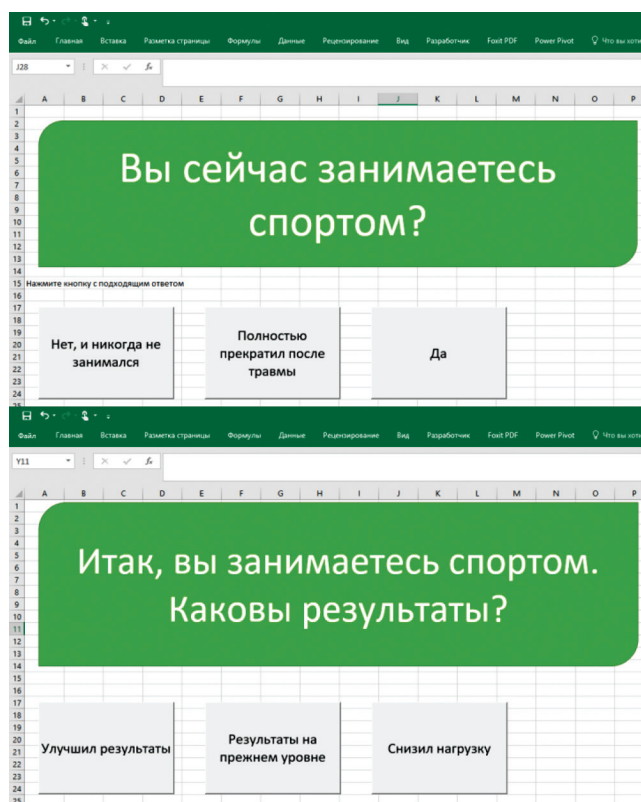


Рис. 2. Пример диалоговых последовательных окон опросника в MS Excel

Fig. 2. An example of sequential dialog boxes of the questionnaire in MS Excel

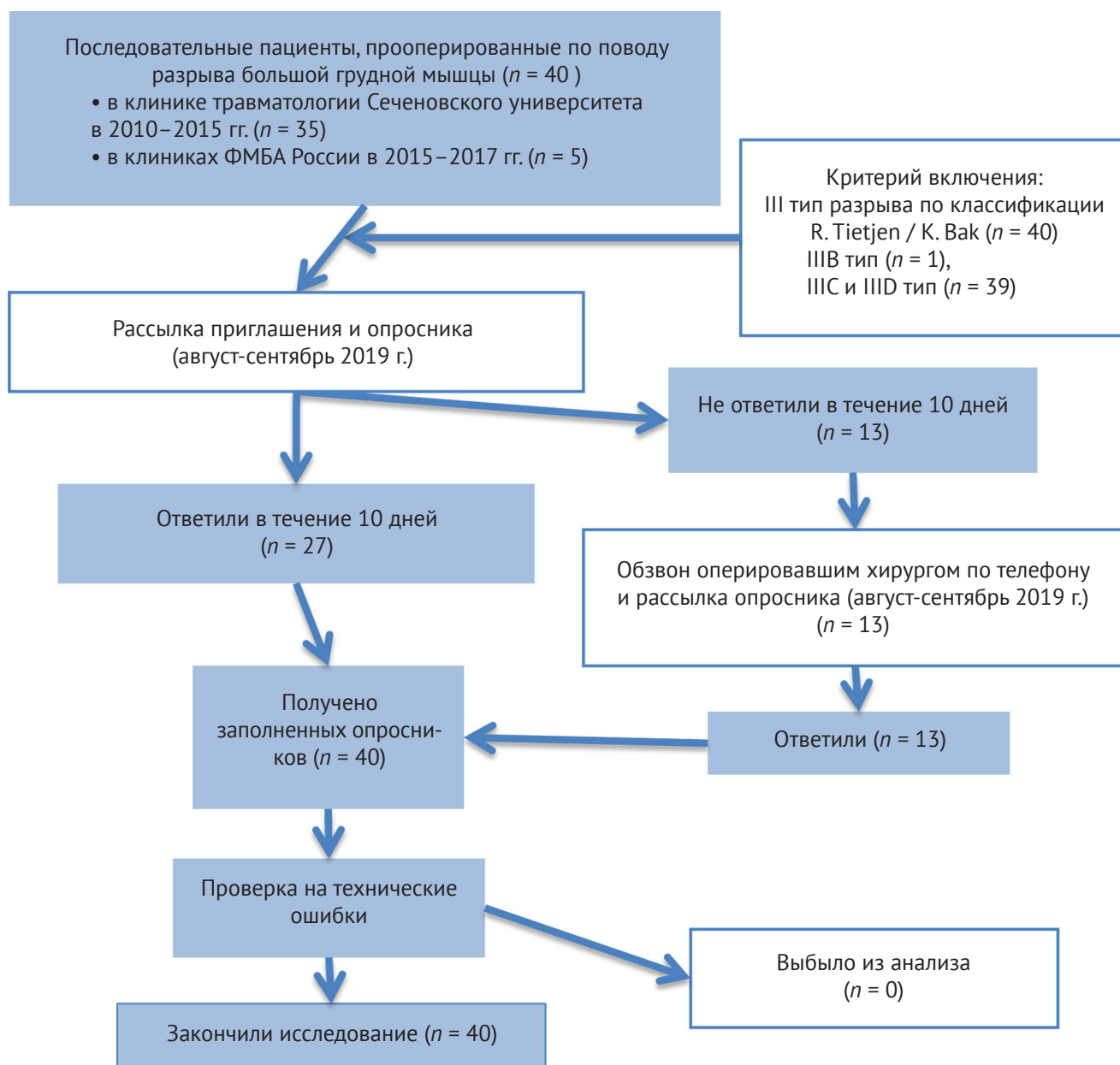
Приглашение заполнить опросник было разослано всем 40 пациентам в августе-сентябре 2019 г. Ответ получили от всех 40 пациентов. Технических ошибок при ответе на вопросы, отправке файлов с ответами не возникло (рис. 2). На этапе анализа результатов все опросники были деперсонифицированы (рис. 3).

Средний срок с момента операции до мента оценки результатов составил  $65,3 \pm 17,5$  мес. (min 27 мес., max 106 мес.). Учитывая, что прогрессивный возврат к спортивным нагрузкам происходил у наших пациентов через 6–12 мес. после операции, можно считать, что средний срок  $65,3 \pm 17,5$  мес. соответствует отдаленным результатам.

Пациент имел возможность ответить только один раз. Мы уделяли особое внимание формулировке вопросов, чтобы не допустить возможного двоякого толкования, однако добиться идеальной однозначности вопроса на практике весьма сложно. Например, при оценке уровня профессионального спортивного мастерства существует проблема критериев «любителей» и «профессионалов». Среди наших пациентов 3 (7,5%) были членами спортивных сборных команд России. Для этих пациентов мы модифицировали опросник, исключив из него вопрос о том, занимаются ли они спортом (спортсмены проходили углубленное медицинское обследование в клиниках ФМБА России два раза в год с получением допуска к занятиям спортом). Спрашивая о текущих занятиях спортом остальных пациентов, мы уточняли, что к «любителям» относятся те, кто занимался спортом нерегулярно или без постановки цели получать максимальные результаты. Под «профессионалом» мы понимали регулярные занятия, не реже нескольких раз в неделю, с целью получения максимальных результатов, хотя, строго говоря, профессионал в спорте — это игрок клуба или член сборной команды, получающие соответствующую заработную плату. Однако среди игроков клубов (хоккей, футбол и т.д.) разрывы большой грудной мышцы практически не встречаются.

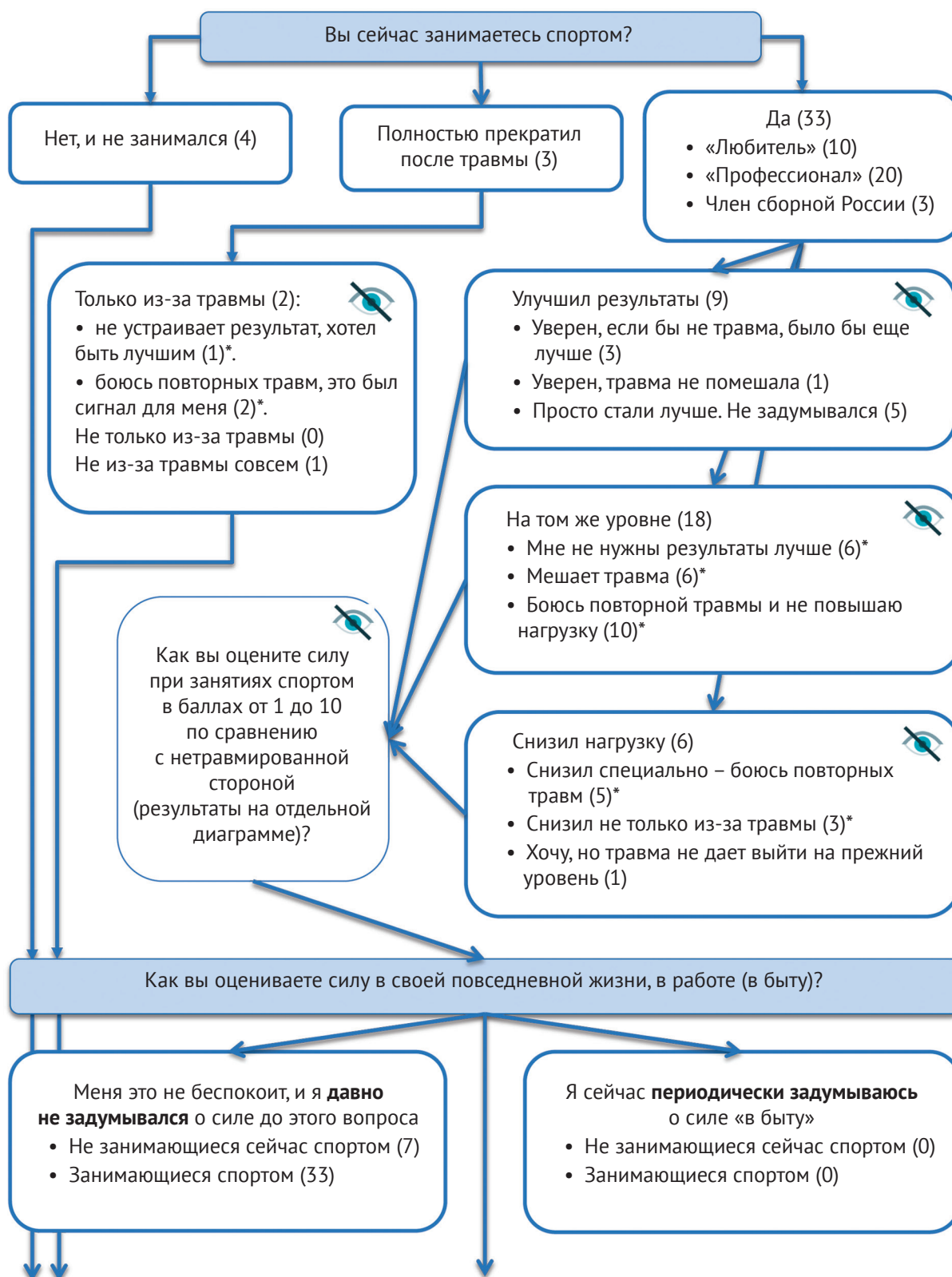
### Результаты

Среди опрошенных пациентов полностью прекратили заниматься спортом после травмы 3 человека из 36. Это были относительно молодые пациенты (до 35 лет), занимавшиеся спортом до травмы на любительском уровне (рис. 4). Анализируя анамнез, непосредственно предшествующий травме у этих 3 пациентов, мы отметили один и тот же сценарий — пациенты решили заняться спортом «внезапно», и травма произошла при неоправданном резком увеличении нагрузок при занятии со штангой.




**Рис. 3.** Блок-схема дизайна исследования

**Fig. 3.** Study design flowchart



**Рис. 4.** Оценка спортивных результатов и силы. В скобках дано количество пациентов, выбравших тот или иной ответ.

\* Здесь и далее — можно было выбрать несколько вариантов.  Здесь и далее значок «перечеркнутый глаз»: пациент не видел эти варианты, если не ответил «да» на предыдущий вопрос

**Fig. 4.** Evaluation of athletic performance and strength. The number of patients chosen one or another answer is shown in parentheses.

\* Hereinafter, it was possible to choose several options.  Hereinafter, the “crossed-out eye” means that the patient did not see these options if he did not answer “yes” to the previous question

Теоретически возможна ситуация, когда пациент, не занимавшийся спортом и получивший разрыв при бытовой травме (4 пациента), начал бы заниматься спортом после травмы. Но мы не задавали такого вопроса, так как полагали такой вариант маловероятным. Кроме того, эти пациенты были уже в зрелом возрасте, и навряд ли, если бы они стали заниматься спортом, то получили сколь-нибудь значительные успехи в спорте и навряд ли они нуждались бы в этом психологически.

Ни один пациент из групп «профессионал» и «спортсмен сборной» не прекратил занятий спортом после травмы.

Среди продолживших заниматься спортом половина «любителей» снизила нагрузку, опасаясь повторных травм (5 пациентов из 10) и ввиду иных причин (3 пациента). Оставшиеся 5 «любителей» показывали спортивные результаты на том же уровне (ни один не улучшил результаты), при этом 3 пациента отметили, что им не нужны лучшие результаты, и 2 пациента отметили страх повторной травмы.

«Профессионалов», снизивших нагрузку, было меньше, чем «любителей»: 1 пациент из 20 по сравнению с 5 из 10. В качестве причины пациент отметил, что он хочет выйти на прежний уровень, но не может сделать это из-за последствий травмы. Большинство «профессионалов» (13 из 20) вернулись к прежнему уровню (не нужны результаты лучше — 3, мешает травма — 6, страх повторной травмы — 8). Улучшили результаты 6 «профессионалов», при этом они выбирали только варианты ответов «уверен, травма не помешала» (1) и «не задумывался» (5).

Члены сборных команд (3 пациента) улучшили результаты, но отметили, что травма помешала им добиться еще более высоких результатов.

Средняя оценка силы по 10-балльной шкале при спортивной нагрузке у 33 пациентов, продолживших заниматься спортом (рис. 5), оказалась равной  $8,21 \pm 0,96$  баллам (min 6, max 10, 95% ДИ 7,87–8,55). Результаты оценки силы в группе «улучшивших результаты» ( $8,80 \pm 0,78$ ) оказались лучше группы «на прежнем уровне» ( $8,10 \pm 0,96$ ,  $p = 0,046$ ) и группы «снизивших нагрузку» ( $7,50 \pm 0,54$ ,  $p = 0,0023$ ). Отличий между «улучшившими» и «снижившими» не было ( $p = 0,157$ ).

Ни один пациент не отметил, что у него есть недостаток силы в быту (см. рис. 4), в связи с этим вопрос об оценке силы и боли в баллах от 1 до 10 при нагрузках в быту не задавался. Мы полагаем, что именно боль будет главным лимитирующим фактором силы при бытовых нагрузках, так как феномен нагрузки «через боль» имеет значения для спорта, а для бытовых условий можно пренебречь теоретически возможной болью без субъективно значимого для пациента снижения силы.

Оценка боли и дискомфорта при занятиях спортом показала, что 31 пациент отметил полное отсутствие боли (1 балл), 2 пациента оценили боль в 2 балла (рис. 6). Вероятно, отсутствие боли обусловлено особенностями ноцицепции рубцового регенерата в месте хирургической реконструкции. Впрочем, и первичный отрыв, как правило, происходит без предшествующей боли, а боль после разрыва тоже невелика. Как мы отмечали ранее [1], боль после разрыва при занятиях спортом до операции обусловлена неправильным вектором большой грудной мышцы, рубцово-фасциальный аппарат которой начинает прикрепляться к переднему пучку дельтовидной мышцы и/или переходить в подкожно-жировую клетчатку плеча.

При оценке дискомфорта при занятиях спортом 25 пациентов отметили его полное отсутствие (1 балл), 8 пациентов оценили его в 2 балла.

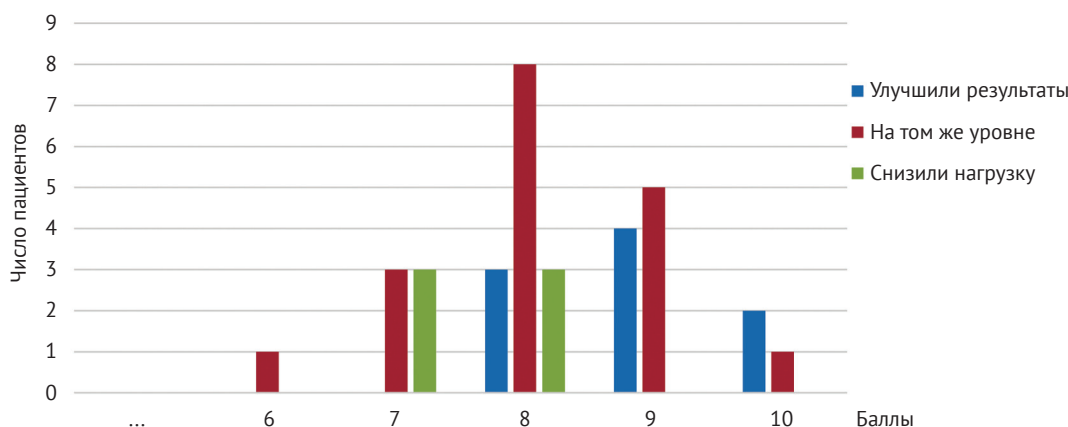
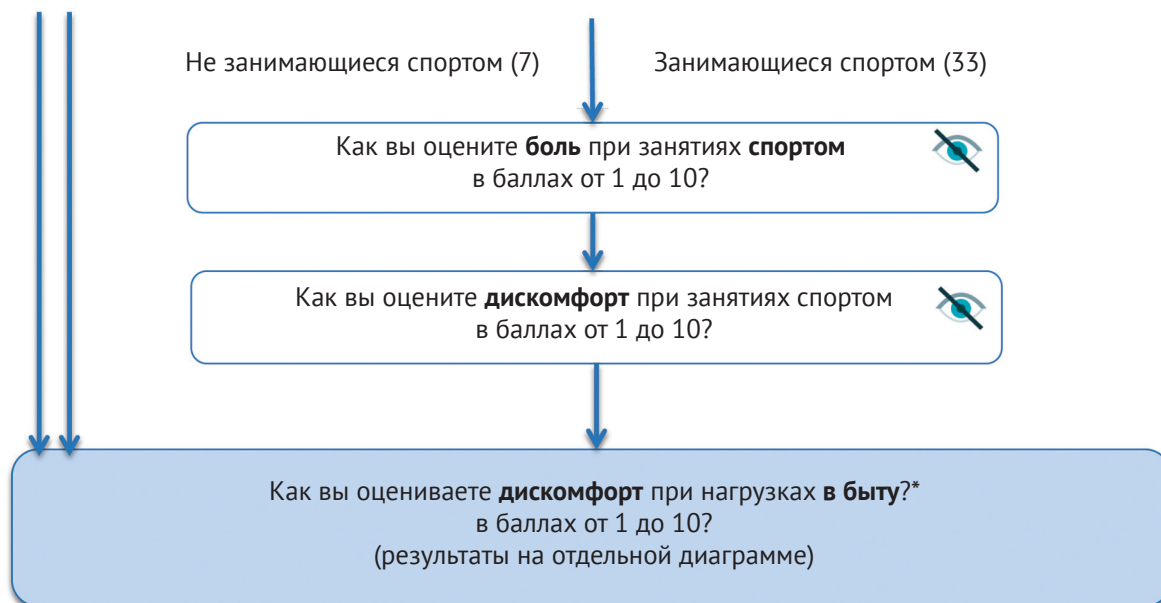


Рис. 5. Субъективная оценка силы при занятиях спортом

Fig. 5. Subjective assessment of strength in sports

Продолжение

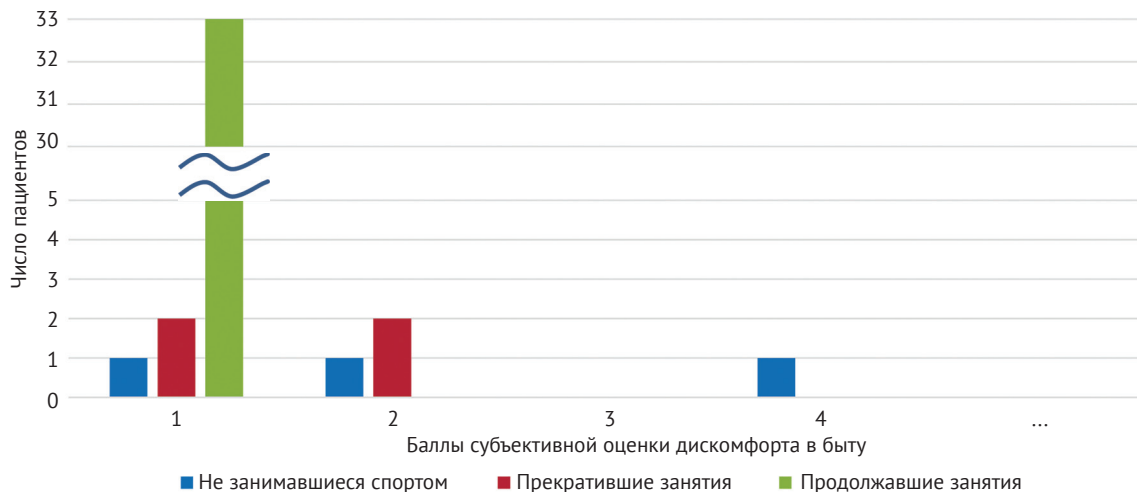


**Рис. 6.** Оценка боли и дискомфорта при занятиях спортом и в быту.

\* Ни один пациент не отметил, что у него есть недостаток силы в быту, в связи с этим вопрос об оценке боли в баллах от 1 до 10 при нагрузках в быту не задавался (пояснения в тексте)

**Fig. 6.** Assessment of pain and discomfort during sports and in daily living conditions.

\* Not a single patient noted that he/she had a lack of strength in daily living activities. In this regard, the question about the assessment of pain in points from 1 to 10 with loads in daily living activities was not asked (explanation in the text)



**Рис. 7.** Субъективная оценка дискомфорта в быту у не занимавшихся спортом пациентов, прекративших занятия и продолживших занятия

**Fig. 7.** Subjective assessment of discomfort in daily living activities of non-athletic patients who discontinued physical exercises and who continued them

Полное отсутствие дискомфорта в быту (1 балл) отметили все 33 пациента, продолжившие занятия спортом, 2 балла выбрали 6 пациентов, не занимавшихся спортом на момент опроса, и 4 балла выбрал 1 пациент из группы никогда не занимавшихся спортом (рис. 7).

Оценке эстетических результатов предшествовал блок вопросов о том, зачем пациент занимается спортом (рис. 8).

Вопрос о цели занятий спортом членам сборных команд России не задавался.



Продолжение

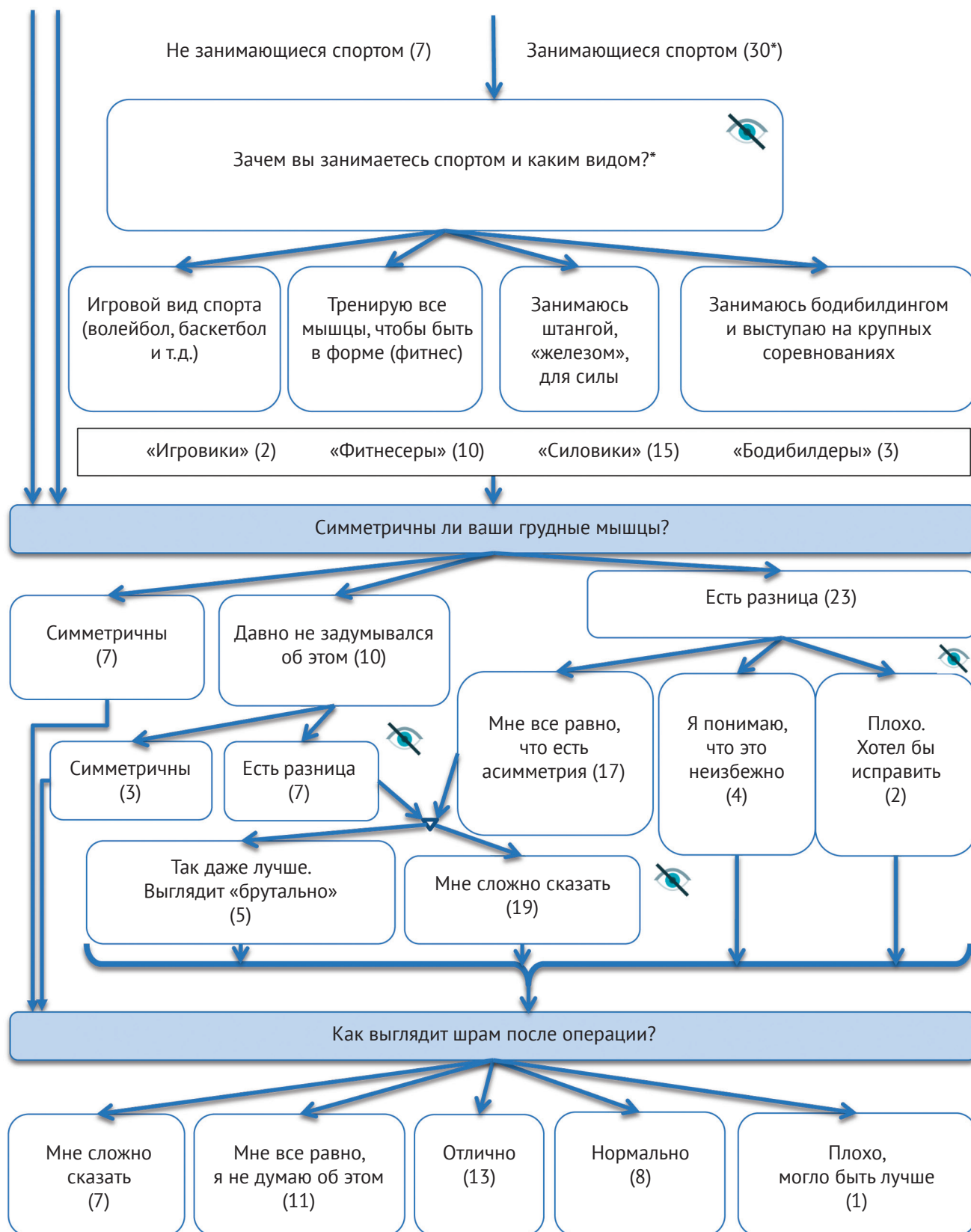


Рис. 8. Эстетические результаты.

\* Вопрос «Зачем вы занимаетесь спортом?» не задавался спортсменам сборных команд России

Fig. 8. Aesthetic effects.

\*The athletes of the Russian national teams were not asked the question “Why do you go in for sports?”

Из ранее выделенной группы «профессионалов» ( $n = 20$ ) трое занимались бодибилдингом на всероссийском и международном уровнях (такой дисциплины в официальном перечне спортивных сборных команд Министерства спорта РФ нет), трое отметили, что занимаются для себя, чтобы быть в форме («фитнесеры»), а большинство (15) определило себя в группу «силовики». Уровень нагрузок среди увлекающихся штангой был весьма высоким и доходил до 280 кг в жиме лежа от груди в майке.

Ранее выделенная группа «любителей» ( $n = 10$ ) по цели занятий спортом распределилась следующим образом: «игровики» — 2, «фитнесеры» — 7, «силовики» — 1.

Вопрос о симметричности мышц задавался всем 40 пациентам. В группе спортсменов сборных команд все трое выбрали ответы «давно не задумывался» и подвариант «есть разница». Остаточная асимметрия для профессиональных спортсменов оказалась субъективно незначимой, так как они не задумывались о ней, а сам факт того, что она осталась, можно было бы объяснить отсутствием необходимости исправлять ее упражнениями, так как она не влияла на спортивные результаты.

В группе из 7 человек, не занимающихся спортом, 5 выбрали вариант «давно не задумывался» или «разница есть» и еще 2 выбрали вариант «есть разница» или «мне все равно». Такой вариант выбора тоже выглядит вполне логичным у не занимающихся спортом или у прекративших заниматься спортом — их приоритеты, ожидания и потребности лежат в другой плоскости. Аналогично не обращали внимания на асимметрию два «игровика», хоть она у них и сохранялась.

Все трое бодибилдеров выбрали вариант «симметричны». Очевидно, они не выбирали вариант «давно не задумывался» ввиду очевидных особенностей бодибилдинга. Отсутствие асимметрии у бодибилдеров мы можем объяснить тем, что они выполняют специализированные упражнения, исправляя остаточную асимметрию, и им это удается. Один из трех наших спортсменов стал призером на крупных международных выступлениях по бодибилдингу после операции.

Остальные группы спортсменов («фитнесеры», «силовики») чаще выбирали ответы «мне все равно», «понимаю, что это неизбежно» и т.д., что на самом деле трудно интерпретировать, так как все эти варианты могут только показывать скрытую неудовлетворенность при внешнем демонстративном отрицании проблемы не только «фитнесерами», но и «силовиками». Это же наше предположение находит подкрепление и в том, как пациенты оценивали внешний вид послеоперационного рубца (см. рис. 8).

В конце мы предлагали пациенту написать комментарий в свободной форме. Ни один из опрошенных пациентов не отметил, что у него произошла реруптура. Ранее мы сообщали о 2 пациентах, у которых произошла ранняя реруптура (в одном случае на фоне послеоперационного абсцесса (пациент не занимался спортом), в другом — у пациента с давностью разрыва в 14 мес. к моменту операции, однако результат у этого пациента оказался хорошим, и он отметил улучшение функции и снижение болей. Мы считаем, что, несмотря на реруптуру у этого пациента, произошло переориентирование вектора приложения силы большой грудной мышцы, что и послужило основой для положительного исхода.

Ни один пациент не сообщил о прогрессировании асимметрии, которую можно было бы считать признаком «постепенной» реруптуры. Таким образом, общая частота реруптур в нашей серии случаев составила 5% (2 из 40), и все случаи реруптур были ранними с возможными дефектами на операции, как причиной реруптуры.

### Обсуждение

Долгосрочные результаты хирургического лечения пациентов с разрывами большой грудной мышцы приводят к полному восстановлению бытовых функций, что, на наш взгляд, делает бессмысленным оценку по общим шкалам качества жизни. Ретроспективно размышляя о побудительных мотивах пациента, когда он соглашается на операцию, мы склонны думать, что пациенты скорее хотят оперироваться не потому, что у них есть реальная дисфункция, а потому, что у них есть «страх дисфункции», подкрепленный логикой: если есть разрыв и асимметрия, то значит точно не будет работать как надо.

Хоть это и не является целью нашей работы, мы можем отметить, что даже без операции бытовые функции после разрыва большой грудной мышцы восстанавливаются в полном объеме, а поводом для операции могут быть именно повышенные функциональные запросы, желание заниматься спортом и желание пациента избавиться от асимметрии. Принимая решение об операции, хирург должен иметь в виду и деликатную тему психологической удовлетворенности пациента своим внешним видом.

В нашей предыдущей работе [1] и в этой обновленной серии наблюдений мы оперировали пациентов через многие недели, месяцы и даже годы после разрыва и можем отметить, что давность разрыва не может быть противопоказанием к операции. Нужно лишь иметь в виду разные технические особенности и приемы, описанные нами ранее [1].

Многие из прооперированных нами пациентов с разрывами большой грудной мышцы продолжают заниматься спортом, их волнуют вопросы максимальной силы и спортивных результатов. Нельзя недооценивать щепетильность пациентов и в части эстетических результатов, хоть и все они мужчины и практически никто из них не сообщает о каком-либо явном недовольстве.

В целом об отсутствии асимметрии сообщили 25% пациентов (10 из 40). Ранее мы сообщали [1], что через  $12,4 \pm 9,2$  мес. (min 6 мес.; max 32 мес.) после операции ни у одного из 26 пациентов не удалось достигнуть полностью симметричных передних стенок подмышечной впадины (хотя асимметрия значительно уменьшалась по сравнению с состоянием до операции). Таким образом, асимметрия, сохраняющаяся через 1,5 года после операции, при занятиях спортом нивелируется и полностью отсутствует в 25% случаев через  $65,3 \pm 17,5$  мес. Важно отметить, что все 3 бодибилдера полностью избавились от асимметрии. В остальных случаях, вероятно из-за отсутствия специфических упражнений, пациенты не исправляли асимметрию, но здесь нельзя отождествлять отсутствие работы по восстановлению симметричности с полным удовлетворением внешним видом, так как пациенты могут скрывать это недовольство или руководствоваться принципом: «я понимаю, что это неизбежно».

Некоторым пациентам удается даже улучшить спортивные результаты, хотя есть разница между «профессионалами» и спортсменами сборных команд: 6 «профессионалов» улучшили результаты, при этом они выбирали только варианты ответов «уверен, травма не помешала» (1) и «не задумывался» (5). Все 3 члена сборных команд улучшили результаты, но отметили, что если бы не травма, то они были бы еще лучше. Возможно, спортсменов сборных команд случившаяся травма действительно ограничивает в росте. Однако нельзя исключать и того, что спортсмен пытается объяснить отсутствие роста травмой, хотя на самом деле есть другие причины. Выяснить этот момент практически невозможно, но мы считаем, что его нужно иметь в виду, общаясь с «профессионалом» или членом сборной команды.

Боль и дискомфорт никак не ограничивали наших пациентов в бытовых нагрузках и практически не ограничивали в спорте. Были получены весьма высокие результаты субъективной оценки силы по 10-балльной шкале:  $8,21 \pm 0,96$  баллов в целом у продолживших заниматься спортом. Результаты в группе «улучшивших результаты» ( $8,80 \pm 0,78$ ) оказались лучше, чем в группе «на прежнем уровне» ( $8,10 \pm 0,96$ ;  $p = 0,046$ ) и в группе «снизивших нагрузку» ( $7,50 \pm 0,54$ ;  $p = 0,0023$ ). Отличий между «улучшившими» и «снижившими» не было ( $p = 0,157$ ).

Из 33 пациентов 17, продолживших заниматься спортом, сообщили об опасениях повторной травмы, что, так или иначе, ограничивало их в занятиях спортом. Отсутствие отдаленных реруптур в нашей серии наблюдений, возможно, обусловлено таким бережливым подходом. С другой стороны, мы сами информировали пациентов о возможном риске реруптуры. Также возможно, что риск реруптуры переоценен.

Созданный нами опросник не имеет итоговой балльной градации, а позволяет, скорее, описать палитру ожиданий, результатов и опасений пациентов.

### Ограничения исследования

Несмотря на то, что на этапе анализа результатов все опросники были деперсонифицированы, анализ проводился оперированными хирургами, которые в некоторых случаях были хорошо знакомы с особенностями спортивных результатов пациентов после операции. Анализ 3 пациентов, которые были спортсменами сборных команд России, был без ослепления.

Наша группа последовательных пациентов была неравномерной — в ней были смешаны случаи свежих, застарелых и экстремально давних разрывов. Отдельный анализ по давности разрыва приводил бы к появлению очень малых подгрупп. Кроме того, мы предполагали, что отдаленные результаты не будут зависеть от давности разрыва.

Отсутствие контроля с консервативной группой. По сути мы имеем ретроспективную когорту — вопросы были сформулированы в апреле-июле 2019 г., хотя пациенты были прооперированы в 2010–2017 гг. На ответы пациентов могла влиять информация, которую они получали от хирурга в ходе информированного согласия перед операцией и в ходе послеоперационных консультаций.

В созданном опроснике были категоризированы только вопросы субъективной оценки от 1 до 10 в баллах боли, дискомфорта, силы. Остальным типам вопросов (косметический результат, асимметрия) мы не устанавливали критериев.

### Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

### Конфликт интересов: не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

### Вклад авторов

*Серда А.П.* — идея, операции, разработка опросника, приглашение пациентов по телефону, анализ результатов.

Сметанин С.М. — идея, участие в операциях, маршрутизация и координация пациентов после смены места работы первым автором, рассылка опросников, анализ результатов.

### Литература [References]

1. Кавалерский Г.М., Середа А.П., Никифоров Д.А., Кошелев И.М., Капышев С.В. Разрывы большой грудной мышцы и её сухожилия: обзор литературы и наш опыт лечения. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(2):117-131. Kavalersky G.M., Sereda A.P., Nikiforov D.A., Koshelev I.M., Kapyshev S.V. [Ruptures of the pectoralis major muscle and its tendon: review of the literature and our experience in the treatment]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(2):117-131. (In Russian).
2. Wurm M., Imhoff A.B., Siebenlist S. Surgical repair of acute pectoralis major muscle ruptures. *Oper Orthop Traumatol*. 2018;30(6):390-397. doi: 10.1007/s00064-018-0557-5.
3. Neumann J.A., Klein C.M., van Eck C.F., Rahmi H., Itamura J.M. Outcomes After Dermal Allograft Reconstruction of Chronic or Subacute Pectoralis Major Tendon Ruptures. *Orthop J Sports Med*. 2018;6(1):2325967117745834. doi: 10.1177/2325967117745834.
4. Hanna M., Glenney A.B., Stanley S.N., Caughey M.A. Pectoralis major tears: comparison of surgical and conservative treatment. *Br J Sports Med*. 2001;35(3):202-206. doi: 10.1136/bjism.35.3.202.
5. Hasegawa K., Schofer J.M. Rupture of the pectoralis major: A case report and review. *J Emerg Med*. 2010;38(2):196-200. doi: 10.1016/j.jemermed.2008.01.025.
6. He Z.M., Ao Y.F., Wang J.Q., Hu Y.L., Yin Y. Twelve cases of the pectoralis major muscle tendon rupture with surgical treatment—an average of 6.7-year follow-up. *Chin Med J (Engl)*. 2010;123(1):57-60.
7. Kakwani R.G., Matthews J.J., Kumar K.M., Pimpalnerkar A., Mohtadi N. Rupture of the pectoralis major muscle: surgical treatment in athletes. *Int Orthop*. 2007;31(2):159-163. doi: 10.1007/s00264-006-0171-2.
8. Merolla G., Campi F., Paladini P., Porcellini G. Surgical approach to acute pectoralis major tendon rupture. *G Chir*. 2009;30(1-2):53-57.
9. Pochini Ade C., Ejnisman B., Andreoli C.V., Monteiro G.C., Silva A.C., Cohen M., Albertoni W.M. Pectoralis major muscle rupture in athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2010;38(1):92-98. doi: 10.1177/0363546509347995.
10. Roller A., Becker U., Bauer G. [Rupture of the pectoralis major muscle: classification of injuries and results of operative treatment]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2006;144(3):316-321. doi: 10.1055/s-2006-933444. (In German).
11. Ryan S.A., Bernard A.W. Pectoralis major rupture. *J Emerg Med*. 2011;40(2):208-209. doi: 10.1016/j.jemermed.
12. Strohm P.C., Bley T.A., Sudkamp N.P., Kostler W. Rupture of the pectoralis major muscle – causes, diagnosis, treatment. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2005;72(6):371-374.
13. Zvijac J.E., Schurhoff M.R., Hechtman K.S., Uribe J.W. Pectoralis Major Tears Correlation of Magnetic Resonance Imaging and Treatment Strategies. *Am J Sports Med*. 2006;34(2):289-294. doi: 10.1177/0363546505279573.
14. Fleury A.M., Silva A.C., Pochini A.C., Ejnisman B., Lira C.A.B., Andrade M.S. Isokinetic muscle assessment after treatment of pectoralis major muscle rupture using surgical or non-surgical procedures. *Clinics*. 2011;66(2):313-320.
15. Aarimaa V., Rantanen J., Heikkilä J., Helttula I., Orava S. Rupture of the pectoralis major muscle. *Am J Sports Med*. 2004;32(5):1256-1262.
16. Cordasco F.A., Mahony G.T., Tsouris N., Degen R.M. Pectoralis major tendon tears: functional outcomes and return to sport in a consecutive series of 40 athletes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(3):458-463. doi: 10.1016/j.jse.2016.07.018.
17. Bak K., Cameron E.A., Henderson I.J. Rupture of the pectoralis major: a meta-analysis of 112 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2000;8(2):113-119. doi: 10.1007/s001670050197.
18. Salazar D., Shakir I., Joe K., Choate W.S. Acute Pectoralis Major Tears in Forward Deployed Active Duty U.S. Military Personnel: A Population at Risk? *J Surg Orthop Adv*. 2019;28(2):150-157.
19. Patel A.A., Donegan D., Albert T. The 36-item short form. *J Am Acad Orthop Surg*. 2007;15:126-134.
20. Gartsman G.M., Brinker M.R., Khan M. Early effectiveness of arthroscopic repair for full-thickness tears of the rotator cuff: an outcome analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80:33-40.
21. Constant C.R., Murley A.H. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*. 1987;214:160-164.
22. Amstutz H.C., Sew Hoy A.L., Clarke I.C. UCLA anatomic total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;(155):7-20.
23. Hudak P., Amadio P.C., Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*. 1996;29(6):602-608. doi: 10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L.
24. Lippitt S., Harryman D., Matsen F. A practical tool for evaluating function: the Simple Shoulder Test. In: *The shoulder: a balance of mobility and stability*. Rosemont, IL: AAOS; 1993. p. 501-518.
25. Richards R.R., An K.N., Bigliani L.U., Friedman R.J., Gartsman G.M., Gristina A.G. et al. A standardized method for the assessment of shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg*. 1994;3(6):347-352. doi: 10.1016/S1058-2746(09)80019-0.
26. Leggin B.G., Lannotti J. Shoulder outcome measurement. In: Lannotti J.P., Williams G.R., eds. *Disorders of the Shoulder: Diagnosis and Management*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins; 1999. p. 1024-1040.
27. Kirkley A., Griffin S., McLintock H., Ng L. The development and evaluation of a disease-specific quality of life measurement tool for shoulder instability. The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Am J Sports Med*. 1998;26:764-772.
28. Dawson J., Fitzpatrick R., Carr A. The assessment of shoulder instability. The development and validation of a questionnaire. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81(3):420-426.
29. Watson L., Story I., Dalziel R., Hoy G., Shimmin A., Woods D. A new clinical outcome measure of glenohumeral joint instability: The MISS questionnaire. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005;14:22-30.
30. Rowe C.R., Zarins B. Recurrent transient subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(6):863-872.
31. Kirkley A., Griffin S., McLintock H., Ng L. The development and evaluation of a disease-specific quality of life measurement tool for shoulder instability. The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Am J Sports Med*. 1998;26(6):764-772.

32. Hollinshead R.M., Mohtadi N.G., Vande Guchte R.A., Wade V.M. Two 6-year follow-up studies of large and massive rotator cuff tears: comparison of outcome measures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9:373-381.
33. Naal F.D., Miozzari H.H., Kelly B.T., Magennis E.M., Leunig M., Noetzi H.P. The Hip Sports Activity Scale (HSAS) for patients with femoroacetabular impingement. *Hip Int.* 2013;23(2):204-211. doi: 10.5301/hipint.5000006.
34. Tietjen R. Closed injuries of the pectoralis major muscle. *J Trauma.* 1980;20(3):262-264.
35. Ефименко Н.А., Грицюк А.А., Середа А.П. Антибиотикопрофилактика в травматологии и ортопедии. *Инфекции в хирургии.* 2008;6(2):9-14. Efimenko N.A., Gritsyuk A.A., Sereda A.P. [Antibiotic prophylaxis in traumatology and orthopedics]. *Infektsii v khirurgii* [Infection in Surgery]. 2008;6(2):9-14. (In Russian).
36. Ефименко Н.А., Зеленский А.А., Середа А.П. Антибиотикопрофилактика в хирургии. *Инфекции в хирургии.* 2007;5(4):14-20. Efimenko N.A., Zelensky A.A., Sereda A.P. [Antibiotic prophylaxis in surgery]. *Infektsii v khirurgii* [Infection in Surgery]. 2007;5(4):14-20. (In Russian).

---

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

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

*Сметанин Сергей Михайлович* — д-р мед. наук, врач травматолог-ортопед, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

---

**AUTHORS' INFORMATION:**

*Andrey P. Sereda* — Dr. Sci. (Med.), Deputy Head of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

*Sergey M. Smetanin* — Dr. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

## Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов

Е.Н. Гончаров<sup>1,2</sup>, О.А. Коваль<sup>2</sup>, В.Э. Дубров<sup>3</sup>, Э.Н. Безуглов<sup>4</sup>, А.А. Алёхин<sup>5</sup>,  
Н.Г. Гончаров<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»  
Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУЗ «Центральная клиническая больница Российской академии наук», Москва, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»  
Минздрава России, Москва, Россия

<sup>5</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность.** На сегодняшний день существует большое количество способов артроскопического восстановления передней крестообразной связки, тем не менее возврат на соревновательный уровень среди спортсменов остается довольно низким. Считается, что функциональное состояние зависит от восстановления ротационной и передне-задней стабильности коленного сустава. Такие данные способствуют поиску методик дополнительной стабилизации коленного сустава, одной из которых является восстановление антеролатеральной связки коленного сустава. **Цель исследования** — оценка среднесрочных результатов комбинированного одноэтапного артроскопического восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов и вероятности возврата на соревновательный уровень. **Материал и методы.** В период с 2014 г. по 2015 г. было прооперировано 50 пациентов, которые были разделены на 2 группы. Группу 1 (основную) составили 20 пациентов, в том числе 10 спортсменов-профессионалов, которым было выполнено артроскопическое восстановление ПКС, дополненное восстановлением антеролатеральной связки; в группу 2 (контрольную) вошли 30 пациентов (из них 10 спортсменов-профессионалов), получивших лечение в объеме артроскопического восстановления ПКС. **Результаты.** *Группа 1.* Через 2 года после оперативного лечения все 100% пациентов смогли вернуться на дооперационный и на соревновательный уровень активности. Средняя оценка по шкале Tegner Lysholm до операции составила 72,60±6,45 балла, после операции — 97,40±1,18 балла. Среднее значение по шкале IKDC до операции — 63,1±4,8%, после операции — 96,3±1,8%. *Группа 2.* Из 30 пациентов через 2 года после операции на дооперационный и на соревновательный уровни вернулось 20 пациентов, что составило 66,7%. Из спортсменов-профессионалов на соревновательный уровень вернулось 5 пациентов из 10 (50%), среди спортсменов-любителей — 15 из 20 пациентов (75%). Средний балл по шкале Tegner Lysholm до операции составил 69,6±3,5 балла, после — 92,1±3,9 балла. Среднее значение по шкале IKDC до операции — 73,4±3,2%, после — 90,3±3,7%. **Заключение.** Среднесрочные результаты исследования показали, что одноэтапное восстановление передней крестообразной и антеролатеральной связок увеличивает вероятность возврата в спорт пациентов с высокими функциональными запросами и спортсменов-профессионалов по сравнению с артроскопическим восстановлением ПКС.

**Ключевые слова:** передняя крестообразная связка, антеролатеральная связка, нестабильность коленного сустава, артроскопия коленного сустава.

Гончаров Е.Н., Коваль О.А., Дубров В.Э., Безуглов Э.Н., Алёхин А.А., Гончаров Н.Г. Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):62-71. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-62-71.

**Cite as:** Goncharov E.N., Koval O.A., Dubrov V.E., Bezuglov E.N., Alekhin A.A., Goncharov N.G. [Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):62-71. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-62-71. (In Russian).

Гончаров Евгений Николаевич / Evgeniy N. Goncharov; e-mail: goncharoven@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 23.06.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 17.01.2020.

## Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes

E.N. Goncharov<sup>1,2</sup>, O.A. Koval<sup>2</sup>, V.E. Dubrov<sup>3</sup>, E.N. Bezuglov<sup>4</sup>,  
A.A. Alekhin<sup>5</sup>, N.G. Goncharov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup> Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>5</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** Today, there exist a large number of methods for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament, however, the return to the competitive level among athletes remains quite low. It is believed that the functional state depends on the restoration of the rotational and anteroposterior stability of the knee. Such data facilitate the search of techniques for additional stabilization of the knee, one of which is the reconstruction of the anterolateral ligament of the knee. **The goal of the study** was to assess the medium-term results of combined one-stage arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate and anterolateral ligaments of the knee in athletes and the probability of their return to the competitive level. **Material and Methods.** In the period from 2014 to 2015, 50 patients underwent surgery. They were divided into 2 groups. Group 1 (main) consisted of 20 patients, including 10 professional athletes, who underwent the arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament, supplemented by reconstruction of the anterolateral ligament. Group 2 (control) included 30 patients (of which 10 were the professional athletes) who underwent the arthroscopic reconstruction only of the anterior cruciate ligament. **Results.** Group 1. 2 years after surgical treatment, 100% of patients were able to return to the preoperative competitive levels of activity. The average Tegner Lysholm score before the operation was 72.60±6.45 points, after the operation — 97.40±1.18 points. The average value on the IKDC scale before surgery was 63.1±4.8%, after surgery — 96.3±1.8%. Group 2. Of 30 patients, 2 years after surgery, 20 patients returned to the preoperative and competitive levels (66.7%). Of the professional athletes, 5 out of 10 patients (50%) returned to the competitive level, among amateur athletes — 15 out of 20 patients (75%). The average Tegner Lysholm score before surgery was 69.6±3.5 points, after — 92.1±3.9 points. The average value on the IKDC scale before surgery was 73.4±3.2%, after — 90.3±3.7%. **Conclusion.** Medium-term results of the study showed that the one-stage restoration of the anterior cruciate and anterolateral ligaments, compared with arthroscopic reconstruction of only the anterior cruciate ligament, increased the probability that the patients with high functional requirements and professional athletes would return to sports.

**Keywords:** anterior cruciate ligament, anterolateral ligament, knee instability, knee arthroscopy.

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) — одна из самых часто встречающихся спортивных травм коленного сустава — 68,6 случаев на 100 тыс. человек ежегодно [1]. Согласно данным некоторых авторов, количество пациентов с изолированными и сочетанными повреждениями ПКС составляет 0,3–1,0% от населения РФ [2, 3]. Начиная с 1980-х гг. артроскопическое восстановление ПКС постоянно совершенствуется: появляются новые хирургические техники, оборудование, материалы [4]. Сегодня существует большое количество способов артроскопического восстановления ПКС, результаты которых успешны и позволяют пациентам вернуться на определенный уровень активности после операции [5, 6]. Тем не менее, вероятность возвращения на соревновательный уровень спортсменов по сей день остается довольно низкой и составля-

ет в среднем 55% (44–72%) [7, 8, 9]. Такой низкий показатель зависит от многих факторов, и в перечне причин не последнее место отводится остаточной ротационной нестабильности, сохраняющейся в 25–30% случаев после восстановления ПКС [10, 11]. Считается, что функциональное состояние зависит от восстановления ротационной и передне-задней стабильности коленного сустава [12, 13]. Приведенные выше данные способствуют поиску методик дополнительной стабилизации коленного сустава, одной из которых является экстракапсулярный тенодез, или восстановление anterolateral ligament (АЛС) коленного сустава.

АЛС участвует в ротационной стабильности коленного сустава, что доказано многочисленными анатомическими и биомеханическими исследованиями [14, 15, 16]. Известно, что разрыв ПКС

во многих случаях сопровождается повреждением и АЛС [17]. В настоящее время существуют различные методики восстановления АЛС [18, 19, 20].

**Цель исследования** — оценить среднесрочные результаты комбинированного одноэтапного артроскопического восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов и вероятность их возвращения на соревновательный уровень.

### Материал и методы

**Дизайн исследования:** моноцентровое проспективное продленное сравнительное контролируемое исследование.

**Критерии включения пациентов в исследование:**

- занятия спортом не менее 3 раз в неделю (не менее трех тренировок в неделю);
- участие в соревнованиях;
- занятие спортом профессионально;
- возраст от 16 до 40 лет;
- отсутствие предыдущих хирургических вмешательств на оперируемом коленном суставе;
- согласие на проведение МРТ коленного сустава до хирургического лечения;
- отсутствие неврологических и психических расстройств;
- согласие на заполнение анкет и участие в исследовании.

В период 2014–2015 г. было прооперировано 50 пациентов, соответствующих критериям включения в исследование:

- 20 пациентов (из них 10 спортсменов-профессионалов), получивших лечение в объеме артроскопического восстановления ПКС, дополненного восстановлением АЛС — группа 1 (основная);
- 30 пациентов (из них 10 спортсменов-профессионалов), получивших лечение в объеме артроскопического восстановления ПКС — группа 2 (контрольная).

Хирургическое лечение проводилось с использованием единой техники, одинаковых инструментов и расходного материала. Пациенты группы 1 были прооперированы одним хирургом, пациенты группы 2 — тремя хирургами отделения (включая первого автора), равными по подготовке и квалификации.

В этом исследовании использовалась техника анатомического восстановления АЛС. Техника экзартикулярного тенодеза ни у одного пациента не применялась.

Оценка функции коленного сустава основывалась на клиническом осмотре, сборе анамнеза жизни и заболевания, результатах функциональных тестов, результатах МРТ, ответах пациентов при заполнении шкал до операции и через два года после операции.

### Хирургическая техника

Представленная авторами хирургическая техника восстановления АЛС коленного сустава в некоторых аспектах аналогична предложенной J. Chahla с соавторами [20], но имеет следующие отличия.

1. В нашем исследовании выполняется дополнительный разрез около 5 см в проекции латерального мыщелка бедренной кости. Забор трансплантата для восстановления АЛС и формирования дистального канала для фиксации последнего осуществляется через доступ, используемый для забора трансплантата из связки надколенника для восстановления ПКС.

2. Для формирования каналов АЛС мы не используем направитель, применяющийся для формирования большеберцового канала при восстановлении ПКС. Формирование каналов непосредственно осуществляется по спице-направителю.

3. При формировании проксимального (бедренного) канала используется техника, позволяющая найти центр ротации, т.е. такое положение канала, которое позволит АЛС быть одинаково натянутой при различных углах сгибания-разгибания в коленном суставе.

4. Прошивание проксимального и дистального краев трансплантата осуществляется биодеградируемой нитью.

5. Использование интерферентных винтов различного диаметра.

6. Установка бедренного винта осуществляется при полностью разогнутом коленном суставе.

Во всех случаях мы использовали ауто-трансплантат ПКС из связки надколенника с двумя костными блоками. Формирование бедренного канала осуществляли через передне-медиальный порт. Диаметр костных каналов — 10 мм. Фиксация трансплантата по классической методике с использованием биодеградируемых интерферентных винтов (состав композитный — «полимолочная кислота — гидроксиапатит») различной длины: 8×25 мм — бедренный канал, 8×30 мм — большеберцовый канал. В обеих группах не отмечалось случаев выстояния костных блоков из сформированных каналов, что в дальнейшем потребовало бы изменения хирургической техники или типа фиксации трансплантата.

Для группы 1 после завершения первого этапа (восстановление ПКС) переходили ко второму этапу: восстановлению АЛС. Через доступ, используемый ранее для забора трансплантата ПКС, производили забор сухожилия нежной или полусухожильной мышцы для подготовки трансплантата АЛС. Далее в точку, находящуюся на латеральном мыщелке большеберцовой кости, на 1 см ниже



линии сустава, на середине линии, проведенной от бугорка Gerdy к головке малоберцовой кости, проводили спицу, по которой формировали канал 8×25 мм. В канал укладывали дистальный ко-

нец трансплантата АЛС, после чего трансплантат фиксировали интерферентным биодеградируемым винтом (8×25 мм, «полимолочная кислота — гидроксиапатит») (рис. 1 а).



**Рис. 1.** Этапы операции:  
 а — фиксация дистального края трансплантата АЛС;  
 б — планирование доступа к наружному мыщелку бедренной кости;  
 с — выведение проксимального трансплантата АЛС в области латерального мыщелка бедренной кости;  
 д — центр ротации при согнутом под углом 90° коленном суставе;  
 е — оценка натяжения трансплантата АЛС

**Fig. 1.** Stages of the surgery:  
 а — fixation of the distal end of the anterolateral ligament graft;  
 б — planning access to the lateral femoral condyle;  
 с — proximal anterolateral ligament graft passage at the site of the lateral femoral condyle  
 д — center of rotation with the knee at 90° flexion;  
 е — assessment of the transplanted anterolateral ligament strain

В проекции латерального мыщелка бедренной кости выполняли разрез около 5 см, послойно достигали широкой фасции, рассекая продольно последнюю на протяжении 4–5 см, достигали латерального мыщелка и надмыщелка бедренной кости (рис. 1 б).

От латерального мыщелка бедренной кости под подвздошно-большеберцовым трактом проводили зажим таким образом, чтобы бранши зажима вышли в месте сформированного канала на большеберцовой кости. При помощи зажима проксимальный конец трансплантата выводили в области латерального мыщелка бедренной кости (рис. 1 с).

На 1 см ниже и проксимальнее центра латерального надмыщелка устанавливали спицу с ушком, на которую «накручивали» проксимальный конец трансплантата, после чего производили сгибательно-разгибательные движения в суставе с целью определения попадания в центр ротации (центр ротации — положение трансплантата, при котором трансплантат будет равнотянутым при различных углах сгибания и разгибания коленного сустава) (рис. 1 д).

При попадании в центр ротации спица выводилась через медиальный мыщелок бедренной кости так, чтобы пройти через его середину. Далее по спице формировался канал 8×25 мм, проксимальный конец трансплантата прошивали биодеградируемой нитью на протяжении 30 мм, после чего нити прошитого трансплантата проводились в ушко спицы — и спица извлекалась с противоположной стороны. Таким образом, проксимальный конец трансплантата погружали в бедренный канал, а натяжение трансплантата осуществляли при помощи нитей, выведенных с противоположной стороны, после чего трансплантат фиксировался интерферентным биодеградируемым винтом на разогнутом коленном суставе. Перед зашиванием раны оценивали положение и натяжение трансплантата (рис. 1 е).

### *Послеоперационное ведение*

Протокол послеоперационного ведения был одинаковым в обеих группах пациентов. Ортезы в послеоперационном периоде не использовались. Разрешалось передвижение с полной опорой на оперированную конечность на следующий день после операции. В течение 3 нед. пациентам рекомендовали постельный режим, затем — пассивное восстановление объема движений в суставе. К 6-й нед. после операции пациенты обеих групп имели угол сгибания в коленном суставе не менее 90°. С 3-го мес. разрешали бег по ровной поверхности, занятия в тренажерном зале. Возвращение к спортивным нагрузкам рекомендовали не ранее чем через 8 мес. Пациенты являлись на контроль-

ные осмотры через 12, 30 дней, затем через 3, 6, 12 и 24 мес. после операции.

*Оценка результатов.* Оценка по объективным шкалам (IKDC и Tegner Lysholm) проводилась перед оперативным вмешательством и через 24 мес. после операции.

### *Статистический анализ*

Проверку гипотезы о том, что оцениваемые показатели в двух выборках соответствуют нормальному распределению, проводили с применением критерия Шапиро–Уилка (использовались аппроксимирующие зависимости при расчете требуемых коэффициентов).

Доверительный интервал для средних значений показателей рассчитывали, основываясь на допущении, что выборочное среднее подчиняется *t*-распределению Стьюдента.

Для подтверждения значимости изменений в состоянии пациентов до и после операций был проведен однофакторный дисперсионный анализ для каждой выборки по двум анализируемым показателям. Анализ показал, что средние значения показателей в выборках до и после проведенных операций значимо различаются.

Статистическую значимость различий средних в показателях по шкалам Tegner Lysholm и IKDC для независимых выборок, для которых применялись разные методы лечения (группа 1 — артроскопическое восстановление ПКС, дополнительное восстановление АЛС; группа 2 — артроскопическое восстановление ПКС), проводили с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни. Анализ данных проводился в программе SPSS.

Проверка проводилась для уровня значимости  $\alpha = 0,01\%$ .

## **Результаты**

### *Группа 1*

Из 20 пациентов, вошедших в эту группу, в раннем и отсроченном послеоперационном периодах для наблюдения и контрольных осмотров было доступно 18 пациентов. Один пациент после снятия швов был недоступен для дальнейшего наблюдения. Еще один пациент был исключен из исследования из-за септического осложнения, обусловленного несоблюдением пациентом рекомендаций. Через 24 мес. после операции 2 из 18 пациентов испытывали незначительную боль и дискомфорт (1–3 балла по ВАШ боли) в переднем отделе коленного сустава при физических нагрузках. У всех пациентов исследуемой группы pivot-shift тест — 0 ст., тест Lachman менее 3 мм.

Таким образом, через два года после оперативного лечения 100% из доступных для наблюдения пациентов группы 1 смогли вернуться

на дооперационный соревновательный уровень активности.

Оценка показателей по шкалам Tegner Lysholm и IKDC осуществлялась до и после оперативного лечения. Средний балл по шкале Tegner Lysholm до операции составил 73±6 балла, после операции — 97±1 балла. Среднее значение по шкале IKDC до операции — 63,1±4,8%, после операции — 96,3±1,8%.

### Группа 2

Все 30 пациентов, вошедших в группу 2, были доступны для наблюдения и контрольных осмотров в раннем и отсроченном послеоперационном периодах. Через 24 мес. после операции 5 из 30 пациентов испытывали незначительную боль и дискомфорт (1–3 балла по ВАШ) в переднем отделе коленного сустава при физических нагрузках. «Неуверенность» в суставе испытывали 4 из 30 пациентов. Pivot-shift тест — 0 ст. у 19 пациентов, 1 ст. — у 10 пациентов, 2 ст. — у 1 пациента. Тест Lachman был менее 3 мм — у 17 пациентов, 3–5 мм — у 11 пациентов, более 5 мм — у 2 пациентов.

Из 30 пациентов через год после операции на дооперационный и на соревновательный уровни (для спортсменов-профессионалов) вернулись 20 пациентов, что составило 66,7%. Из спортсменов-профессионалов на соревновательный уровень вернулись 5 пациентов из 10 (50%), среди спортсменов-любителей — 15 из 20 пациентов (75%). Чувство «неуверенности» у пациентов группы 2 может быть обусловлено наличием положительных результатов тестов pivot-shift и Lachman различных степеней выраженности через 24 мес. после оперативного вмешательства. Средний балл по шкале Tegner Lysholm до операции составил 70±4 балла, после операции — 92±4 балла. Среднее значение по шкале IKDC до операции — 73,4±3,2%, после операции — 90,3±3,7% (табл.).

Для подтверждения значимости изменений в состоянии пациентов до и после операций был проведен однофакторный дисперсионный анализ для каждой выборки по двум анализируемым по-

казателям — шкалы Tegner Lysholm и IKDC. Анализ показал, что средние значения в выборках до и после проведенных операций в обеих выборках значительно различаются. Измерение показателей в динамике в форме временного ряда не входило в задачи исследования.

Статистически значимых различий для генеральной совокупности пациентов с травмой (разрыв ПКС) в показателях шкал Tegner Lysholm и IKDC нет.

Анализ показал, что различия между показателями шкал Tegner Lysholm и IKDC до проведенных операций в группах 1 и 2 незначимы, что можно интерпретировать как близость состояний пациентов в обеих группах до проведенных операций.

Различия между показателями шкалы Tegner Lysholm после проведенных операций в группах 1 и 2 также не были значимы, т.е. состояние пациентов, оцениваемое по шкале Tegner Lysholm, в обеих группах было схожим. При этом различия между показателями шкал IKDC после проведенных операций в группах 1 и 2 были статистически значимы, более того в исследуемой группе возвращение в спорт на соревновательный уровень как спортсменов-любителей, так и спортсменов-профессионалов, составил 100%, в контрольной группе — 66,7% среди спортсменов-любителей и 50% среди спортсменов-профессионалов.

### Обсуждение

Исходя из результатов проведенного исследования, можно предположить, что одномоментное восстановление передней крестообразной и антеролатеральной связок увеличивают ротационную стабильность коленного сустава, позволяя пациентам вернуться на уровень физической активности до получения травмы сустава.

Изолированное артроскопическое восстановление ПКС позволяет пациентам вернуться на прежний уровень бытовой активности [21, 22], заниматься спортом на любительском уровне. По данным метаанализов, частота возвращения в любительский спорт после артроскопического восстановления ПКС составляет 81–85%,

Таблица

Оценка состояния пациентов обеих групп исследования до и после операции

Параметры	Группа 1				Группа 2			
	До операции		После операции		До операции		После операции	
	TL	IKDC	TL	IKDC	TL	IKDC	TL	IKDC
Среднее	73	63,1	97	96,3	70	73,4	92	90,3
Стандартное отклонение	13	9,6	2	3,6	9	8,6	11	10,0

TL — шкала Tegner Lysholm.

но если речь заходит о спортсменах-профессионалах и возвращении на уровень занятий спортом до получения травмы, то результаты более скромные — 53,4–65,0%, а возвращение на соревновательный уровень — не более 44–55% [9, 22]. Активных пациентов и профессиональных спортсменов такой процент не удовлетворяет. Безусловно, такие результаты связаны с большим количеством факторов, в том числе с сопутствующими травмами вне- и внутрисуставных структур, что влияет на восстановление и прогноз, а также с соблюдением рекомендаций и реабилитационных протоколов, психологическими причинами. Однако не последнюю роль играет остаточная нестабильность после операции по восстановлению ПКС [12, 13, 23], а риск разрыва трансплантата у пациентов моложе 20 лет достигает 16,4% [24]. Следует отметить, что вероятность повторного разрыва составляет от 1,8 до 14% после изолированного восстановления ПКС [25, 26]. Также известно, что положительный pivot-shift тест отрицательно влияет на функцию коленного сустава [13, 23]. Остается открытым вопрос развития посттравматического гонартроза после восстановления ПКС по сравнению с нетравмированной конечностью, что может быть обусловлено наличием микронестабильности, которая со временем приводит к повреждению суставного хряща [27]. Е. Мопасо с соавторами показали в эксперименте, что отсутствие ПКС незначительно увеличивает показатели pivot-shift тест, а дополнительное пересечение АЛС увеличивает pivot-shift тест до 2–3-й степени [28]. Таким образом, возможно улучшить результаты восстановления ПКС, путем дополнения пластики АЛС или процедуры экзартикулярного тенодеза.

Восстановление АЛС позволяет улучшить послеоперационные результаты. Результаты одного из исследований показали, что возвращение в спорт 83 пациентов на уровень до получения травмы после двухлетнего наблюдения составил 71%, показателей теста «переднего выдвигающего ящика» уменьшились с  $8,0 \pm 1,9$  мм до операции — до  $0,7 \pm 0,8$  мм после операции. В послеоперационном периоде pivot-shift тест у 76 пациентов равнялся 0 ст., у оставшихся 7 пациентов — I ст. [30].

S.A. Ibrahim с соавторами провели исследование с использованием двух групп пациентов: группа I (исследуемая) — 53 пациента, прошедших процедуру одномоментного восстановления ПКС в тандеме с восстановлением АЛС, и группа II (контрольная) — 50 пациентов, прошедших процедуру изолированного восстановления ПКС. По результатам исследования, оказалось, что в группе I в послеоперационном периоде отмечено уменьшение показателей теста «переднего выдвигающего ящика» до —  $1,3 \pm 0,2$  мм, по сравнению с группой II —  $1,8 \pm 0,8$  мм [31].

S. Mogos с соавторами сообщают о результатах хирургического лечения 32 пациентов, которым было выполнено одномоментное восстановление ПКС в тандеме с восстановлением АЛС. В послеоперационном периоде (12 нед.) у пациентов была отмечена значимая положительная динамика по шкалам IKDC, Tegner Lysholm, клиническим тестам pivot-shift тест, Lachman, а также изменение показателей теста «переднего выдвигающего ящика» с  $7,19 \pm 1,96$  мм (до операции), до  $0,13 \pm 0,34$  мм [32].

B. Sonnery-Cottet с соавторами сравнивают результаты артроскопического восстановления ПКС, используя трансплантат из связки надколенника (группа I), трансплантат из сухожилий нежной и полусухожильной мышц (группа II) и трансплантат ПКС из сухожилий нежной и полусухожильной мышц, дополненное восстановлением АЛС (группа III) с участием 502 пациентов при среднем сроке наблюдения 38,4 мес. В исследование было включено 39 спортсменов-профессионалов. Исследование показало, что статистически значимых различий между группами по шкалам IKDC, Tegner Lysholm выявлено не было, 93% пациентов смогли вернуться к спортивной деятельности в последующем, на уровень спортивной активности до травмы вернулись 64,6% пациентов. Из 39 спортсменов-профессионалов 5 пациентов получили повторную травму сустава, которая вызвала разрыв трансплантата (3 пациента из группы 1, один пациент из группы 2, один пациент из группы 3). Также 6 пациентов получили травмы, вызвавшие разрыв ПКС контралатеральной конечности, 28 остальных пациентов вернулись на соревновательный уровень активности. Однако частота повторного разрыва трансплантатов в изучаемых группах составил следующие значения: группа 1 — 16,77%, группа 2 — 10,77%, группа 3 — 4,13%. Таким образом, восстановление АЛС позволило уменьшить риск разрыва трансплантата ПКС [33].

Возвращаясь к результатам нашего исследования, отметим, что чувство неуверенности у пациентов группы 2 также может быть обусловлено наличием положительных результатов тестов pivot-shift и Lachman различных степеней выраженности 24 мес. после оперативного вмешательства.

Опираясь на результаты проведенного исследования, можно предположить, что одноступенчатое восстановление ПКС и АЛС увеличивает ротационную стабильность коленного сустава, являющейся особо значимой в спортивных дисциплинах с высокой скручивающей нагрузкой. Считается, что раннее оперативное лечение после полученной травмы, соблюдение рекомендаций и следование программам послеоперационной реабилитации, настрой на выздоровление позволяют полноценно восстановить функцию оперированного сустава,

уменьшить психологический дискомфорт пациента и риск разрыва трансплантата [34]. Более того, необходимо восстановить полную функциональность оперированного сустава, что распределяет равномерно нагрузку, позволяя уменьшить риск разрыва ПКС контралатеральной конечности.

### Ограничения исследования

В исследовании использовались негетерогенные группы пациентов, которые отличались по возрасту, количеству, соотношению мужчин и женщин, видам спортивной активности. Не учитывались сопутствующие повреждения структур коленного сустава, не были включены пациенты, которым выполнен шов мениска. Хирургическое лечение пациентов группы 1 проводилось одним врачом, лечение пациентов группы 2 проводилось тремя врачами отделения (включая первого автора), сопоставимыми по опыту и подготовке. В этой работе не оценивались результаты контрольных МРТ-исследований оперированных коленных суставов и корреляция результатов хирургического лечения с сопутствующей патологией оперированного коленного сустава. Все эти аспекты, безусловно, имеют влияние на течение послеоперационного периода, протокол и сроки реабилитации. Поэтому однозначная оценка результатов исследования была невозможна.

Исходя из среднесрочных результатов нашего исследования, мы считаем восстановление ПКС в тандеме с восстановлением АЛС перспективным методом лечения у пациентов с высокими функциональными запросами. Существует необходимость дальнейших мультицентровых исследований с подбором гомогенных групп пациентов для оценки результатов восстановления АЛС с использованием единой хирургической техники.

### Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

### Конфликт интересов: не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

### Вклад авторов

Гончаров Е.Н. — разработка концепции и дизайна исследования; сбор, анализ и интерпретация данных; редактирование статьи; утверждение окончательного варианта статьи для публикации; согласие нести ответственность за все аспекты статьи, обеспечивая надлежащее расследование и решение вопросов, связанных с точностью или целостностью любой части работы.

Коваль О.А. — разработка дизайна исследования; сбор, анализ и интерпретация данных;

утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

Дубров В.Э. — написание и редактирование текста статьи; утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

Безуглов Э.Н. — сбор, анализ и интерпретация данных; текста статьи; утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

Алехин А.А. — сбор и обработка данных.

Гончаров Н.Г. — разработка концепции и дизайна исследования; написание текста статьи; редактирование; утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

### Литература [References]

- Sanders T.L., Maradit Kremers H., Bryan A.J., Larson D.R., Dahm D.L., Levy B.A. [et al.]. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502-1507. doi: 10.1177/0363546516629944.
- Лазишвили Г.Д., Кузьменко В.В., Гиршин В.Э. Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки коленного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 1997;(1):23-27. Lazishvili G.D., Kuzmenko V.V., Girshin V.E. [Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee]. *Vestnik travmatologii and ophthopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 1997;(1):23-27. (In Russian).
- Федорук Г.В., Голева А.В., Бровкин С.С., Невзоров А.М. Современные технологии в эндопротезировании передней крестообразной связки коленного сустава. *Земский врач.* 2012;13(2):21-23. Fedoruk G.V., Goleva A.V., Brovkin S.S., Nevzorov A.M. [Modern technologies in arthroplasty of the anterior cruciate ligament]. *Zemsky vrach.* 2012; (2): 21-23. (In Russian).
- Davarinos N., O'Neill B.J., Curtin W. A Brief History of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Adv Orthop Surg.* 2014;2014:1-6. doi: 10.1155/2014/706042.
- Xie X., Liu X., Chen Z., Yu Y., Peng S., Li Q. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2015;22(2):100-110. doi: 10.1016/j.knee.2014.11.014.
- Gudas R., Jurkonis R., Smailys A. Comparison of Return to Pre-Injury Sport After 10 mm Size Bone-Patellar Tendon-Bone (BPTB) versus 8 mm Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Retrospective Study with a Two-Year Follow-Up. *Med Sci Monit.* 2018;24:987-996.
- Brophy R.H., Schmitz L., Wright R.W., Dunn W.R., Parker R.D., Andrich J.T. et al. Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the multicenter orthopaedic outcomes network (MOON) group. *Am J Sports Med.* 2012;40(11):2517-2522. doi: 10.1177/0363546512459476.
- Mascarenhas R., Tranovich M.J., Kropf E.J., Fu F.H., Harner C.D. Bone-patellar tendon-bone autograft versus hamstring autograft anterior cruciate ligament reconstruction in the young athlete: a retrospective matched analysis with 2-10 year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(8):1520-1527. doi: 10.1007/s00167-011-1735-2.

9. Ardern C.L. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction-Not Exactly a One-Way Ticket Back to the Preinjury Level: A Review of Contextual Factors Affecting Return to Sport After Surgery. *Sports Health*. 2015;7(3):224-230. doi: 10.1177/1941738115578131.
10. Chambat P., Guier C., Sonnery-Cottet B., Fayard J.M., Thauinat M. The evolution of ACL reconstruction over the last fifty years. *Int Orthop*. 2013;37(2):181-186. doi: 10.1007/s00264-012-1759-3.
11. Nedeff D.D., Bach B.R. Jr. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autografts. *Orthopedics*. 2002;25(3):343-357; quiz 358-359.
12. Kocher M.S., Steadman J.R., Briggs K.K., Sterett W.I., Hawkins R.J. Relationships between objective assessment of ligament stability and subjective assessment of symptoms and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2004;32(3):629-634. doi: 10.1177/0363546503261722.
13. Ayeni O.R., Chahal M., Tran M.N., Sprague S. Pivot shift as an outcome measure for ACL reconstruction: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(4):767-777. doi: 10.1007/s00167-011-1860-y.
14. Гончаров Е.Н., Коваль О.А., Краснов Г.О., Миронов А.Н., Гончаров Н.Г. Топографо-анатомическая характеристика антеролатеральной связки коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):88-95. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-1-88-95. Goncharov E.N., Koval O.A., Krasnov H.O., Mironov A.N., Goncharov N.G. [Topography-anatomical characteristics of anterolateral ligament in knee joint]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):88-95. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-1-88-95. (In Russian).
15. Catherine S., Litchfield R., Johnson M., Chronik B., Getgood A. A cadaveric study of the anterolateral ligament: re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(11):3186-3195. doi: 10.1007/s00167-014-3117-z.
16. Sonnery-Cottet B., Lutz C., Daggett M., Dalmay F., Freychet B., Niglis L., Imbert P. The involvement of the anterolateral ligament in rotational control of the knee. *Am J Sports Med*. 2016;44(5):1209-1214. doi: 10.1177/0363546515625282.
17. Claes S., Luyckx T., Vereecke E., Bellemans J. The Second fracture: a bony injury of the anterolateral ligament of the knee. *Arthroscopy*. 2014;30(11):1475-1482. doi: 10.1016/j.arthro.2014.05.039.
18. Smith J.O., Yasen S.K., Lord B., Wilson A.J. Combined anterolateral ligament and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(11):3151-3156. doi: 10.1007/s00167-015-3783-5.
19. Wagih A.M., Elguindy A.M. Percutaneous Reconstruction of the Anterolateral Ligament of the Knee With a Polyester Tape. *Arthrosc Tech*. 2016;5(4):e691-e697. doi: 10.1016/j.eats.2016.02.028.
20. Chahla J., Menge T.J., Mitchell J.J., Dean C.S., LaPrade R.F. Anterolateral Ligament Reconstruction Technique: An Anatomic-Based Approach. *Arthrosc Tech*. 2016;5(3):e453-e457. doi: 10.1016/j.eats.2016.01.032.
21. Leiter J.R., Gourlay R., McRae S., de Korompay N., MacDonald P.B. Long-term follow-up of ACL reconstruction with hamstring autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(5):1061-1069. doi: 10.1007/s00167-013-2466-3.
22. Ardern C.L., Webster K.E., Taylor N.F., Feller J.A. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*. 2011;45(7):596-606. doi: 10.1136/bjism.2010.076364.
23. Kocher M.S., Steadman J.R., Briggs K., Zurakowski D., Sterett W.I., Hawkins R.J. Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(9):1560-1572. doi: 10.2106/0004623-200209000-00008.
24. Magnussen R.A., Lawrence J.T., West R.L., Toth A.P., Taylor D.C., Garrett W.E. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy*. 2012;28(4):526-531. doi: 10.1016/j.arthro.2011.11.024.
25. Mariscalco M.W., Flanagan D.C., Mitchell J., Pedroza A.D., Jones M.H., Andrish J.T. et al. The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Cohort Study. *Arthroscopy*. 2013;29(12):1948-1953. doi: 10.1016/j.arthro.2013.08.025.
26. Van Eck C.F., Schkrohowsky J.G., Working Z.M., Irrgang J.J., Fu F.H. Prospective analysis of failure rate and predictors of failure after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with allograft. *Am J Sports Med*. 2012;40(4):800-807. doi: 10.1177/0363546511432545.
27. Jonsson H., Riklund-Ahlström K., Lind J. Positive pivot shift after ACL reconstruction predicts later osteoarthritis: 63 patients followed 5-9 years after surgery. *Acta Orthop Scand*. 2004;75(5):594-599. doi: 10.1080/00016470410001484.
28. Monaco E., Maestri B., Conteduca F., Mazza D., Iorio C., Ferretti A. Extra-articular ACL Reconstruction and Pivot Shift: In Vivo Dynamic Evaluation With Navigation. *Am J Sports Med*. 2014;42(7):1669-1674. doi: 10.1177/0363546514532336.
29. Helito C.P., Bonadio M.B., Gobbi R.G., da Mota E Albuquerque R.F., Pécora J.R., Camanho G.L., Demange M.K. Combined Intra- and Extra-articular Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: The Reconstruction of the Knee Anterolateral Ligament. *Arthrosc Tech*. 2015;4(3):e239-244. doi: 10.1016/j.eats.2015.02.006.
30. Sonnery-Cottet B., Thauinat M., Freychet B., Pupim B.H., Murphy C.G., Claes S. Outcome of a Combined Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Reconstruction Technique With a Minimum 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med*. 2015;43(7):1598-1605. doi: 10.1177/0363546515571571.
31. Ibrahim S.A., Shohdy E.M., Marwan Y., Ramadan S.A., Almisfer A.K., Mohammad M.W. et al. Anatomic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament of the Knee With or Without Reconstruction of the Anterolateral Ligament: A Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med*. 2017;45(7):1558-1566. doi: 10.1177/0363546517691517.
32. Mogos S., Sendrea B., Stoica I.C. Combined Anatomic Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Reconstruction. *Maedica (Buchar)*. 2017;12(1):30-35.
33. Sonnery-Cottet B., Saithna A., Cavalier M., Kajetanek C., Temponi E.F. Daggett M. et al. Anterolateral Ligament Reconstruction Is Associated with Significantly Reduced ACL Graft Rupture Rates at a Minimum Follow-up of 2 Years: A Prospective Comparative Study of 502 Patients From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med*. 2017;45(7):1547-1557. doi: 10.1177/0363546516686057.
34. Ardern C.L., Taylor N.F., Feller J.A., Webster K.E. A systematic review of the psychological factors associated with returning to sport following injury. *Br J Sports Med*. 2013;47(17):1120-1126. doi: 10.1136/bjsports-2012-091203.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Гончаров Евгений Николаевич* — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; врач-травматолог-ортопед ФГБУЗ «Центральная клиническая больница Российской академии наук», Москва

*Коваль Олег Александрович* — врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического центра, ФГБУЗ «Центральная клиническая больница Российской академии наук», Москва

*Дубров Вадим Эрикович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

*Безуглов Эдуард Николаевич* — ассистент кафедры спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва

*Алехин Антон Александрович* — студент, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

*Гончаров Николай Гаврилович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва; заведующий травматолого-ортопедическим центром, ФГБУЗ «Центральная клиническая больница Российской академии наук», Москва

## AUTHORS' INFORMATION:

*Evgeny N. Goncharov* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Lecturer, Traumatology and Orthopedics Department, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Orthopaedic Surgeon, Traumatology and Orthopedics Center, Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

*Oleg A. Koval* — Orthopaedic Surgeon, Traumatology and Orthopedics Center, Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

*Vadim E. Dubrov* — Dr. Sci. (Med.), Head of General and Specific Surgery Department, Fundamental Medicine Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

*Eduard N. Bezuglov* — Assistant Lecturer, Department of Sport Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

*Anton A. Alekhin* — Student, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Nikolay G. Goncharov* — Dr. Sci. (Med.), Head of Department, Traumatology and Orthopedics Department, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Head of Department, Traumatology and Orthopedics Center, Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

## Комментарий к статье «Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов»

С.А. Банцер

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

## Comment to the Article “Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes”

S.A. Bantser

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

### Современное состояние проблемы

Основной целью реконструкции передней крестообразной связки (ПКС) при ее разрывах у физически активных молодых людей является полноценное восстановление функции коленного сустава и возвращение к прежнему уровню спортивных нагрузок. Развитие артроскопической хирургии в 1980-е гг. впервые позволило многим пациентам с подобными травмами вернуться к спортивным соревнованиям. Популярная с 1990-х гг. по настоящее время транспибиальная техника реконструкции ПКС, основанная на «изометрической концепции», обеспечивает хорошие клинические результаты, однако остаточная ротационная нестабильность коленного сустава не позволяет значительной части пациентов полностью вернуться к привычному уровню физической активности. Так, по данным исследования С.Л.

Ardern с соавторами, в сроки от 2 до 7 лет после транспибиальной реконструкции ПКС 74% пациентов продолжили заниматься спортом, но лишь 45% больных смогли вернуться к прежнему уровню нагрузок [1].

Для улучшения контроля ротационной стабильности коленного сустава в 2000-х гг. была разработана и широко применяется среди хирургов «анатомическая концепция» реконструкции ПКС, основной целью которой является точное размещение трансплантата в анатомических местах прикрепления связки. Использование данной методики, согласно исследованиям, хоть и обеспечивает более высокую ротационную стабильность и лучше восстанавливает нормальную биомеханику коленного сустава, однако не приводит к значительному снижению частоты разрывов трансплантата ПКС [2, 3, 4].

Таким образом, несмотря на множество различных хирургических способов, современные методики изолированной реконструкции ПКС не позволяют полноценно воспроизвести сложную анатомию, функцию и биомеханику нативной связки. В связи с этим в последние годы все больше хирургов для улучшения клинических результатов

### • Комментарий к статье

Гончаров Е.Н., Коваль О.А., Дубров В.Э., Безуглов Э.Н., Алёхин А.А., Гончаров Н.Г. Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):62-71. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-62-71.

Банцер С.А. Комментарий к статье «Среднесрочные результаты одномоментного восстановления передней крестообразной и антеролатеральной связок коленного сустава у спортсменов». *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):72-75. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-72-75.

**Cite as:** [Comment to the Article “Mid-Term Results of Simultaneous Reconstruction of Anterior Cruciate and Anterolateral Ligaments in Athletes”]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):72-75. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-72-75. (In Russian).

Банцер Сергей Александрович / Sergei A. Bantser; e-mail: sergeibantser@gmail.com



при восстановлении ПКС дополнительно применяют методики внесуставной пластики коленного сустава с использованием свободных или несвободных трансплантатов [5, 6, 7, 8].

### **Вклад авторов в решение проблемы**

Впервые передне-латеральная связка коленного сустава была описана P. Segond в 1879 г. как «плотный фиброзный тяж жемчужного цвета, укрепляющий суставную капсулу боковой части колена и ограничивающий внутреннюю ротацию голени». Однако термин «передне-латеральная связка» (anterolateral ligament) впервые был предложен и получил широкое распространение в литературе лишь в 2007 г. благодаря публикации E.L. Vieira с соавторами [9]. С этого времени началось активное изучение строения и роли данной связки в обеспечении биомеханики и стабильности коленного сустава, с чем связано ежегодное увеличение числа научных публикаций, посвященных этой проблеме.

Попытки внесуставной пластики при повреждениях ПКС предпринимаются уже на протяжении длительного времени. В период до развития артроскопической хирургии было предложено множество методик устранения нестабильности коленного сустава при его повреждениях. В 1967 г. M. Lemaire предложил способ внесуставного латерального тенodesа коленного сустава лоскутом из широкой фасции бедра. Однако эта методика в большинстве случаев не приводила к удовлетворительным результатам, поскольку при этом не восстанавливалась ПКС. В дальнейшем был разработан ряд усовершенствованных методик латерального тенodesа, таких как модифицированный тенodes Lemaire, техники Losee, MacIntosh, Ellison и др., которые, наряду с реконструкцией передне-латеральной связки, широко используются хирургами в настоящее время [5, 6].

Целью исследования E.H. Гончарова с соавторами была оценка вероятности возвращения спортсменов к соревновательным нагрузкам после восстановления ПКС с одновременной реконструкцией передне-латеральной связки. Основным критерием включения в исследование был высокий уровень физической активности пациентов. По данным авторов, через 2 года после операции при изолированном восстановлении ПКС у 11 больных из 30 выявлялся положительный «pivot-shift» тест, который указывает на остаточную ротационную нестабильность коленного сустава, при этом только 2/3 пациентов (67%) смогли вернуться к прежнему уровню физической активности. При одновременном восстановлении ПКС и дополнительной анатомической пластике передне-латеральной связки коленного сустава, напротив, все

пациенты смогли вернуться к прежнему соревновательному уровню. Таким образом, проведенное исследование показывает, что внесуставная пластика значительно повышает результаты оперативного лечения у пациентов с высокими физическими требованиями.

Результаты исследования E.H. Гончарова с соавторами показали, что для достижения оптимальных результатов оперативного лечения при повреждениях ПКС у спортсменов необходимо дополнительно восстанавливать передне-латеральную связку. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к снижению числа рецидивов и неоптимальных исходов реконструкции ПКС у пациентов с высоким уровнем физической активности. Однако ряд вопросов требует дальнейшего изучения. В каких случаях еще необходима дополнительная внесуставная пластика при реконструкции ПКС? Какая методика внесуставной пластики является предпочтительной?

### **Дальнейшие перспективы исследований**

Многие хирурги при изолированных повреждениях ПКС стремятся восстановить поврежденную структуру оперативными методами. Однако высокоэнергетические травмы, при которых возникает разрыв ПКС, зачастую сопровождаются дополнительными повреждениями капсульно-связочного аппарата коленного сустава, которые не всегда диагностируются. Так, С.Р. Helito с соавторами на основании данных МРТ коленных суставов 113 пациентов со свежими разрывами ПКС обнаружили, что в 32,6% случаев они сопровождались повреждениями передне-латеральной связки [10].

Общепризнано, что важную роль в ротационной стабильности коленного сустава, наряду с ПКС, играет «передне-латеральный комплекс», который включает поверхностную и глубокую порции подвздошно-большеберцового тракта, каплановские волокна, а также передне-латеральную капсулу [11]. Ряд авторов в составе данного комплекса также выделяет передне-латеральную связку [9, 10, 12]. При этом наличие данной структуры и ее роль по-прежнему остаются предметом продолжающихся активных дискуссий среди хирургов и анатомов во всем мире.

Ряд анатомических и гистологических исследований показывают, что передне-латеральная связка прикрепляется проксимальнее и кзади от латерального надмышечка бедренной кости и кзади от бугорка Жерди на большеберцовой кости [9]. С.Р. Helito с соавторами на основании результатов МРТ-исследований коленных суставов выявили наличие передне-латеральной связки в 81,7% случаев [10]. Однако не все авторы выделяют эту связку как самостоятельную анатомическую струк-

туру. Так, E. Herbst с соавторами при исследовании 20 кадаверных препаратов сообщили об отсутствии четкой анатомической структуры передне-латеральной связки и описали ее как часть капсулы коленного сустава [13].

Роль данной связки также является предметом активных дискуссий среди хирургов. Экспериментальное исследование 14 препаратов нижних конечностей, проведенное D. Araki с соавторами, показало, что изолированное пересечение передне-латеральной связки не оказывает существенного влияния на увеличение внутренней ротации голени, тогда как пересечение подвздошно-большеберцового тракта статистически значимо приводит к возникновению ротационной нестабильности [14].

Открытым остается вопрос выбора хирургической методики латеральной внесуставной пластики: анатомическое восстановление передне-латеральной связки или неанатомический латеральный тенodes. Многочисленные исследования не показали преимуществ одного хирургического метода над другим в обеспечении ротационной стабильности коленного сустава. Однако в сочетании с реконструкцией ПКС данные виды внесуставной пластики приводили к значительному улучшению клинических результатов. Так, ряд авторов сообщает о снижении частоты рецидивов, увеличении процента возврата пациентов к спортивным соревнованиям и повышении стабильности коленного сустава [6, 7, 8]. Преимуществами латерального тенодеза по сравнению с реконструкцией передне-латеральной связки является отсутствие необходимости в дополнительном пластическом материале, а также меньшее число фиксаторов, однако он не восстанавливает анатомию коленного сустава. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования для сравнения клинических результатов применения данных методик.

Важным моментом является определение показаний к использованию дополнительной латеральной внесуставной пластики коленного сустава. По мнению некоторых авторов, латеральный тенодез или реконструкция передне-латеральной связки в сочетании с восстановлением ПКС показаны пациентам, занимающимся спортом на постоянной основе или профессионально, при выраженной ротационной нестабильности коленного сустава, при гипермобильности суставов, а также в случаях ревизионных вмешательств [8].

Основными недостатками применения внесуставной пластики передне-наружного комплекса коленного сустава при реконструкции ПКС является необходимость использования дополнительного ауто- или аллопластического материала и большего числа фиксаторов, что влияет на сто-

имость, а также увеличивает продолжительность, травматичность и сложность операции. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования для определения показаний к данным видам вмешательств. При этом дополнительная внесуставная пластика передне-наружного комплекса при реконструкции ПКС у профессиональных спортсменов является эффективным способом снижения частоты рецидивов и улучшения клинических результатов и требует дальнейшего изучения.

### Литература [References]

1. Ardern C.L., Taylor N.F., Feller J.A., Webster K.E. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2012;40(1):41-48. doi: 10.1177/0363546511422999.
2. Irrarázaval S., Kurosaka M., Cohen M., Fu F.H. Anterior cruciate ligament reconstruction. *JISAKOS.* 2016;2(5):38-52.
3. Franceschi F., Papalia R., Rizzello G., Del Buono A., Maffulli N., Denaro V. Anteromedial portal versus transtibial drilling techniques in anterior cruciate ligament reconstruction: any clinical relevance? A retrospective comparative study. *Arthroscopy.* 2013;29(8):1330-1337. doi:10.1016/j.arthro.2013.05.020.
4. Rahr-Wagner L., Thillemann T.M., Pedersen A.B., Lind M.C. Increased risk of revision after anteromedial compared with transtibial drilling of the femoral tunnel during primary anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish Knee Ligament Reconstruction Register. *Arthroscopy.* 2013;29(1):98-105. doi: 10.1016/j.arthro.2012.09.009.
5. Mathew M., Dhollander A., Getgood A. Anterolateral ligament reconstruction or extra-articular tenodesis: why and when? *Clin Sports Med.* 2018;37(1):75-86. doi: 10.1016/j.csm.2017.07.011.
6. Inderhaug E., Stephen J.M., Williams A., Amis A.A. Anterolateral Tenodesis or Anterolateral Ligament Complex Reconstruction: Effect of Flexion Angle at Graft Fixation When Combined With ACL Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2017;45(13):3089-3097. doi: 10.1177/0363546517724422.
7. Rosenstiel N., Praz C., Ouanezar H., Saithna A., Fournier Y., Hager J.P. et al. Combined Anterior Cruciate and Anterolateral Ligament Reconstruction in the Professional Athlete: Clinical Outcomes From the Scientific Anterior Cruciate Ligament Network International Study Group in a Series of 70 Patients With a Minimum Follow-Up of 2 Years. *Arthroscopy.* 2019;35(3):885-892. doi: 10.1016/j.arthro.2018.09.020.
8. Helito C.P., Sobrado M.F., Giglio P.N., Bonadio M.B., Pécora J.R., Camanho G.L., Demange M.K. Combined Reconstruction of the Anterolateral Ligament in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injury and Ligamentous Hyperlaxity Leads to Better Clinical Stability and a Lower Failure Rate Than Isolated Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy.* 2019;35(9):2648-2654. doi: 10.1016/j.arthro.2019.03.059.
9. Vieira E.L., Vieira E.A., da Silva R.T., Berlfein P.A., Abdalla R.J., Cohen M. An anatomic study of the iliotibial tract. *Arthroscopy.* 2007;23(3):269-274.
10. Helito C.P., Helito P.V.P., Costa H.P., Demange M.K., Bordalo-Rodrigues M. Assessment of the Anterolateral Ligament of the Knee by Magnetic

- Resonance Imaging in Acute Injuries of the Anterior Cruciate Ligament. *Arthroscopy*. 2017;33(1):140-146. doi: 10.1016/j.arthro.2016.05.009.
11. Musahl V., Herbst E., Burnham J.M., Fu F.H. The Anterolateral Complex and Anterolateral Ligament of the Knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(8):261-267. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00758.
12. Van der Watt L., Khan M., Rothrauff B.B., Ayeni O.R., Musahl V., Getgood A., Peterson D. The structure and function of the anterolateral ligament of the knee: a systematic review. *Arthroscopy*. 2015;31(3):569-582. doi: 10.1016/j.arthro.2014.12.015.
13. Herbst E., Albers M., Burnham J.M., Shaikh H.S., Naendrup J.H., Fu F.H., Musahl V. The anterolateral complex of the knee: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(4):1009-1014. doi: 10.1007/s00167-017-4449-2.
14. Araki D., Matsushita T., Hoshino Y., Nagai K., Nishida K., Koga H. et al. The Anterolateral Structure of the Knee Does Not Affect Anterior and Dynamic Rotatory Stability in Anterior Cruciate Ligament Injury: Quantitative Evaluation With the Electromagnetic Measurement System. *Am J Sports Med*. 2019;47(14):3381-3388. doi: 10.1177/0363546519879692.

---

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

*Банцер Сергей Александрович* — канд. мед. наук, преподаватель кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

---

**AUTHOR'S INFORMATION:**

*Sergei A. Bantser* — Cand. Sci. (Med.), Lecture, Chair of Traumatology and Orthopedics, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

## Минимально инвазивный накостный остеосинтез дистального метаэпифиза лучевой кости: есть ли преимущества перед стандартной техникой?

Б.И. Максимов

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

### Реферат

**Цель исследования** — продемонстрировать возможности и оценить отдаленные результаты минимально инвазивного накостного остеосинтеза переломов дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЛК), а также сравнить их с результатами лечения пациентов с подобными травмами, которым остеосинтез выполняли посредством традиционного ладонного хирургического доступа. **Материал и методы.** В исследование были включены 96 пациентов с переломами ДМЛК, которым была выполнена хирургическая стабилизация переломов посредством волярных пластин с угловой стабильностью. В основной группе было прооперировано 42 пациента (29 женщин и 13 мужчин) с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости, использовался минимально инвазивный ладонный доступ. Средний возраст больных составил 38 лет (от 21 года до 57 лет). В контрольную группу вошли 54 пациента (33 женщины и 21 мужчина), средний возраст — 43 года (от 26 до 64 лет), которым хирургическая стабилизация переломов ДМЛК за этот же период времени проводилась традиционным ладонным доступом. После выполнения операции и выписки из стационара минимальный период наблюдения за пациентами составил 3 мес. В отдаленном периоде оценивали рентгенологические, функциональные и косметические результаты, а также удовлетворенность пациентов по результатам опросника QuickDASH-9. **Результаты.** У 95 (98,9%) пациентов вне зависимости от использованного метода в сроки до 6 нед. после операции была достигнута консолидация перелома, подтвержденная рентгенологически при контрольном обследовании. У одной (1,1%) пациентки после минимально инвазивного остеосинтеза костного сращения не произошло даже через год, что было расценено как ложный сустав ДМЛК, однако имелся отличный функциональный результат. При минимально инвазивном остеосинтезе время выполнения операции составило 47 (41;53) мин., а при использовании традиционного ладонного хирургического доступа — 43 (37;46) мин. ( $p = 0,731$ ). Что касается работы электронно-оптического преобразователя в операционной в процессе остеосинтеза, то при выполнении хирургической стабилизации переломов с применением минимально инвазивной техники среднее время его использования составило 54 (47;63) сек., а при традиционной открытой методике — 33 (29;37) сек. ( $p = 0,046$ ). Выявлены статистически значимо большие углы сгибания и разгибания, пронации и супинации, а также более высокие показатели силы схвата в группе минимально инвазивного остеосинтеза через 1, 2 и 3 мес. после операции ( $p < 0,001$ ). Также получены статистически меньшие показатели опросника QuickDASH-9 в основной группе через 2 и 3 мес. ( $p < 0,001$ ). Косметический результат был лучше у пациентов, которым остеосинтез выполняли с применением минимально инвазивного доступа. **Заключение.** Минимально инвазивный накостный остеосинтез ДМЛК является эффективным и относительно безопасным вариантом хирургического лечения таких переломов. Основными аргументами в пользу подобного подхода можно считать: сохранение васкуляризации кости, минимизирующее потенциал к замедлению консолидации перелома, снижение риска инфекционных осложнений, быстрое функциональное восстановление лучезапястного сустава уже в раннем послеоперационном периоде, а также удовлетворенность пациентов косметическим результатом операции.

**Ключевые слова:** минимально инвазивный доступ, остеосинтез, дистальный метаэпифиз лучевой кости, волярная пластина с угловой стабильностью, квадратный пронатор.

Максимов Б.И. Минимально инвазивный накостный 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.

**Cite as:** Maximov B.I. [Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Radius Fractures: Are There Any Advantages Against Conventional Technique?]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):76-84. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-76-84. (In Russian).

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

Рукопись поступила/Received: 02.08.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 22.01.2020.

## Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Radius Fractures: Are There Any Advantages Against Conventional Technique?

B.I. Maximov

Moscow City Hospital No. 29 named after N.E. Bauman, Moscow, Russian Federation

### Abstract

**Purpose of the study** — to illustrate the potential and to evaluate the late term results of minimally invasive plate fixation for distal radius fractures (DRF) and compare it to the treatment outcomes for patients with similar injuries where internal fixation was performed through conventional volar surgical approach. **Material and Methods.** 96 patients with DRF fractures were included into the study who underwent volar plate fixation by with angular stability. The main group included 42 patients (29 women and 13 men) with DMR where minimally invasive volar approach was used. Mean age of patients was 38 years (from 21 to 57 years). Control group consisted of 54 patients (33 women and 21 men) with mean age of 43 years (from 26 to 64 years) who underwent fracture stabilization via conventional volar approach. Minimal follow up after surgery and discharge was 3 months. In the late period roentgenological, functional and cosmetic outcomes were evaluated as well as patients' satisfaction by QuickDASH-9 survey. **Results.** 95 patients (98.9%) demonstrated fracture consolidation in terms up to 6 weeks irrespective of surgical technique which was confirmed by X-rays during control examination. In one female patient (1.1%) consolidation following minimally invasive plating was not achieved even in one year after surgery which was considered as distal radius pseudarthrosis but featuring excellent functional outcome. Surgery time for minimally invasive fixation was 47 (41;53) minutes and for conventional surgical approach – 43 (37;46) minutes ( $p = 0.731$ ). Mean time of image intensifier use during internal fixation averaged 54 (47;63) seconds during minimally invasive technique and 33 (29;37) seconds for conventional open technique ( $p = 0.046$ ). Statistically significant larger flexion and extension ranges, pronation and supination angles as well as higher grip force were observed in the group of minimally invasive internal fixation in 1, 2 and 3 months after the surgery ( $p < 0.001$ ). Statistically lower scores for QuickDASH-9 survey were reported for the main group in 2 and 3 months postoperatively ( $p < 0.001$ ). Cosmetic results were better in patients after minimally invasive approach. **Conclusion.** Minimally invasive plating fixation of DRF is the efficient and relatively safe surgical option for such injuries. The key arguments for such approach: preservation of bone vascularization which minimally slows down fracture healing, reduced risk of infectious complications, fast functional wrist recovery already in early postoperative period as well as satisfaction of patients with cosmetic effects.

**Keywords:** minimally invasive approach, internal fixation, distal radius, volar plate, quadrator pronator muscle.

### Введение

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЛК), являясь самыми частыми переломами костей верхних конечностей и одними из наиболее частых травм опорно-двигательной системы в целом, представляют в настоящее время серьезную медицинскую и социальную проблему [1]. В частности, только в США ежегодно регистрируется более 600 000 новых случаев подобных повреждений [2]. При этом в практике травматологов-ортопедов часто встречаются сложные нестабильные переломы этой локализации, требующие хирургического лечения, а именно открытой репозиции костных отломков и их внутренней стабилизации посредством различных фиксаторов [3].

Среди хирургических методов лечения пациентов с переломами рассматриваемой локализации на сегодняшний день наиболее часто применяется накостный остеосинтез с использованием пластин с угловой стабильностью винтов [4]. При этом такие операции выполняют через хирургический доступ протяженностью до 8–10 см по ладонной поверхности нижней трети предплечья. И если разрез непосредственно кожи, за исключением космети-

ческого результата, вряд ли может вызывать споры в плане потенциальной вредности, то последующие действия хирурга на подлежащих мягких тканях, прежде всего — мышцах, могут оказывать существенное влияние на результат хирургического вмешательства.

В последние годы в специальной научной литературе появляется все больше информации об успешном практическом применении минимально инвазивных хирургических доступов при накостном остеосинтезе переломов ДМЛК с использованием пластин с угловой стабильностью, укладываемых по ладонной поверхности предплечья [5, 6]. Исторически техника минимально инвазивного накостного остеосинтеза впервые была описана и внедрена в клиническую практику для лечения многооскольчатых переломов костей нижних конечностей, осложненных повреждением окружающих мягких тканей. Суть предложенного метода сводилась к максимально бережному отношению к пострадавшим в результате травмы кожным и мышечным покровам, а также к минимизации скелетирования костных фрагментов с целью сохранения их васкуляризации, что важ-

но для последующей консолидации костных отломков. Фиксацию же переломов осуществляли посредством установки пластин в тоннели, формируемые под мышечными покровами без их диссекции.

В начале XXI в. минимально инвазивный остеосинтез нашел применение и при лечении переломов ДМЛК [7]. В последние годы в литературе появляется все больше и больше сообщений об успешном использовании минимально инвазивных хирургических методов лечения не только простых, но и сложных оскольчатых переломов костей дистального отдела предплечья [8, 9, 10]. Основными аргументами в пользу подобного рода хирургической техники можно считать: сохранение васкуляризации кости, минимизирующее потенциал к замедлению консолидации перелома, снижение риска инфекционных осложнений, а также удовлетворенность косметическим результатом операции [11, 12]. Помимо этого, стоит отметить, что в классическом варианте ладонного доступа для визуализации перелома приходится отсекав квадратный пронатор от места его прикрепления к латеральному краю лучевой кости. По мнению ряда авторов, это может приводить к потере до 20% пронационной силы предплечья [13], несмотря на последующую рефиксацию квадратного пронатора в ходе операции.

**Цель исследования** — продемонстрировать возможности и оценить отдаленные результаты минимально инвазивного костного остеосинтеза переломов ДМЛК, а также сравнить их с результатами лечения пациентов с подобными травмами, которым остеосинтез выполняли посредством традиционного ладонного хирургического доступа.

### Материал и методы

В период с ноября 2015 по декабрь 2018 г. в нашем учреждении было прооперировано 214 пациентов с переломами ДМЛК с применением волярных пластин с угловой стабильностью винтов. Для более точного статистического ретроспективного анализа полученных данных были определены следующие критерии включения в исследуемую группу:

- возраст пациентов не моложе 21 года и не старше 65 лет;
- изолированный перелом дистального отдела костей предплечья;
- закрытый характер перелома;
- переломы типа I, II, III по классификации D.L. Fernandez [14];
- срок с момента травмы не более 7 дней;
- согласие пациента.

Критериями исключения являлись:

- переломы типа «дорсальный Barton» (подгруппа II типа переломов по D.L. Fernandez), так

как переломы этого типа требуют использования тыльных хирургических доступов;

- открытый характер перелома;
- срок с момента перелома более 7 дней;
- дополнительная фиксация перелома спицами Киршнера;
- сочетание перелома ДМЛК с переломом дистального отдела локтевой кости (за исключением перелома шиловидного отростка).

Таким образом, в исследование были включены 96 пациентов с переломами ДМЛК, которым была выполнена хирургическая стабилизация переломов посредством волярных пластин с угловой стабильностью.

В зависимости от примененного для остеосинтеза хирургического доступа пациенты были разделены на две группы, сопоставимые по всем критериям включения.

Основную группу составили 42 пациента (29 женщин и 13 мужчин), которым остеосинтез выполняли посредством минимально инвазивного ладонного доступа [11]. Суть доступа заключалась в использовании двух небольших кожных разрезов (рис. 1), позволяющих сохранять целостность квадратного пронатора предплечья, обеспечивающего разграничение сухожилий передней поверхности предплечья. При этом минимизировалось скелетирование костных фрагментов (сохранялось их кровоснабжение), обеспечивалось разграничение сухожилий передней поверхности предплечья и устанавливаемой пластины, а также сохранялась активная стабилизация дистального лучелоктевого сустава. Средний возраст больных составил 38 лет (стандартное отклонение (СО) 8,7 лет; с минимальными и максимальными значениями 21 и 57 лет). По классификации D.L. Fernandez переломы были распределены следующим образом: тип I — 24 (57%) случая, тип II — 7 (17%), тип III — 11 (26%).

В контрольную группу вошли 54 пациента (33 женщины, 21 мужчина), которым остеосинтез ДМЛК выполняли посредством традиционного ладонного хирургического доступа, популяризованного J. Orbay и D.L. Fernandez [15] (рис. 2).



**Рис. 1.** Кожные разрезы при минимально инвазивном доступе

**Fig. 1.** Skin incisions for minimally invasive approach



**Рис. 2.** Стандартный ладонный кожный разрез

**Fig. 2.** Standard volar incision

Средний возраст пациентов в этой группе — 43 года (СО — 2,1 года), разброс от 26 до 64 лет. По классификации D.L. Fernandez в этой группе переломы были распределены следующим образом: тип I — 21 (39%) случай, тип II — 14 (26%), тип III — 19 (35%). Выделенные группы были сопоставимы по полу (точный критерий Фишера (двусторонний тест),  $p = 0,519$ ), возрасту ( $t$ -критерий Стьюдента,  $p = 0,674$ ), виду перелома по классификации D.L. Fernandez ( $\chi^2$ ,  $p = 0,233$ ).

Следует отметить, что во всех случаях хирургические вмешательства выполняла одна бригада хирургов по поводу острой изолированной травмы с применением волярных пластин с угловой стабильностью винтов. В 23 случаях (10 наблюдений в основной группе и 13 — в контрольной) имелся сопутствующий перелом шиловидного отростка локтевой кости без смещения отломков либо с незначительным их смещением, не требовавший активных хирургических действий. В процессе выполнения операций в обеих сравниваемых группах оценивали такие параметры, как общее время операции и время работы электронно-оптического преобразователя, от которого зависит лучевая нагрузка на пациента и хирургическую бригаду.

Ведение пациентов в послеоперационном периоде в группах не отличалось. После выполнения операций и выписки из стационара минимальный период наблюдения за пациентами составил 3 мес., регулярные клинические осмотры проводились через 2, 4, 8 и 12 нед. В отдаленном послеоперационном периоде оценивали рентгенологические (консолидация перелома, ладонная инклинация суставной фасетки лучевой кости, высота лучевой кости, лучевая инклинация, суставная конгруэнтность, а также конгруэнтность дистального лучелоктевого сустава), функциональные (сгибание-разгибание в лучезапястном суставе, пронация-супинация предплечья, сила схвата кисти) и косметические результаты, а также удовлетворенность пациентов по результатам опросника QuickDASH-9.

### Статистический анализ

Статистическую обработку полученных количественных данных проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Для количественных непрерывных признаков (ненормальное распределение) и качественного порядкового признака результаты представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей (интерквартильный размах); для количественного признака с нормальным распределением — в виде среднего значения и СО. Для оценки различий групп по качественным порядковым и количественным непрерывным признакам применяли U-критерий Манна-Уитни. Для расчета статистической значимости динамических изменений признаков применяли критерий Вилкоксона. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

### Результаты

Сравнительная оценка временных затрат на выполнение остеосинтеза описываемыми способами продемонстрировала следующее: в основной группе, в которой применялся минимально инвазивный накостный остеосинтез, минимальная и максимальная длительность операции составили 39 и 57 мин. соответственно с медианой 47 (41;53) мин., тогда как при использовании традиционной хирургической техники разброс значений был от 27 до 58 мин. с медианой 43 (37;46) мин. Статистически значимых различий выявлено не было ( $p = 0,731$ ). Что касается суммарного времени работы электронно-оптического преобразователя в операционной в процессе остеосинтеза, то при выполнении хирургической стабилизации переломов ДМЛК с применением минимально инвазивной техники оно варьировало от 43 до 71 сек. с медианой 54 (47;63) сек., а при использовании традиционной открытой методики — от 26 до 39 сек. с медианой 33 (29;37) сек. Выявлены статистически значимые различия ( $p = 0,046$ ).

Результаты хирургического лечения пациентов с переломами ДМЛК были прослежены и оценены у всех пациентов как основной ( $n = 42$ ), так и контрольной групп ( $n = 54$ ), а средний срок наблюдения составил 6,2 мес. (от 3 до 14 мес.). При этом у 41 (97,6%) пациента основной группы в сроки до 6 нед. после операции была достигнута консолидация переломов, подтвержденная рентгенологически при контрольном обследовании. У одной (2,4%) пациентки костного сращения не произошло и через год после операции, что было расценено как ложный сустав ДМЛК, однако, несмотря на это, имелся отличный функциональный результат.

В 3 (7%) случаях в основной группе вследствие ятрогенного повреждения ладонной ветви срединного нерва в процессе хирургического доступа в послеоперационном периоде пациенты отмечали отсутствие кожной чувствительности в области тенара. Тем не менее у всех троих пациентов чувствительность восстановилась в течение полугода с момента выполнения операции. Косметический результат у всех прооперированных больных был расценен как отличный.

В контрольной группе консолидация переломов у всех пациентов наступила в сроки до 6 нед. после операции, что было подтверждено рентгенологически. Осложнений в контрольной группе не было. В обеих группах оценка корректности консолидации проводилась исходя из нормальных значений рентген-анатомических параметров, таких как ладонная инклинация суставной фасетки лучевой кости, высота лучевой кости и лучевая инклинация. Отметим, что их восстановление не зависело от используемого доступа, а являлось первичной целью самой операции остеосинтеза, поэтому сравнение с использованием статистических методов не проводилось.

Основные рентгенологические результаты лечения пациентов обеих групп представлены в таблице 1.

Оценку динамики послеоперационного восстановления сгибательно-разгибательных движений в лучезапястном суставе, ротационных движений предплечья и силы схвата кисти в обеих группах пациентов проводили через 1, 2 и 3 мес. после операций остеосинтеза, соответствующие результаты представлены в таблице 2.

Было показано, что через 1 мес. после выполнения остеосинтеза в группе пациентов, у которых применяли минимально инвазивный доступ, сгибание в лучезапястном суставе достигло 93%

от показателей нормы, тогда как при использовании традиционного доступа этот параметр равнялся 83,2%. При этом разгибание составило 85,6% и 78,4% соответственно. На наш взгляд, это объясняется сохранением квадратного пронатора, который, разграничивая сухожилия передней поверхности предплечья и установленные фиксаторы, минимизировал их контакт с сухожилиями, позволяя пациентам безболезненно и более активно заниматься реабилитационными мероприятиями. В отношении ротационных движений предплечья и силы схвата кисти функциональные показатели также были выше в основной группе: супинация — 92,7% против 84,9% в контрольной группе, пронация — 97,4% против 86,6% в контрольной группе, сила схвата кисти 78% (76;79) против 60% (59;64) в контрольной группе. Выявлены статистически значимо большие углы в группе минимально инвазивного остеосинтеза всех измеренных параметров через 1, 2 и 3 мес. после операции ( $p < 0,001$ ).

Результаты оценки удовлетворенности пациентов исходами лечения через 1, 2 и 3 мес. с применением опросника QuickDASH-9 в группах представлены на графике (рис. 3).

При этом следует отметить сопоставимость результатов в обеих группах через 1 мес. после выполненных операций ( $p = 0,653$ ). Однако через 2 и 3 мес. после проведенных вмешательств балльная оценка по QuickDASH-9 была ниже в основной группе больных, что соответствует большей их удовлетворенности результатами хирургического лечения в связи с более полным восстановлением функции лучезапястного сустава по сравнению с контрольной группой. Выявлено статистически значимое различие между группами на этих сроках наблюдения ( $p < 0,001$  как через 2, так и через 3 мес.).

Таблица 1

**Рентгенологические результаты остеосинтеза у пациентов двух сравниваемых групп с различными типами переломов ДМЛК**

Рентгенологический параметр	Группа пациентов					
	Основная (минимально инвазивный ладонный доступ), n = 42			Контрольная (стандартный ладонный доступ), n = 54		
	Fernandez тип I (n = 24)	Fernandez тип II (n = 7)	Fernandez тип III (n = 11)	Fernandez тип I (n = 21)	Fernandez тип II (n = 14)	Fernandez тип III (n = 19)
Ладонная инклинация, град.	11 (CO 0,7)	11 (CO 3,11)	10 (CO 2,83)	11 (CO 3,3)	10 (CO 1,3)	11 (CO 1,21)
Высота лучевой кости, мм	10 (CO 1,3)	11 (CO 1,9)	11 (CO 0,7)	11 (CO 0,7)	11 (CO 0,9)	11 (CO 1,3)
Инклинация лучевой кости, град.	22 (CO 0,94)	21 (CO 3,88)	21 (CO 4,6)	23 (CO 1,54)	21 (CO 2,66)	21 (CO 4,43)

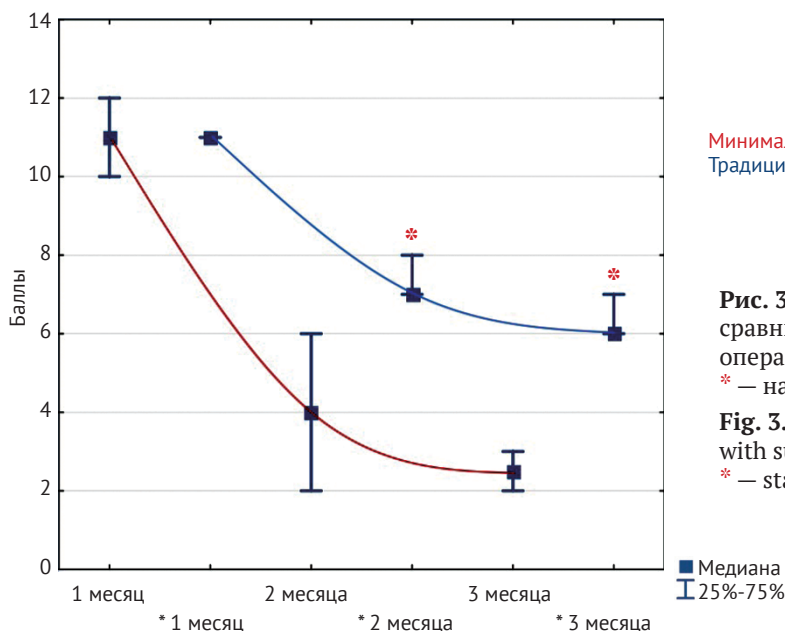


Таблица 2

**Динамика восстановления функций лучезапястного сустава и кисти после операций остеосинтеза у пациентов двух сравниваемых клинических групп**

Исследуемый параметр	Показатели функции								
	1 мес. после остеосинтеза			2 мес. после остеосинтеза			3 мес. после остеосинтеза		
	Основная группа	Контрольная группа	<i>p</i>	Основная группа	Контрольная группа	<i>p</i>	Основная группа	Контрольная группа	<i>p</i>
Сгибание, град.	68 (68;70)	60 (59;62)	<0,001	72 (71;72)	68 (68;69)	<0,001	74 (73;74)	72 (72;73)	<0,001
Разгибание, град.	61 (59;62)	56 (55;57)	<0,001	69 (68;69)	64 (64;66)	<0,001	69 (68;70)	67 (67;68)	<0,001
Супинация, град.	81 (79;82)	74 (73;76)	<0,001	83 (82;84)	79 (78;79)	<0,001	84 (84;85)	83 (82;84)	<0,001
Пронация, град.	68 (67;68)	60 (58;63)	<0,001	69 (68;70)	62 (62;63)	<0,001	70 (69;70)	65 (64;65)	<0,001
Сила схвата, % от контралатеральной кисти	78 (76;79)	60 (59;64)	<0,001	85 (84;86)	77 (74;78)	<0,001	93 (92;94)	86 (84;86)	<0,001

Приведены медианы и интерквартильный размах (в скобках).



Минимально инвазивный доступ  
Традиционный доступ

**Рис. 3.** Удовлетворенность пациентов двух сравниваемых клинических групп результатами операции по шкале QuickDASH-9

\* — наличие статистически значимых различий

**Fig. 3.** Satisfaction of patients in two clinical groups with surgery outcomes by QuickDASH-9 survey

\* — statistically significant variances

**Обсуждение**

«Золотым стандартом» в лечении переломов ДМЛК в настоящее время является накостный остеосинтез с применением волярных пластин с угловой стабильностью винтов. Он обеспечивает точную репозицию и стабильную фиксацию,

а также демонстрирует значительно меньшую долю осложнений и неудовлетворительных отдаленных результатов по сравнению с внеочаговой фиксацией, остеосинтезом тыльными фиксаторами или консервативным лечением в гипсовой повязке [16].

Одним из важнейших этапов такой операции является хирургический доступ, корректное выполнение которого влияет не только на все последующие шаги хирурга по репозиции костных отломков и их окончательной фиксации металлоконструкцией, но и возможно, на кровоснабжение костных фрагментов. В настоящее время подобные хирургические вмешательства осуществляют в основном через стандартный ладонный доступ, популяризованный J. Orbay с соавторами [15]. Однако в классическом варианте ладонный доступ является довольно агрессивным вмешательством, требующим пересечения функционально значимых анатомических образований с последующей необходимостью их восстановления. В частности, пересекается квадратный пронатор. При этом повреждаются сосуды, снабжающие кровью дистальный отдел лучевой кости, что может негативно отражаться и на сращении перелома, и даже на жизнеспособности мелких костных фрагментов [5, 8].

Рефиксация квадратного пронатора является важным этапом операции, поскольку помимо питающей функции эта мышца обеспечивает разграничение устанавливаемого имплантата (волярной пластины) и сухожилий передней поверхности предплечья, а также является активным стабилизатором дистального лучелоктевого сустава [17]. Однако полноценная, с точки зрения стабильности фиксации мышцы и полноты укрытия установленного фиксатора, рефиксация квадратного пронатора не всегда представляется технически возможной [18]. Причиной этому могут быть значительное повреждение мышечной ткани в момент травмы и несостоятельность мышечных швов ввиду их прорезывания, что приводит к недопокрытию имплантата, и его прямому контакту с вышележащими сухожилиями передней поверхности предплечья [18, 19]. Кроме того, ряд авторов отмечают, что послеоперационная рубцовая ткань в области хирургического вмешательства и квадратного пронатора может приводить к хроническому болевому синдрому и ограничению функциональных возможностей предплечья, прежде всего — ротации [5]. Интересные данные сообщают и M. Armangil с соавторами: отсечение квадратного пронатора от места его прикрепления к лучевой кости в процессе стандартного ладонного доступа приводит к потере до 20% пронационной силы предплечья [13].

Как же эволюционировали взгляды травматологов-ортопедов на хирургические доступы к ДМЛК? Минимально инвазивный остеосинтез был внедрен в практическую травматологию с целью сохранения кровоснабжения костной ткани, благоприятно влияющего на процесс консолидации костных отломков, снижение риска инфекционных осложнений открытой репозиции, а также,

что немаловажно, удовлетворения пациентов эстетическими результатами хирургических вмешательств. С течением времени благоприятные исходы применения подобного подхода в лечении переломов различных отделов опорно-двигательной системы [20, 21], способствовали переносу данной минимально инвазивной философии и на лечение переломов ДМЛК [7].

В 2005 г. J. Imatani с соавторами первыми опубликовали результаты лечения пациентов с оскольчатыми переломами ДМЛК с применением минимально инвазивной техники [5]. В настоящее время в литературе описывается несколько вариантов минимально инвазивных ладонных доступов, принципиально отличающихся лишь геометрией расположения кожных разрезов [11, 12]. Главное и принципиально общее между ними — сохранение целостности квадратного пронатора предплечья. Сегодня этот подход находит все более широкое применение в практической деятельности травматологов и кистевых хирургов [18, 22, 23], демонстрируя при этом отличные функциональные и эстетические результаты. Так, X.M. Wei с соавторами сообщают о безопасности и эффективности выполнения минимально инвазивного накостного остеосинтеза волярными пластинами с угловой стабильностью, отмечая при этом сопоставимость рентгенологических результатов лечения при сравнении с традиционным остеосинтезом, выполняемым через стандартные ладонные доступы и превосходство методики по части раннего функционального и эстетического результатов [12]. Схожие данные представляются и в исследовании Y. Zenke с соавторами [8].

В нашей стране, однако, сообщения о применении подобного рода вмешательств отсутствовали, что побудило нас к изучению возможности выполнения подобных операций и внедрения их в практическую деятельность на регулярной основе [11]. Ближайшие и отдаленные результаты, полученные по мере накопления опыта применения минимально инвазивного волярного хирургического доступа, свидетельствуют об эффективности этой методики при лечении пациентов с внесуставными и простыми внутрисуставными переломами ДМЛК, позволяющей стабильно фиксировать отломки лучевой кости в корректном положении на весь период костного сращения, обеспечивая возможность выполнения ранних реабилитационных мероприятий без необходимости дополнительной внешней иммобилизации.

Основными преимуществами минимально инвазивного остеосинтеза, позволяющими уменьшать хирургическую агрессию, можно считать сохранение квадратного пронатора и надкостницы, питающих костные фрагменты в области перелома и благоприятно влияющих на процесс их консо-

лидации. Кроме того, такой «пронатор-сберегающий» подход обеспечивает сохранение активной стабилизации дистального лучелоктевого сустава, а также уменьшает частоту развития в послеоперационном периоде конфликта сухожилий передней поверхности предплечья с установленной пластиной за счет сохранения интерпозиции этой мышцы между ними.

Не умаляя изложенных преимуществ минимально инвазивного остеосинтеза переломов ДМЛК, стоит отметить и его недостатки. Доступ лимитирует визуализацию и накладывает на хирурга обязательства быть достаточно искушенным в вопросах непрямой репозиции костных отломков и интраоперационной рентгенографии. В противном случае увеличивается и общее время операции, и количество интраоперационных рентгеновских снимков, а также ограничивается возможность точной репозиции сложных внутрисуставных оскольчатых переломов, что первично является гораздо более важной целью операции, нежели эстетический результат и сохранение квадратного пронатора. Помимо этого, поперечный кожный разрез в области проксимальной ладонной складки несет в себе риск ятрогенного повреждения ладонной ветви срединного нерва, берущей свое начало от основного его ствола именно в этой области. Так, S. McKay с соавторами сообщают, что частота подобного осложнения может достигать 17% [24]. Отметим, что мы в своей практике хирургического лечения пациентов с переломами ДМЛК посредством минимально инвазивного остеосинтеза на этапе освоения доступа получили подобное осложнение в 3 (7%) случаях. Тем не менее у всех троих пациентов чувствительность восстановилась в течение полугода с момента выполнения операции. Использование поперечного хирургического доступа объяснялось стремлением следовать линиям Лангера для создания максимально комфортных условий заживления кожной раны и уменьшения вероятности развития грубого послеоперационного рубца, так как раны, идущие параллельно естественным бороздам кожи, заживают почти без образования рубца. Для предотвращения интраоперационного ранения чувствительной ветви срединного нерва в процессе выполнения хирургического доступа необходимо работать скальпелем исключительно в пределах собственно кожи, а всю последующую диссекцию выполнять при помощи зажимов типа «москит». Следование этому правилу позволило исключить это осложнение у остальных пациентов.

Еще одним недостатком минимально инвазивного доступа следует считать отсутствие полноценной визуализации сухожилий передней поверхности предплечья, что при установке пластины может приводить к прижатию одного из них

фиксатором к кости (наиболее часто это сухожилие длинного сгибателя большого пальца кисти) с последующим его функциональным дефицитом. Наконец, при возникновении интраоперационно технических трудностей подобный доступ практически не имеет возможностей к расширению, что следует учитывать на этапе предоперационного планирования, оценивая перелом и возможные трудности при его репозиции и фиксации.

Наш опыт использования минимально инвазивного остеосинтеза переломов ДМЛК позволяет констатировать перспективность этой методики и, самое главное, ее эффективность. В частности, пациенты, подвергающиеся минимально инвазивной стабилизации рассматриваемых переломов, гораздо быстрее восстанавливают объем движения в лучезапястном суставе и, как результат, скорее возвращаются к безболезненному самообслуживанию и активному труду, что немаловажно, особенно в реалиях современной жизни. Кроме того, возможность сохранения квадратного пронатора предплечья и косметичность хирургического доступа небезосновательно делают вариант минимально инвазивного остеосинтеза привлекательным и перспективным для широкого практического применения.

Хочется особо отметить, что именно возможность раннего восстановления функции и эстетический результат являются основными аргументами в пользу выбора минимально инвазивного остеосинтеза переломов ДМЛК. Однако, несмотря на всю вышеизложенную привлекательность минимально инвазивной техники остеосинтеза и полученные нами результаты, хочется предостеречь хирургов (особенно начинающих) от широкого использования этого доступа при лечении всех типов переломов ДМЛК. Минимально инвазивный остеосинтез переломов ДМЛК показан и эффективен только при стабилизации внесуставных и простых внутрисуставных переломов ДМЛК, которые легко поддаются закрытой ручной репозиции.

#### **Этика публикации**

Исследование получило одобрение локального этического комитета.

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### **Литература [References]**

1. Court-Brown C.M., Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury*. 2006;37(8):691-697. doi: 10.1016/j.injury.2006.04.130.
2. 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.
3. Skouras E., Hosseini Y., Berger V., Wegmann K., Koslowsky T.C. Operative treatment and outcome of unstable distal radial fractures using a palmar T-miniplate at a non-specialized institution. *Strateg Trauma Limb Reconstr.* 2013;8(3):155-160. doi:10.1007/s11751-013-0170-y.
  4. Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Сырцов В.В., Иванов В.С. Сравнительный анализ способов лечения больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости. *Травматология и ортопедия России.* 2015;(2):5-15. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-5-15. Khominets V.V., Tkachenko M.V., Syrtsov V.V., Ivanov V.S. [Comparative analysis of treatment technique in patients with distal radius fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(2):5-15. (In Russian).
  5. 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.
  6. Takada N., Otsuka T., Yamada K., Suzuki H., Hasuo T., Kondo A., Fukuta M. 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/s00068-012-0204z.
  7. 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/s0218810400000195.
  8. Zenke Y., Sakai A., Oshige T., Moritani S., Fuse Y., Maehara T., Nakamura T. 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.
  9. Chen C.Y., Lin K.C., Yang S.W., Renn J.H., Tang 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.
  10. 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.
  11. Максимов Б.И., Артемьев А.А. Малоинвазивный накостный остеосинтез дистального метаэпифиза лучевой кости: показания к применению и особенности методики. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии.* 2017;2(61):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;2(61):61-66. (In Russian).
  12. 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.
  13. Armangil M., Bezirgan U., Basarrı K., Bilen G., Demirtas 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.
  14. Fernandez D.L., Jupiter J.B. Fractures of the distal radius. New York: Springer-Verlag; 1996. 407 p. doi: 10.1007/978-1-4684-0478-4.
  15. Orbay J.L., Fernandez D.L. Volar fixation of dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg.* 2002;27(2):205-215. doi: 10.1053/jhsu.2002.32081.
  16. Kapoor H., Agarwal A., Dhaon B. Displaced intraarticular fractures of distal radius: A comparative evaluation of results following closed reduction, external fixation and open reduction with internal fixation. *Injury.* 2000;31(2):75-79. doi:10.1016/s0020-1383(99)00207-7.
  17. 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.
  18. 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).
  19. Ahsan Z.S., Yao J. The importance of pronator quadratus repair in the treatment of distal radius fractures with volar plating. *Hand (NY).* 2012;7(3):276-280. doi: 10.1007/s11552-012-9420-6.
  20. Lau T., Leung F., Chan C., Chow S. Minimally invasive plate osteosynthesis in the treatment of proximal humeral fracture. *Int Orthop.* 2007;31(5):657-664. doi:10.1007/s00264-006-0242-4.
  21. Ronga M., Shanmugam C., Longo U.G., Oliva F., Maffulli N. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using locking plates. *Orthop Clin North Am.* 2009;40(4):499-504. doi: 10.1016/j.ocl.2009.05.007.
  22. 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.
  23. Sun Z.Z., Rui Y.J., Song X.J., Wei X.M. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal radius fractures. *Indian J Orthop.* 2014;48(1):20-24. doi: 10.4103/0019-5413.125483.
  24. McKay S.D., MacDermid J.C., Roth J.H., Richards R.S. Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complication checklist. *J Hand Surg.* 2001;26(5):916-922. doi: 10.1053/jhsu.2001.26662.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Максимов Борис Игоревич — канд. мед. наук, заведующий отделением травматологии и ортопедии, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

## AUTHOR'S INFORMATION:

Boris I. Maximov — Cand. Sci. (Med.), Head of the Traumatology and Orthopedics Department, Moscow City Hospital No. 29 named after N.E. Bauman, Moscow, Russian Federation

## Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости

В.В. Писарев

ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России,  
г. Иваново, Россия

ОБУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн», г. Иваново, Россия

### Реферат

**Актуальность** исследования обусловлена высокой частотой развития боли в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного остеосинтеза диафизарных переломов костей голени. Этиология и патогенез этого осложнения остается неясной. По мнению большинства ученых, причиной развития этого осложнения является сочетание нескольких факторов. **Материал и методы.** В исследование включено 70 пациентов с консолидированными диафизарными переломами большеберцовой кости, которым выполнялся закрытый блокированный остеосинтез через связку надколенника. Результаты хирургического лечения изучены в срок от 2 до 4 лет (в среднем  $36,96 \pm 12,05$  мес.). Пациенты были разделены на группы по наличию или отсутствию боли в переднем отделе коленного сустава, типу переломов большеберцовой кости, расположению стержня в проксимальном метафизе большеберцовой кости. Оценка результатов проводилась путем анкетирования по опроснику SF-36 и рентгенограммам коленного сустава. Значимость различий в выборках оценивалась по критериям Пирсона, Стьюдента, точному критерию Фишера. **Результаты.** Частота развития боли в переднем отделе коленного сустава составляет 46%. Наличие этого осложнения приводит к снижению показателей качества жизни пациентов в большей степени и по большинству параметров (физической компоненты здоровья на 10% ( $p = 0,024$ ), физической активности на 8,8% ( $p = 0,024$ ), ролевого функционирования, обусловленного физическим состоянием, на 14,1% ( $p = 0,001$ )), чем у обследуемых без боли в области коленного сустава. Результаты межгруппового анализа выявили, что выстояние конца стержня за костные границы проксимального метафиза большеберцовой кости является одним из факторов, определяющих развитие изучаемого осложнения ( $p < 0,05$ ). Имеются отличия в частоте возникновения боли в группах с разной глубиной погружения стержня в проксимальный метафиз ( $p < 0,05$ ). Чем ближе к плато большеберцовой кости расположен проксимальный конец стержня, тем выше вероятность развития боли в послеоперационном периоде. При переломах диафиза типа С боль в коленном суставе встречается значительно чаще, чем у пациентов с переломами типа А и В ( $p < 0,05$ ). **Заключение.** Качество жизни пациентов с болью в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза характеризуется снижением физической активности и ролевого функционирования в обществе. Основными причинами ее развития является выстояние стержня за костные границы метафиза большеберцовой кости или расположение его проксимального конца в субхондральной области. Тип диафизарного перелома большеберцовой кости по классификации АО/ASIF является фактором, определяющим частоту развития боли в переднем отделе коленного сустава.

**Ключевые слова:** боль в коленном суставе, переломы костей голени, интрамедуллярный остеосинтез, осложнения остеосинтеза.

Писарев В.В. Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):85-93. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-85-93.

**Cite as:** Pisarev V.V. [Pain in Anterior Knee after Locked Nailing of Diaphyseal Tibia Fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):85-93. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-85-93. (In Russian).

✉ Писарев Василий Владимирович / Vasily V. Pisarev; e-mail: drpisarev@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 09.08.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 12.02.2020

## Pain in Anterior Knee after Locked Nailing of Diaphyseal Tibia Fractures

V.V. Pisarev

*Ivanovo State Medical Academy, Ivanovo, Russian Federation*

*Ivanovo Regional Hospital for War Veterans, Ivanovo, Russian Federation*

### Abstract

The relevance of the study is determined by the high incidence of pain in the anterior knee after the locked nailing of the diaphyseal tibia fracture. The etiology and pathogenesis of this complication remain unclear. Most authors believe that the cause of this complication is a combination of several factors. **Material and Methods.** The study included 70 patients with consolidated diaphyseal tibia fractures undergone closed blocked nailing through the patellofemoral ligament. The results of the surgery were studied in the time frame of 2 to 4 years (average 36.96±12.05 months). Patients were divided into groups according to the presence or absence of pain in the anterior knee, the type of tibial fractures, the location of the nail in the proximal tibia metaphysis. The evaluation of the outcomes was carried out with the SF-36 questionnaire and the knee X-ray. The significance of differences in the samples was determined by the Pearson's and Student's criteria, and Fisher's exact criterion. **Results.** The incidence of pain in the anterior knee was 46%. This complication led to a decrease in the patients' quality of life to a greater extent and in most parameters than in the patient without pain, namely, physical components of health by 10% ( $p = 0.024$ ), physical activity by 8.8% ( $p = 0.024$ ), role-based functioning due to physical condition by 14.1% ( $p = 0.001$ ). The intergroup analysis revealed that the extension of the end of the nail beyond the proximal tibial metaphysis was one of the factors that determined the development of the pain ( $p < 0.05$ ). There were differences in the frequency of pain in groups with different depths of immersion of the nail into the proximal metaphysis ( $p < 0.05$ ). The closer to the tibial plateau the proximal end of the nail was located, the more often the pain occurred in the postoperative period. In the patients with type C diaphyseal fractures, pain in the knee was much more common than in patients with type A and B fractures ( $p < 0.05$ ). **Conclusion.** The quality of life of the patients with pain in the anterior knee after locked nailing was characterized by a decrease in physical activity and role functioning in society. The main cause of the pain was the projection of the nail beyond the bone borders of the tibial metaphysis or the location of its proximal end in the subchondral area. The type of diaphyseal tibia fracture according to the AO / ASIF classification was a factor that determined the incidence of pain in the anterior knee.

**Keywords:** knee pain, tibial fractures, intramedullary nailing, osteosynthesis complications.

### Введение

Интрамедуллярный остеосинтез считается «золотым стандартом» лечения диафизарных переломов большеберцовой кости. Опубликовано большое количество результатов исследований, описывающих неблагоприятные исходы при применении этого метода. Одним из наиболее распространенных осложнений, связанных с интрамедуллярным остеосинтезом большеберцовой кости, является боль в переднем отделе коленного сустава [1, 2, 3, 4]. Это осложнение является важным препятствием для повседневных нагрузок и занятий спортом. Этиология боли остается неясной, но есть предположения о ее мультифакторном происхождении [5, 6, 7, 8]. На развитие боли в коленном суставе после остеосинтеза большеберцовой кости стержнем могут влиять более 20 факторов. Основными причинами многие авторы называют выстояние проксимального конца стержня, размер тибияльного плато, уровень физической активности и возраст пациентов

[6, 9, 10, 11]. Лечение этого осложнения сопряжено с трудностями, так как удаление стержня приводит к незначительному улучшению или к отсутствию улучшения [12, 13, 14].

**Цель исследования** — оценить качество жизни пациентов с болью в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости, а также оценить влияние расположения проксимального конца стержня в метафизе большеберцовой кости и типа перелома большеберцовой кости на ее развитие.

### Материал и методы

Проанализированы результаты лечения 70 пациентов с консолидированными диафизарными переломами костей голени после закрытой репозиции, внутрикостного блокированного остеосинтеза большеберцовой кости стержнем без расверливания костномозгового канала. Стержень устанавливали через связку надколенника.

Возраст обследуемых пациентов составил  $43,10 \pm 1,78$  года. Преобладали мужчины — 44 (63,0%), женщин было 26 (37%). Срок наблюдения составил  $36,96 \pm 12,05$  мес. На момент обследования металлоконструкции были удалены у двух пациентов.

По классификации АО/ASIF выявлено 42 диафизарных перелома большеберцовой кости типа А, 20 — типа В и 8 — типа С.

Информация о наличии боли в переднем отделе коленного сустава была получена путем анкетирования. Респонденты отвечали на вопрос: «Беспокоит ли вас боль в переднем отделе коленного сустава оперированной конечности?» Предлагались следующие варианты ответов: постоянная; в покое, непостоянная; при любой нагрузке; при некоторых нагрузках; боли нет. Исходя из полученных данных, были сформированы две группы: с болью в переднем отделе коленного сустава — 34 человека, без боли — 36 человек.

Качество жизни респондентов оценивали с помощью опросника SF-36 [15]. Опросник заполнялся при личной беседе. Все респонденты были проинформированы о целях проведения исследования и дальнейшем использовании его результатов. Результаты представлены в виде оценок в баллах, при этом более высокая оценка указывает на лучшее качество жизни. Показатели каждой шкалы варьируют от 0 до 100 баллов, где 100 — полное здоровье.

### Статистический анализ

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета Microsoft Excel и программы Statistica 6.1. Данные с нормальным распределением (после проверки с использованием теста Колмогорова–Смирнова и оценки равенства дисперсий с помощью критерия Ливиня) представляли в виде среднего (М) со стандартным отклонением и оценивали с использованием *t*-критерия Стьюдента. Сопоставление частотных характеристик качественных показателей проводилось с помощью непараметрических методов: критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) и точного критерия Фишера. Коррекция на множественные сравнения не проводилась. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимали равным 0,05.

### Результаты

Из 70 респондентов, участвующих в исследовании, боль в переднем отделе коленного сустава при некоторых нагрузках беспокоила 32 (46%) человек. Они испытывали слабую или умеренную боль при попытке присесть на корточки, встать на оперированное колено, беге, ходьбе на расстояние более километра. Постоянная боль, требовавшая удаления стержня, отмечалась у 2 (3%) обследуемых.

Средний возраст пациентов с болью в коленном суставе составил  $36,9 \pm 2,09$  лет, без боли —  $41,6 \pm 1,91$  лет ( $p = 0,102$ ). В группе с болью наблюдались 22 мужчины и 12 женщин, в группе без боли — 22 мужчины и 14 женщин ( $p = 0,756$ ). Межгрупповые различия по полу и возрасту статистически незначимы ( $p > 0,05$ ). Группы сопоставимы по полу и возрасту.

Оценка показателей качества жизни у респондентов проводилась с помощью опросника SF-36. У пациентов с болью в переднем отделе коленного сустава наименьшим был показатель по шкале «ролевое функционирование», обусловленный эмоциональным состоянием ( $64,8 \pm 19,66$ ), наибольшим — по шкалам «социальное функционирование» ( $92,7 \pm 13,75$ ) и «общее состояние здоровья» ( $88,9 \pm 17,72$ ). Аналогичный характер показателей шкал отмечался в группе без боли в области коленного сустава. Значимых различий по описанным шкалам нет ( $p > 0,05$ ).

Анкетирование с помощью опросника SF-36, то есть субъективная оценка как психического, так и физического здоровья, выявило статистически значимые различия в показателях физического здоровья в группах. Статистически значимые различия получены для показателей «физические компоненты здоровья» — 10% ( $p = 0,024$ ), «физическое функционирование» — 8,8% ( $p = 0,024$ ), «интенсивность боли» — 13,8% ( $p = 0,007$ ), «ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием» — 14,1% ( $p = 0,001$ ). Все они отражают степень, в которой здоровье лимитирует выполнение повседневных физических нагрузок (самообслуживание, ходьба, подъем по лестнице, перенос тяжестей и т.п.). В группе с болью в коленном суставе показатель по шкале «ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием», был ниже на 12,5%, чем у лиц без боли ( $p = 0,036$ ). По другим шкалам, характеризующим психическое здоровье, статистически значимых различий не установлено ( $p > 0,05$ ) (табл. 1).

Таким образом, у пациентов с болью в переднем отделе коленного сустава показатели качества жизни в отдаленные сроки наблюдения снижены в большей степени и по большему числу параметров, чем у лиц без боли.

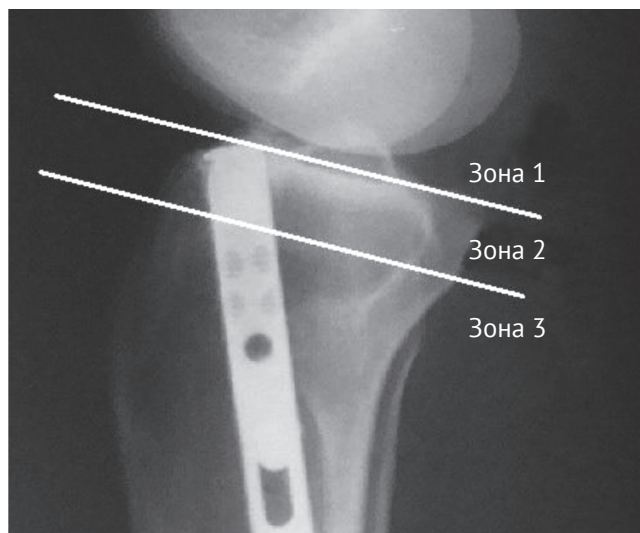
Для оценки положения проксимального конца стержня в метафизе большеберцовой кости всем обследуемым выполнялись рентгенограммы коленного сустава в боковой проекции с расстояния 120 см. На них отмечались две горизонтальные линии.

Первая линия проходила по контуру плато большеберцовой кости, вторая делила расстояние между первой линией и бугристостью большеберцовой кости на две равные части. Таким образом, сверху вниз формировалось три зоны: зона 1, зона 2, зона 3 (рис. 1).

Показатели качества жизни пациентов по опроснику SF-36

Показатель	Оценка, баллы		p
	Группа с болью (n = 34)	Группа без боли (n = 36)	
Физическое функционирование	73,60±14,38	82,40±17,40	0,024
Роль в функционировании, обусловленное физическим состоянием	68,30±18,75	82,40±15,15	0,001
Интенсивность боли	67,30±22,16	81,10±19,51	0,007
Общее состояние здоровья	88,90±17,72	90,00±19,11	0,803
Социальное функционирование	92,70±13,75	94,70±12,46	0,527
Роль в функционировании, обусловленное эмоциональным состоянием	64,80±19,66	74,10±16,55	0,036
Психическое здоровье	86,90±17,91	85,60±15,51	0,747
Жизненная активность	70,50±22,11	74,90±16,27	0,349
Физический компонент здоровья	47,60±9,94	52,60±7,98	0,024
Психологический компонент здоровья	49,10± 13,05	52,80± 8,01	0,160

Значение p рассчитано с помощью критерия Стьюдента.



**Рис. 1.** Рентгенограмма коленного сустава в боковой проекции с тремя выделенными зонами

**Fig. 1.** X-ray of the knee in lateral projection with three areas marked by lines

Результаты межгруппового анализа частоты развития боли в зависимости от положения проксимального конца стержня в различных зонах коленного сустава свидетельствуют о наличии статистически значимых различий в сравниваемых выборках по ряду параметров (табл. 2).

Установлено, что боль в переднем отделе коленного сустава встречалась чаще при положении проксимального конца стержня в зоне 1 и зоне 2, чем в зоне 3. Различий в частоте развития изучаемого осложнения при расположении проксимального конца стержня над плато большеберцовой кости (зона 1) и в субхондральной области (зона 2) не выявлено.

Таким образом, чем проксимальнее расположен стержень в области коленного сустава, тем чаще встречается боль в переднем отделе сустава. Наименьшая частота встречаемости определяется при положении проксимального конца стержня в зоне 3, наибольшая – в зонах 1 и 2.

Величина выстояния стержня кпереди за границы метафиза определялась на рентгенограмме как длина отрезка (X) в миллиметрах перпендикулярно нарисованной линии по передней поверхности проксимального метафиза большеберцовой кости к вершине наружной части проксимального конца фиксатора (рис. 2).

На основании полученных измерений пациенты были разделены на 2 группы. В первой группе стержень выстоял кпереди за границы метафиза. В зависимости от величины выстояния стержня в первой группе выделены две подгруппы, подгруппа – более чем на 5 мм, подгруппа – от 0 до 5 мм. Во второй группе конец стержня не выстоял за границы метафиза, был погружен в него.



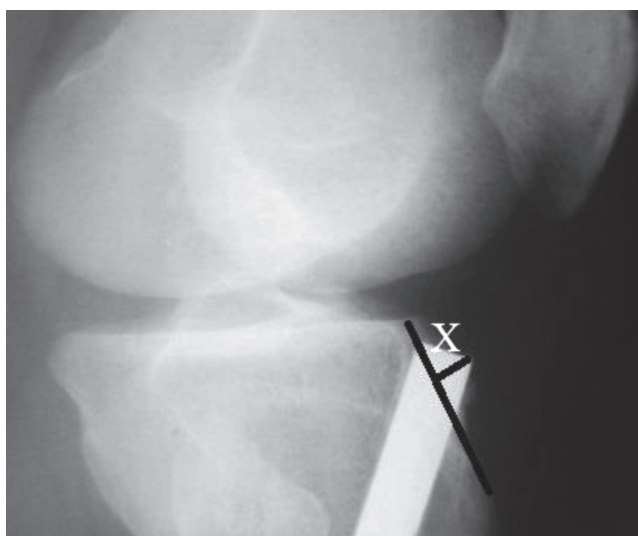
Таблица 2

**Распределение пациентов по расположению проксимального конца стержня в различных зонах коленного сустава**

Группа пациентов	Расположение стержня			p
	1 зона <sup>1</sup>	2 зона <sup>2</sup>	3 зона <sup>3</sup>	
С болью	4	20	10	$p^{1-2} = 0,145$ $p^{1-3} = 0,019$
Без боли	0	15	21	$p^{*2-3} = 0,043$

Значение p рассчитано с помощью точного критерия Фишера.

Значение p\* рассчитано с помощью критерия Пирсона.



**Рис. 2.** Величина выстояния (X мм) проксимального конца стержня кпереди относительно проксимального метафиза большеберцовой кости

**Fig 2.** The degree (X mm) of the forward protrusion of the nail beyond the tibia proximal metaphysis

Результаты межгруппового анализа выявили, что боль в переднем отделе коленного сустава развивается в 2 раза чаще при выстоянии конца стержня кпереди за костные границы проксимального метафиза большеберцовой кости, чем при расположении его внутри метафиза. Величина выстояния стержня не имеет статистически значимого влияния на частоту встречаемости этого осложнения (табл. 3).

Анализ расположения конца стержня на различных уровнях метафиза и за его границами в группе пациентов с болью в коленном суставе выявил, что только у 11 (32,0%) пациентов стержень выстоял за границы метафиза большеберцовой кости, у остальных 23 (68,0%) он был полностью погружен в него (табл. 4).

Наиболее часто в изучаемой группе боль выявлялась при расположении конца стержня в субхондральной области (2 зона) — 15 (45,0%) пациентов. Наименьшее количество осложнений определялось при расположении в зоне 3 — 8 (23,0%).

Таблица 3

**Величина выстояния стержня кпереди за границы проксимального метафиза большеберцовой кости в группах пациентов**

Группа пациентов	Величина выстояния стержня, мм			p
	выстоит за границы метафиза <sup>3</sup>		погружен в метафиз <sup>4</sup>	
	>5 мм <sup>1</sup>	от 0 до 5 мм <sup>2</sup>		
С болью	6	5	23	$p^{1-2} = 0,604$ $p^{3-4} = 0,042$
Без боли	3	1	32	

p рассчитан с помощью точного критерия Фишера.

Таблица 4

**Распределение пациентов по расположению проксимального конца стержня относительно метафиза большеберцовой кости в группе с болью в коленном суставе**

Зона расположения стержня	Величина выстояния стержня, мм			Всего
	>5 мм	от 0 до 5 мм	<0 мм	
1 зона	3	1	0	4
2 зона	2	3	15	20
3 зона	1	1	8	10
Всего	6	5	23	34

При исследовании влияния типа перелома диафиза большеберцовой кости на развитие боли в коленном суставе выявлена значимо большая частота ее возникновения у пациентов с переломами типа С (90% пациентов) по сравнению типами переломов А и В (40% пациентов). Разница между группами с переломами типа А и В статистически не значима (табл. 5).

Таблица 5

**Количество пациентов с различными типами диафизарных переломов большеберцовой кости в группах с болью и без боли**

Группа	Тип перелома по классификации АО/ASIF			<i>p</i>
	A <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	
С болью	17	8	7	$p^{1-2} = 0,972$ $p^{1-3} = 0,021$
Без боли	25	12	1	$p^{2-3} = 0,038$

Значение *p* рассчитано с помощью точного критерия Фишера.

## Обсуждение

Боль в переднем отделе коленного сустава является частым осложнением при внутрикостном блокированном остеосинтезе диафизарных переломов большеберцовой кости: от 9 до 86% в различных исследованиях, и точная причина неясна [16, 17, 18]. Многие факторы, такие как повреждения суставных поверхностей и менисков, расположение точки введения стержня, травма инфрапателлярных ветвей подкожного нерва, слабость мышц бедра, небольшое плато большеберцовой кости, наличие имплантата в костномозговом канале, способствуют развитию боли [19, 20, 21, 22, 23]. Работ отечественных авторов по изучению этой проблемы мы не нашли.

В результате проведенных исследований Р.С. Soraganvi с соавторами установили, что чем ближе точка введения стержня к суставной поверхности большеберцовой кости, тем больше риск повреждения внутрисуставных структур, а величина выстояния конца стержня коррелирует с болью в переднем отделе коленного сустава [18].

Ряд авторов в своих исследованиях установили, что боль в переднем отделе коленного сустава связана с выстоянием стержня кпереди от метафиза и его расположением на различных уровнях метафиза по высоте [9, 16, 24, 26]. Однако абсолютные значения величины выстояния не были представлены. М.А. Tahrigian с соавторами пришли к выводу, что выстояние проксимального конца стержня кпереди больше чем на 5 мм и близость к суставной поверхности большеберцовой кости связаны с болью в переднем отделе коленного сустава. Они рекомендуют использовать внесуставную точку ввода, погружать кончик стержня и избегать близости кончика стержня к большеберцовому плато [13]. Некоторые авторы считают, что субхондральное расположение точки введения стержня увеличивает частоту развития боли [26, 27].

Нами установлено, что выстояние проксимального конца стержня над плато большеберцовой кости в зону 1 ( $p = 0,019$ ) и расположение его в субхондральной области в зоне 2 ( $p = 0,043$ ) чаще сопряжено с развитием изучаемого осложнения, чем положение в зоне 3. Глубина погружения проксимального конца стержня в метафиз значительно влияет на частоту развития боли: чем он ближе к плато, тем вероятность ее развития в послеоперационном периоде выше ( $p = 0,043$ ). Это видно из результатов исследования: более чем у половины пациентов с болью конец стержня располагался в зоне 2, при этом только у четверти из них выстоял за костные границы метафиза. Боль в переднем отделе коленного сустава чаще всего выявляется у пациентов с положением проксимального конца стержня в зоне 2. Наиболее

безопасным является положение конца стержня в зоне 3. Выстояние проксимального конца стержня кпереди от передней поверхности метафиза большеберцовой кости — также значимый фактор развития боли ( $p = 0,042$ ). Величина, на которую стержень выступает кпереди, статистически не значима при оценке вероятности развития боли ( $p = 0,604$ ). Таким образом, чем ближе стержень к плато большеберцовой кости и передней поверхности ее метафиза, тем выше частота встречаемости изучаемого осложнения. Наши результаты вполне соответствуют данным литературы, в том числе большим сериям наблюдений [9, 16, 25].

Учитывая результаты проведенного исследования, для снижения частоты развития изучаемого осложнения необходимо формировать канал в метафизе при установке внутрикостного стержня как можно ближе к бугристости большеберцовой кости, погружать его за передний кортикал метафиза, располагая проксимальный конец стержня в зоне 3.

S.M. Court-Brown с соавторами сообщили о статистически значимой разнице между частотой развития боли в коленном суставе у молодых и активных пациентов и у пожилых пациентов после интрамедуллярного остеосинтеза [3]. Ряд авторов указывают на более частое развитие этого осложнения у женщин [1, 20].

Большое внимание авторы уделяют выбору доступа к точке введения стержня через связку надколенника или рядом с ней [20, 22, 28, 29, 30]. S.K. Rai с соавторами в рандомизированном контролируемом исследовании установили, что боль в переднем отделе коленного сустава не связана с описанными доступами. Оба доступа одинаково безопасны, и их выбор зависит от предпочтений хирурга [20].

В проведенном исследовании только у 32% пациентов с болью стержень выстоял за границы метафиза большеберцовой кости. В остальных случаях причиной развития этого осложнения были иные факторы. Нами установлено, что тип диафизарного перелома большеберцовой кости является одним из факторов, влияющих на развитие боли в переднем отделе коленного сустава. Так, у пациентов с многооскольчатыми переломами типа С по классификации АО/ASIF боль в переднем отделе коленного сустава встречается статистически значимо чаще, чем у пациентов с переломами типа А и В ( $p = 0,021$ ;  $p = 0,038$ ). 90% обследуемых с переломами типа С отмечали боль в коленном суставе в послеоперационном периоде, при переломах типа А и В осложнение выявлено только у 40% респондентов. Необходимо отметить, что стержень, по результатам рентгенологического обследования, у респондентов с переломами типа С ни в одном случае не выстоял за костные границы

проксимального метафиза большеберцовой кости. Причиной развития изучаемого осложнения при многооскольчатых переломах типа С может быть меньшая стабильность фиксации стержня в костномозговом канале, большая амплитуда смещения (подвижности) его в метафизе большеберцовой кости. В доступной литературе мы не смогли найти исследований, посвященных изучению взаимосвязи боли в переднем отделе коленного сустава после внутрикостного остеосинтеза и типа диафизарного перелома. В связи с этим перспективной дальнейших исследований является изучение самого механизма появления боли, особенно при переломах типа С.

Лечение боли в коленном суставе после интрамедуллярного остеосинтеза представляется трудной задачей. Большинство авторов сообщают, что удаление стержня не приводит к купированию болевого синдрома, а в ряде случаев даже ведет к его усилению [9, 19, 28]. Удаление стержня эффективно в тех случаях, когда он упирается в надколенник или в его связку [28].

Оценка состояния здоровья и функции коленного сустава после остеосинтеза стержнем является важным моментом для понимания значимости изучения этого осложнения. По данным ряда исследований, у пациентов с болью в коленном суставе были ограничения в повседневной и рекреационной деятельности, снижение объема движений в суставе [9, 12, 16]. Настоящее исследование показало, что у обследуемых с болью в переднем отделе коленного сустава показатели качества жизни были снижены по четырем шкалам опросника SF-36, характеризующим физическую компоненту здоровья, спустя более двух лет после травмы. Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, предполагает оценку степени, в которой физическое состояние мешает выполнению работы или другой повседневной деятельности (включая большие затраты времени, уменьшение объема работы, снижение ее качества и т.п.) [15]. Низкие показатели по этой шкале свидетельствуют об ограничении при выполнении пациентами повседневной работы ( $p < 0,001$ ). Пациенты с болью в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза имели значительные ограничения при выполнении всех видов физической активности и испытывали умеренную боль.

Таким образом, качество жизни у пациентов с диафизарными переломами большеберцовой кости после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза во многом зависит от развития боли в переднем отделе коленного сустава в послеоперационном периоде. Наличие изучаемого осложнения значимо ограничивает пациентов

в выполнении повседневных физических нагрузок, что не позволяет им вести прежний образ жизни и заставляет нас продолжать поиск решения проблемы.

Выстояние проксимального конца стержня снаружки за костными границами метафиза большеберцовой кости значительно увеличивает частоту развития боли в переднем отделе коленного сустава.

Расположение проксимального конца стержня над плато большеберцовой кости (зона 1) и в субхондральной области (зона 2) наиболее часто сопряжено с развитием боли в переднем отделе коленного сустава. Наименьшее количество изучаемых осложнений развивается при положении конца стержня в зоне 3.

При внутрикостном блокированном остеосинтезе тип диафизарного перелома большеберцовой кости по классификации АО/ASIF является фактором, определяющим частоту развития боли в переднем отделе коленного сустава. При переломах типа C это осложнение встречается в 2 раза чаще, чем при переломах типа A и B.

#### Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### Литература [References]

- Väistö O., Toivanen J., Kannus P., Järvinen M. Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft: an eight-year follow-up of a prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques. *J Trauma*. 2008;64(6):1511-1516. doi: 10.1097/TA.0b013e318031cd27.
- Väistö O., Toivanen J., Kannus P., Järvinen M. Anterior knee pain and thigh muscle strength after intramedullary nailing of a tibial shaft fracture: an 8-year follow-up of 28 consecutive cases. *J Orthop Trauma*. 2007;21(3):165-171. doi: 10.1097/BOT.0b013e31803773cd.
- Court-Brown C.M., Gustilo T., Shaw A.D. Knee pain after intramedullary tibial nailing: its incidence, etiology, and outcome. *J Orthop Trauma*. 1997;11(2):103-105. doi: 10.1097/00005131-199702000-00006.
- 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.
- Bishop J.A., Campbell S.T., Eno J.T., Gardner M.J. Knee Pain After Intramedullary Nailing of Tibia Fractures: Prevalence, Etiology, and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(18):e381-e387. doi: 10.5435/JAAOS-D-18-00076.
- Cartwright-Terry M., Snow M., Nalwad H. The severity and prediction of anterior knee pain post tibial nail insertion. *J Orthop Trauma*. 2007;21(6):381-385. doi: 10.1097/BOT.0b013e3180caa138.
- Al Hussainy H., Deeb A., Choudhary A. Anterior knee pain following intramedullary nailing of tibial shaft fractures: does bony portal point in the sagittal plane affect the outcome? *Eur J Orthop Surg Trauma*. 2005;15:113-117. doi: 10.1007/s00590-004-0210-x.
- Orfaly R., Keating J.E., O'Brien P.J. Knee pain after tibial nailing: does the entry point matter? *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77(6):976-977.
- Bhattacharyya T., Seng K., Nassif N.A., Freedman I. Knee pain after tibial nailing: the role of nail prominence. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;449:303-307. doi: 10.1097/01.blo.0000223976.91089.08.
- Song S.Y., Chang H.G., Byun J.C., Kim T.Y. Anterior knee pain after tibial intramedullary nailing using a medial paratendinous approach. *J Orthop Trauma*. 2012;26(3):172-177. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182217fe6.
- Leliveld M.S., Verhofstad M.H. Injury to the infrapatellar branch of the saphenous nerve, a possible cause for anterior knee pain after tibial nailing? *Injury*. 2012;43(6):779-783. doi: 10.1016/j.injury.2011.09.002.
- Toivanen J.A., Väistö O., Kannus P., Latvala K., Honkonen S.E., Järvinen M.J. Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(4):580-585. doi: 10.2106/00004623-200204000-00011.
- Tahririan M.A., Ziae E., Osanloo R. Significance of the position of the proximal tip of the tibial nail: An important factor related to anterior knee pain. *Adv Biomed Res*. 2014;3:119. doi: 10.4103/2277-9175.133187.
- Karlalani A.H., Ericsson P.A., Granhed H., Karlsson L., Nyberg P. Tibial intramedullary nails — should they be removed? A retrospective study of 71 patients. *Acta Orthop*. 2007;78(5):668-671. doi: 10.1080/17453670710014374.
- Амирджанова В.Н., Горячев Д.В., Коршунов Н.И., Ребров А.П., Сороцкая В.Н. Популяционные показатели качества жизни по опроснику SF-36 (результаты многоцентрового исследования качества жизни «МИРАЖ»). *Научно-практическая ревматология*. 2008;46(1):36-48. doi: 10.14412/1995-4484-2008-852.
- Amirdjanova V.N., Goryachev D.V., Korshunov N.I., Rebrov A.P., Sorotskaya V.N. [Population indicators of quality of life according to the questionnaire SF-36 (results of multicenter study of quality of life «MIRAGE»)]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya* [Rheumatology Science and Practice]. 2008;46(1):36-48. (In Russian). doi: 10.14412/1995-4484-2008-852.
- Uzümçügil O., Doğan A., Yalçinkaya M., Kabukçuoğlu Y.S. [The relationship between anterior knee pain occurring after tibial intramedullary nailing and the localization of the nail in the proximal tibia]. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2009;43(5):386-389. (In Turkish). doi: 10.3944/AOTT.2009.386.
- Lefavre K.A., Guy P., Chan H., Blachut P.A. Long-term follow-up of tibial shaft fractures treated with intramedullary nailing. *J Orthop Trauma*. 2008;22(8):525-529. doi: 10.1097/BOT.0b013e318180e646.
- Soraganvi P.C., Anand-Kumar B.S., Rajagopalakrishnan R., Praveen-Kumar B.A. Anterior Knee Pain after Tibial Intra-medullary Nailing: Is it Predictable? *Malays Orthop J*. 2016;10(2):16-20. doi: 10.5704/MOJ.1607.004.
- Mohapatra N.C., Sahoo U.S. Evaluation of chronic anterior knee pain following interlocking nailing of diaphyseal fractures of tibia. *J Orthop Traumatol Rehabil*. 2018;10:120-123. doi: 10.4103/jotr.jotr1818.
- Rai S.K., Wani S.S., Rohit V., Naveen Sh. Occurrence of anterior knee pain transpatellar and medial para-

- patellartendor approaches in fracture tibia nailing. A randomized controlled study. *Int J Orthop Traumatol.* 2017;3(2):605-608.
21. Serbest S., Tiftikçi U., Çoban M., Çirpar M., Dağlar B. Knee pain and functional scores after intramedullary nailing of tibial shaft fractures using a suprapatellar approach. *J Orthop Trauma.* 2019;33(1):37-41. doi: 10.1097/BOT.0000000000001337.
  22. Väistö O., Toivanen J., Kannus P., Järvinen M. Anterior knee pain and thigh muscle strength after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a report of 40 consecutive cases. *J Orthop Trauma.* 2004;18(1):18-23. doi: 10.1097/00005131-200401000-00004.
  23. Gaines R.J., Rockwood J., Garland J., Ellingson C., Demaio M. Comparison of insertional trauma between suprapatellar and infrapatellar portals for tibial nailing. *Orthopedics.* 2013;36(9):e1155-1158. doi: 10.3928/01477447-20130821-17.
  24. Keating J.F. Invited commentary: anterior knee pain after intramedullary nailing of the tibia: biomechanical effects of the nail entry zone and anterior cortical bone loss. *J Orthop Trauma.* 2013;27(1):41-42. doi: 10.1097/BOT.0b013e318267faff.
  25. Daraboš N., Banić T., Lubina Z., Daraboš A., Bilić V., Sabalić S. Precise nail tip positioning after tibial intramedullary nailing prevents anterior knee pain. *Int Orthop.* 2013;37(8):1527-1531. doi: 10.1007/s00264-013-1944-z.
  26. Choo S.K., Oh H.K., Choi H.W., Song J.G. Anterior knee pain after intramedullary nailing for tibial shaft fractures. *J Korean Fract Soc.* 2011;24(1):28-32. doi: 10.12671/jkfs.2011.24.1.28.
  27. Jankovic A., Korac Z., Bozic N.B., Stedul I. Influence of knee flexion and atraumatic mobilisation of infrapatellar fat pad on incidence and severity of anterior knee pain after tibial nailing. *Injury.* 2013;44 Suppl 3:S33-39. doi: 10.1016/S0020-1383(13)70195-5.
  28. Obremskey W., Agel J., Archer K., To P., Tornetta P. 3<sup>rd</sup>. SPRINT investigators. Character, incidence, and predictors of knee pain and activity after infrapatellar intramedullary nailing of an isolated tibia fracture. *J Orthop Trauma.* 2016;30(3):135-141. doi: 10.1097/BOT.0000000000000475.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Писарев Василий Владимирович — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России; заведующий отделением, ОБУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн», г. Иваново

---

#### AUTHOR'S INFORMATION:

Vasily V. Pisarev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Ivanovo State Medical Academy; Head of Department, Ivanovo Regional Hospital for War Veterans, Ivanovo, Russian Federation

## Комментарий к статье «Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости»

Д.В. Чугаев

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

## Comment to the Article “Pain in Anterior Knee after Locked Nailing of Diaphyseal Tibia Fractures”

D.V. Chugaev

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

### Современное состояние проблемы

Переломы костей голени являются одними из наиболее частых переломов трубчатых костей, составляя, по некоторым данным, четверть от всего их числа [1]. Усилия АО по популяризации методики малоинвазивного «биологического» остеосинтеза, воспроизводимость методики имплантации интрамедуллярного стержня, возможность ранней осевой нагрузки после операции, хорошая стабильность костных отломков — все эти и ряд других факторов сделали блокируемый интрамедуллярный остеосинтез «золотым стандартом» в лечении диафизарных переломов большеберцовой кости [1, 2]. Но, несмотря на совершенствование хирургической техники и потенциальные преимущества, связанные с данным видом остеосинтеза, зачастую консолидация перелома не совпадает с окончательным выздоровлением пациента, который в идеальных условиях должен «забыть» о перенесенном хирургическом вмеша-

тельстве и вернуться к прежнему уровню физической и социальной активности.

В обсуждаемом исследовании автор статьи обращает внимание на интересный феномен, ассоциированный с интрамедуллярным остеосинтезом большеберцовой кости при ее диафизарных переломах — хроническую боль в переднем отделе коленного сустава. Безусловно, данное осложнение не является настолько катастрофичным для пациента, как глубокая инфекция области хирургического вмешательства или несращение перелома, но сам по себе интенсивный хронический болевой синдром снижает качество жизни пациента, его социальную адаптацию, значимо снижает удовлетворенность проведенным хирургическим лечением.

Частота развития хронического болевого синдрома в переднем отделе коленного сустава после блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза варьирует в разных исследованиях в очень широком интервале, достигая 86% (!) [3], но в среднем выявляется у половины из прооперированных пациентов [4]. Данное осложнение является многофакторным, и причин для его развития множество: кроме выстояния проксимального конца стержня и малого размера тибияльного плато, упомянутых автором статьи, необходимо отметить влияние

### • Комментарий к статье

Писарев В.В. Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):85-93. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-85-93.

Чугаев Д.В. Комментарий к статье «Боль в переднем отделе коленного сустава после интрамедуллярного блокированного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости». *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):94-97. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-94-97.

**Cite as:** Chugaev D.V. [Comment to the Article “Pain in Anterior Knee after Locked Nailing of Diaphyseal Tibia Fractures”]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1): 94-97. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-94-97. (In Russian).

✉ Чугаев Дмитрий Валерьевич / Dmitrii V. Chugaev; e-mail: dr.chugaev@gmail.com

интраоперационной травматизации связки надколенника и жирового тела коленного сустава во время имплантации стержня, повреждения менисков и поперечной межменисковой связки крайне богатой механорецепторами, хрящевого покрова суставных поверхностей коленного сустава, инфрапателлярного нерва, кортикального слоя большеберцовой кости в зоне введения стержня. Такое обилие причин, приводящих к развитию хронического болевого синдрома в переднем отделе коленного сустава, и потенциальных точек воздействия на них невольно заставляет вспомнить слова А.П. Чехова, сказавшего, что «если против болезни предлагается слишком много средств, то она неизлечима». Обилие иностранных публикаций, в том числе метаанализов, освещающих эту тему, диссоциирует с отсутствием интереса к данной проблеме в отечественной литературе, что делает обсуждаемую статью особенно ценной.

### Что нам дает эта публикация?

Анализируя обсуждаемое исследование, хотелось бы высказать несколько критических замечаний, касающихся его дизайна. Резюмируя полученные автором результаты, можно сказать, что им были выявлены две основные подгруппы пациентов с болью в переднем отделе коленного сустава:

1) больные, у которых стержень выстоял над поверхностью большеберцовой кости и хронически травмировал мягкие ткани;

2) пациенты с многооскольчатыми диафизарными переломами типа С по классификации АО, у которых очевидных причин болевого синдрома не было выявлено, но боль развивалась чаще, чем у других пациентов.

В качестве решения проблемы для подгруппы пациентов с выступающим за пределы метафиза проксимальным концом стержня авторы предлагают обращать внимание во время операции на его максимальное погружение в метафизарную часть кости. Но в то же время в исследовании упоминается часть больных, у которых проксимальный конец стержня находился в так называемой 3-й зоне и никоим образом не мог контактировать с мягкими тканями сустава. Может ли помочь данной группе пациентов предлагаемое решение, либо же причина заключается в ином? Так и по мнению S. Zhang с соавторами, само по себе расстояние от проксимального конца стержня до кортикального слоя большеберцовой кости не коррелирует напрямую с интенсивностью болевого синдрома [5].

Анализ результатов лечения пациентов с болью в переднем отделе коленного сустава позволил зарубежным исследователям уже более 20 лет назад найти решение, если и не решающее данную проблему, то, во всяком случае, зна-

чительно уменьшающее частоту развития данного осложнения. Если допустить наличие причинно-следственной связи между событиями «избыточная интраоперационная травма надколенника и его связки» и «хронический болевой синдром в послеоперационном периоде», то необходимо уменьшить травматичность введения стержня в центральный отломок большеберцовой кости. Для этого был предложен супрапателлярный доступ, позволяющий осуществлять имплантацию интрамедуллярного стержня без избыточного насильственного сгибания коленного сустава, без травматизации связки надколенника, без необходимости выполнения кожного разреза в зоне иннервации инфрапателлярного нерва [1, 4, 6]. Современные исследования по данному вопросу, в том числе систематические обзоры, отмечают, что использование такого хирургического подхода позволяет уменьшить частоту развития хронического болевого синдрома в переднем отделе коленного сустава у пациентов после интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости [4, 6, 7, 8, 9, 10]. Да, очевидно, что травматизация связки надколенника и жирового тела выступающим стержнем является серьезной причиной развития хронической боли, которую нужно профилактировать, отслеживая интраоперационно глубину погружения стержня, что позволит устранить влияние одного из компонентов в многофакторной проблеме болевого синдрома в переднем отделе коленного сустава [3].

Более интересной является причина развития хронического болевого синдрома в переднем отделе коленного сустава у включенных в исследование пациентов с переломом большеберцовой кости типа С по классификации АО. В статье отмечается, что ни в одном из случаев болевого синдрома проксимальный конец интрамедуллярного стержня не выходил за пределы метафизарной зоны, при том что у 90% пациентов с данным типом перелома была диагностирована боль в переднем отделе сустава. В качестве возможных причин авторы исследования рассматривают избыточную подвижность интрамедуллярного стержня в костномозговом канале большеберцовой кости. В этом случае возникает ряд вопросов, ответы на которые в значительной степени «усилили» бы выполненную научную работу и в конечном итоге приблизили к решению обсуждаемой задачи:

- Если интрамедуллярный остеосинтез выполняли без предварительного риммирования костномозгового канала, во всех ли случаях при оценке послеоперационных рентгенограмм был выявлен оптимальный для данного клинического случая диаметр стержня?

- Какие схемы блокирования интрамедуллярного стержня были использованы для стабильных переломов (статическая, динамическая)?

Выполняли ли динамизацию отломков на интрамедуллярном стержне при замедленной консолидации перелома, и влияло ли это на интенсивность болевого синдрома?

- С учетом того, что при выполнении интрамедуллярного остеосинтеза при многооскольчатых переломах выполнение анатомической репозиции труднодостижимо и хирурги ориентируются в первую очередь на восстановление корректной длины и оси травмированного сегмента, было ли оценено восстановление оси конечности до нативной у исследуемых пациентов? Выполняли ли телерентгенографию конечностей для анализа возможной остаточной фронтальной деформации?

- Оценивали ли после консолидации перелома ротационный профиль травмированной конечности по сравнению с контралатеральной (с использованием компьютерной томографии)?

- Выполняли ли пациентам с хроническим болевым синдромом попытки малоинвазивного лечения, без удаления интрамедуллярного стержня, такие как осуществление медикаментозных блокад или радиочастотной абляции инфрапателлярного нерва? Был ли получен эффект?

Также хотелось бы обратить внимание на выбор опросников в исследовании для оценки характера и интенсивности болевого синдрома. Шкала SF-36 не является специфичной для поражения коленного сустава, и у любого пациента с хроническим болевым синдромом качество жизни будет снижено. Вопрос «Беспокоит ли вас боль в переднем отделе коленного сустава оперированной конечности?», задаваемый пациентам, безусловно, не является валидным тестом. Больной с гипертрофическим рубцом в зоне кожного доступа к связке надколенника и больной с переднемедиальным гонартрозом будут предъявлять жалобы на боль в переднем отделе коленного сустава, но это будет ассоциировано с абсолютно разными проблемами. Для оценки переднего отдела коленного сустава разработаны надежные шкалы, использование которых позволяет достоверно оценить его функциональное состояние, в том числе при хроническом болевом синдроме после интрамедуллярного остеосинтеза — Lysholm Knee Scoring Scale [6], Kujala Scale [11], валидизированная для русскоязычных пациентов. Оригинальным, повторяемым и адаптированным специально для пациентов обсуждаемого профиля является Aberdeen Weight-Bearing Test (Knee) [12].

Использование специфичных и стандартизированных опросников позволяет нивелировать возможность неправильного понимания вопроса пациентом, объективизировать получаемые в ходе обследования пациентов данные и в конечном итоге «говорить на одном языке» с остальными исследователями.

В заключение хотелось бы отметить, что, несмотря на ряд замечаний к проведенному исследованию, оно является крайне важным, потому что автор первым в русскоязычной литературе обратил внимание на эту проблему, проанализировал результаты лечения своих пациентов, пытаясь найти решение важного клинического вопроса.

#### Дальнейшие перспективы исследований

Проведение последующих научных работ с большей объективизацией и поиском анатомического и(или) физиологического субстрата для развития хронического болевого синдрома у больных с болью в переднем отделе коленного сустава, внедрение в практику супрапателлярного доступа и отслеживание результатов лечения пациентов с применением данной методики позволит сделать блокируемый интрамедуллярный остеосинтез при переломах диафиза большеберцовой кости еще более эффективным и безопасным хирургическим вмешательством.

#### Литература [References]

1. Федотова А.Г., Литвина Е.А., Семенистый А.А., Фарба Л.Я. Использование супрапателлярного доступа при остеосинтезе переломов большеберцовой кости: обзор литературы. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2017;3(29):65-73. Fedotova A.G., Litvina E.A., Semeny A.A., Farba L.Ya. [The use of suprapatellar access for osteosynthesis of tibial fractures: literature review]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2017;3(29):65-73. (In Russian).
2. Hofmann A., Dietz S.O., Pairo P., Rommens P.M. The role of intramedullary nailing in treatment of open fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014;41(1):39-47. doi: 10.1007/s00068-014-0485-5.
3. Soraganvi P.C., Anand-Kumar B.S., Rajagopalakrishnan R., Praveen-Kumar B.A. Anterior knee pain after tibial intra-medullary nailing: Is it predictable? *Malays Orthop J*. 2016;10(2):16-20. doi: 10.5704/MOJ.1607.004.
4. Yang L., Sun Y., Li G. Comparison of suprapatellar and infrapatellar intramedullary nailing for tibial shaft fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):146. doi: 10.1186/s13018-018-0846-6
5. Zhang S., Wu X., Liu L., Wang C. Removal of interlocking intramedullary nail for relieve of knee pain after tibial fracture repair: a prospective study. *J Orthop Surg*. 2017;25(1):1-5. doi: 10.1177/2309499016684748.
6. Ozcan C., Turkmen I., Sokucu S. Comparison of three different approaches for anterior knee pain after tibia intramedullary nailing. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2020;46(1):99-105. doi: 10.1007/s00068-018-0988-6.
7. Wang C., Chen E., Ye C., Pan Z. Suprapatellar versus infrapatellar approach for tibia intramedullary nailing: A meta-analysis. *Int J Surg*. 2018;51:133-139. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.01.026
8. Xu H., Gu F., Xin J., Tian C., Chen F. A meta-analysis of suprapatellar versus infrapatellar intramedullary nailing for the treatment of tibial shaft fractures. *Heliyon*. 2019;5(9):e02199. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02199.



9. Gao Z., Han W., Jia H. Suprapatellar versus infrapatellar intramedullary nailing for tibial shaft fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(24):e10917. doi: 10.1097/MD.00000000000010917.
10. MacDonald D.R.W., Carnegie C.A., Johnstone A.J., Caba-Doussoux P., Escriba I., Forward D.P. et al. Tibial nailing using a suprapatellar rather than an infrapatellar approach significantly reduces anterior knee pain postoperatively: a multicentre clinical trial. *Bone Joint J.* 2019;101-B(9):1138-1143. doi: 10.1302/0301-620X.101B9.BJJ-2018-1115.R2.
11. Кузнецов И.А., Майков С.В., Салихов М.Р., Шулепов Д.А., Авдеев А.И. Языковая, культурная адаптация и валидация опросника Kujala среди пациентов с болями в переднем отделе коленного сустава. *Научно-практическая ревматология*. 2017;55(4):388-392.
12. MacDonald D.R.W., Rehman H., Carnegie C.A., Tomas-Hernandez J., Johnstone A.J. The Aberdeen Weight-Bearing Test (Knee): a new objective test for anterior knee discomfort. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020;46(1):93-98. doi: 10.1007/s00068-018-0986-8.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Чугаев Дмитрий Валерьевич — лаборант-исследователь научного отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

## AUTHOR'S INFORMATION:

Dmitrii V. Chugaev — Researcher, Knee Joint Pathology Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation



## The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear

S.Yu. Dokolin, V.I. Kuz'mina, I.V. Marchenko

*Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation*

### Abstract

**The purpose** of the study was to evaluate the nearest clinical, functional and structural (according to MRI) results of arthroscopic reconstruction of the shoulder upper capsule using an acellular dermal collagen matrix and auto-tissue of the iliotibial band in the patients with shoulder arthropathy after a massive rotator cuff tear. **Material and Methods.** The study included 30 patients with stage I–IV shoulder arthropathy according to K. Hamada classification. All of them were undergone the arthroscopic reconstruction of the upper part of the shoulder capsule in 2017–2018. The orthopedic procedures were performed by the same surgical team using an acellular dermal collagen matrix as a biological material (group 1) and auto-tissue of the iliotibial band (group 2). **Results.** The proportion of the patients with good — 8 (26.7%), satisfactory — 14 (46.6%) and poor — 8 (26.7%) surgical outcomes was determined according to the ASES functional assessment scales. Transplant ruptures were recorded in one (3.3%) patient in the group with an acellular dermal collagen matrix and in two (6.6%) patients in the group with the iliotibial autograft. **Conclusion.** Arthroscopic reconstruction of the upper part of the shoulder capsule is a promising method for the surgical treatment of physically active working age patients with shoulder arthropathy after massive rotator cuff tear. The main goals are restoration of the shoulder vertical stability, centered position of the humeral head towards the glenoid, and improvement of the shoulder biomechanics as a whole.

**Keywords:** massive rotator cuff tear, shoulder arthroplasty, arthroscopic reconstruction, upper shoulder capsule, shoulder arthropathy.

### Введение

Проблема хирургического лечения массивных невосстановимых задне-верхних разрывов вращательной манжеты плечевого сустава остается открытой к обсуждению [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Низкая результативность применения техник артроскопического костно-сухожильного якорного шва при таких повреждениях связана с ретракцией сухожильного края и высокими (более 50%) показателями жирового перерождения мышечной части вращательной манжеты плечевого сустава, определяющими понятие «невосстановимый разрыв» [5, 6, 7, 8].

Анатомические исследования В. Jost с соавторами и N. Pouliart с соавторами наглядно продемонстрировали особенности строения и функции таких образований, как ротаторный интервал и верхняя капсула плечевого сустава, подтвердив их важное значение в обеспечении соосного расположения головки плеча и суставной впадины лопатки как главного условия сохранения его нормальной биомеханики [9, 10].

Биомеханическое обоснование и первое описание хирургической техники артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого

сустава были сделаны японским ортопедом Т. Mihata в 2012 г. [11]. Ключевым отличием этого вмешательства от применяемых ранее в хирургии мостовидных «трансплантатов-заплаток» состоит в фиксации проксимального края биоматериала к костной ткани суставного отростка лопатки, а не к сократившемуся сухожильному краю вращательной манжеты [12, 13]. Основная идея хирургической технологии артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава состоит в восстановлении соосности биомеханической пары «головка плеча — суставная впадина лопатки» с одновременным воссозданием точки опоры для вращения головки плечевой кости и благоприятных условий для включения в двигательную активность внешних мышц лопатки (прежде всего дельтовидной мышцы) [14].

В настоящее время в мире продолжается накопление клинического опыта и совершенствование хирургической техники артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава, а также изучение клинико-функциональных и структурных результатов таких вмешательств [15, 16, 17, 18, 19]. Несмотря на то, что в качестве биологического материала для изготовления

трансплантата верхней капсулы главный автор этой технологии Т. Mihata в своих операциях активно пропагандирует использование аутофасции подвздошно-большеберцового тракта, в широкой ортопедической практике США и многих стран Европы биоматериалом выбора стал бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс [19, 20]. Такая популярность и распространенность клинического применения бесклеточного дермального коллагенового матрикса в качестве трансплантата верхней капсулы вполне объяснима. Во-первых, показатели механической прочности на разрыв, эластичности, растяжимости имеют значения, превышающие таковые для аутотрансплантата подвздошно-большеберцового тракта. Во-вторых, отсутствует проблема «донорского места», что значимо улучшает показатели времени и травматичности самого вмешательства [21]. Несмотря на растущую популярность и все более частое применение в клинике такого вида операций, практикующие ортопеды довольно часто задаются вопросами об их клинической эффективности и о биологической судьбе используемого трансплантата: способна ли эта «мертвая» ткань к перестройке и лигаментизации или в будущем ей суждено просто лизироваться и разорваться? [16, 22]. В этой связи актуальным представляется анализ данных клинического обследования и МРТ при динамическом послеоперационном наблюдении пациентов.

**Цель исследования** — оценить ближайшие клиничко-функциональные и структурные (по данным МРТ) результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутофасции подвздошно-большеберцового тракта у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты.

## Материал и методы

В исследование были включены 30 пациентов с артропатией плечевого сустава I–IV стадии по классификации К. Namada на фоне массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава. В 2017–2018 гг. одной хирургической бригадой им была выполнена артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава с использованием в качестве биологического материала бесклеточного дермального коллагенового матрикса (15 пациентов — группа 1) и аутофасции подвздошно-большеберцового тракта (15 пациентов — группа 2). Возраст пациентов — от 40 до 79 лет, средний возраст составил  $62,8 \pm 11,2$  лет. Мужчин — 18, женщин — 12 (табл. 1). В 18 случаях вмешательство было выполнено на правом, в 12 случаях — на левом плечевом суставе. У 22 (73,3%) пациентов была оперирована доминирующая верхняя конечность. У восьми (26,7%) пациентов в анамнезе было от одной до трех неудачных попыток прямого восстановления повреждений задне-верхней части ротаторов с применением различных техник артроскопического костно-сухожильного якорного шва. У 22 из 30 пациентов на этапе предоперационного обследования был зарегистрирован псевдопаралич верхней конечности умеренной степени выраженности. У трех из 30 пациентов до операции были зарегистрированы в анамнезе вывихи головки плечевой кости.

**Критерии включения** в исследование были следующими: наличие у пациента признаков массивного разрыва (с вовлечением двух или трех сухожилий) вращательной манжеты плечевого сустава, признаков артропатии плечевого сустава I–IV стадии по классификации К. Namada, неповрежденное или потенциально восстанавливаемое повреждение сухожилия подлопаточной мышцы, а также полностью интактная дельтовидная мышца. **Критериями исключения** из исследования

Таблица 1

### Основные характеристики пациентов

Характеристика	Группа 1 (n = 15)	Группа 2 (n = 15)	p
Пол: м/ж	11 (73%) / 4 (27%)	7 (47%) / 8 (53%)	0,136*
Возраст, лет	$62,6 \pm 12,2$	$63,1 \pm 10,2$	0,803**
Срок наблюдения, мес.	$16,0 \pm 5,8$	$12,3 \pm 6,3$	0,089***
Вид лечения: консервативное / оперативное	10 (67%) / 5 (33%)	7 (47%) / 8 (53%)	0,269*

\* — критерий  $\chi^2$ ; \*\* — критерий Стьюдента; \*\*\* — критерий Манна – Уитни.

стали: наличие на рентгенограммах признаков выраженных изменений костно-хрящевой основы плечевого сустава (кистовидная перестройка, аваскулярный некроз головки плечевой кости и суставной впадины лопатки), наличие клинических и ЭНМГ признаков нарушений сократительной способности и двигательной функции дельтовидной мышцы, а также наличие в момент дооперационного обследования пациента выраженной нейропатической боли.

Всем пациентам проводились осмотры в до- и послеоперационном (3, 6, 12 мес.) периодах с оценкой болевого синдрома по шкале ВАШ, нагрузочными тестами; оценкой с использованием опросника ASES амплитуды движений, мышечной силы и функциональных нарушений; удовлетворенности пациента лечением с применением шкалы ВАШ; а также с выполнением контрольных рентгенографических исследований и МРТ.

Сроки обследования пациентов составили от 6 мес. до 2 лет после выполнения вмешательства. Средний срок наблюдения за пациентами —  $14,1 \pm 6,3$  мес.

### Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета Statistica 10 (StatSoft, USA). Для отображения общей характеристики исходных параметров применялись методы описательной статистики с указанием среднего значения и стандартного отклонения. Для переменных с нормальным распределением сравнение групп проводили с помощью критерия Стьюдента. Условие равенства дисперсий проверяли с помощью критерия Ливиня. С целью определения статистической значимости различий между группами для количественных (с распределением, отличным от нормального) и порядковых переменных был использован критерий Манна–Уитни, для качественных — критерий  $\chi^2$  и точный критерий Фишера. Сравнение количественных и порядковых переменных в зависимых выборках проводили с помощью критерия Вилкоксона. Критическим считали значение  $p < 0,05$ .

### Хирургическая техника

Укладка пациента осуществлялась в положении лежа на боку со съемным манжеточным вытяжением конечности по оси (груз 2 кг). Пациента фиксировали в положении на здоровом боку, используя вакуумный матрас. Угол отведения оперируемой руки составлял от 20 до 30°. Все вмешательства проводили полностью артроскопическим способом из пяти стандартных портов (заднего, переднего, задне-латерального, передне-латерального и порта Neviaser), а также двух дополнительных мини-портов для имплантации якорных фиксаторов.

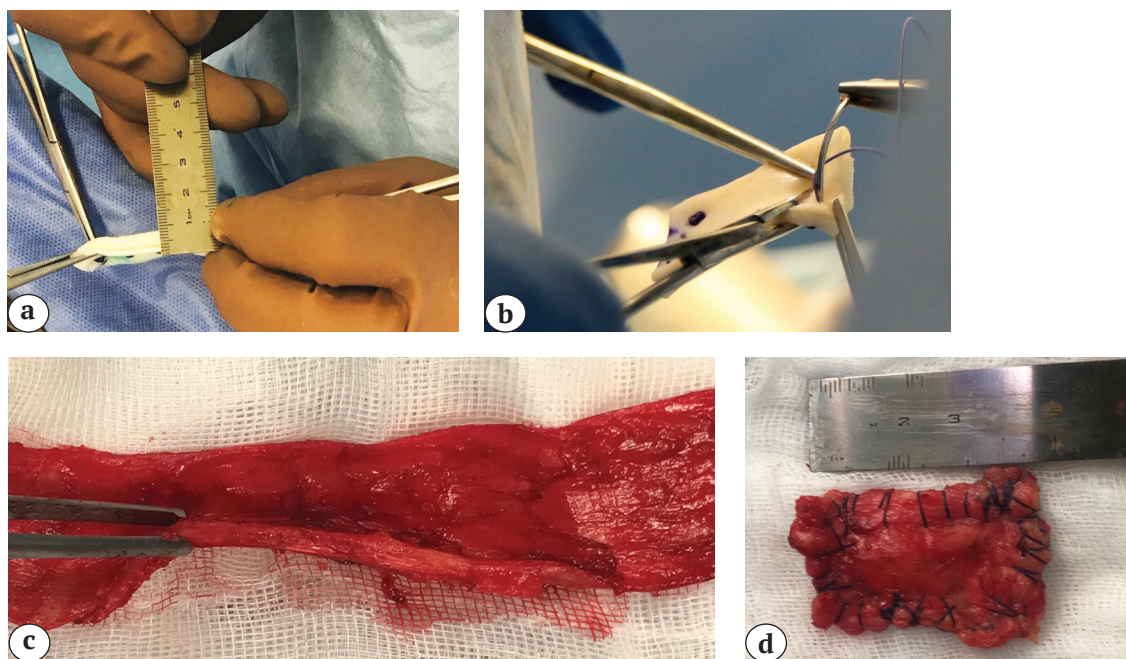
В начале операции выполняли V-образную тенотомию или тенодез сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча, производили резекцию ткани медиальной и центральной части интервала ротаторов, уделяя внимание сохранению тканей клювовидно-плечевой связки. При выявлении повреждений сухожилия подлопаточной мышцы выполняли его реконструкцию с использованием техники SpeedFix.

Далее производили мобилизацию задне-верхней части ротаторов, разделяя с помощью аблятора и шейвера фиброзные сращения между сухожильным краем и тканями поддельтовидной фасции, акромиона, акромиально-ключичного сустава, клювовидно-акромиальной связки.

После полного удаления мягких тканей на верхней части суставного отростка лопатки и в основании клювовидного отростка с использованием переднего и Neviaser портов в костную ткань лопатки имплантировали два якорных фиксатора SutureTak диаметром 3 мм, которые в дальнейшем использовали для фиксации медиальной части трансплантата верхней капсулы плечевого сустава.

Далее удаляли все остатки сухожильной ткани с большого бугорка плечевой кости, производили его декортикацию и по краям разрыва на уровне суставного хряща головки плеча под углом 45° из двух дополнительных мини-портов устанавливали два безузловых якоря SwiveLock диаметром 4,75 мм с одной нитью и одной лентой каждый.

После установки четырех якорей с помощью артроскопической линейки проводили измерения длины и ширины имеющегося дефекта ротаторов, прибавляя к полученным значениям по 10 мм к его длине (в медиальном и латеральном направлениях) и по 5 мм к его ширине (в переднем и заднем направлениях) для получения истинных размеров будущего трансплантата. В качестве трансплантата использовали либо предзаготовленный бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс (группа 1) размерами 5×5 см или 6×8 см либо аутогенный трансплантат подвздошно-большеберцового тракта соответствующих размеров (группа 2) (рис. 1). Для достижения оптимальной толщины (не менее 6 мм) при подготовке трансплантата дермального матрикса складывали его в 2 или 3 слоя, при подготовке трансплантата из подвздошно-большеберцового тракта — в 3 или 4 слоя. Стремление увеличить толщину трансплантата объясняли тем, что с его помощью необходимо не только произвести анатомическую реконструкцию непосредственно верхней капсулы, но и получить «спейсер-эффект», способный компенсировать другие слои интервала ротаторов — прежде всего волокна клювовидно-плечевой связки, расположенные впереди от надостного сухожилия.



**Рис. 1.** Этапы подготовки трансплантата:

a, b — подготовка бесклеточного дермального коллагенового матрикса (группа 1);

c, d — подготовка аутокани подвздошно-большеберцового тракта (группа 2)

**Fig 1.** Stages of transplant preparation:

a, b — preparation of an acellular dermal collagen matrix (group 1);

c, d — preparation of auto-tissue of the iliotibial bands (group 2)

Прошивание трансплантатов осуществлялось внесуставно, после чего выполняли их введение в сустав через резиновую канюлю PassPort диаметром 12 мм, расположенную в передне-латеральном порте. Внутри сустава проводилась адаптация и якорная фиксация трансплантата к костной ткани суставного отростка лопатки и головки плечевой кости.

Фиксация медиальной части трансплантата осуществлялась однорядным связанным узловым швом к верхней части суставного отростка лопатки с использованием якорных фиксаторов SutureTak, латеральная часть — к большому бугорку плечевой кости с применением техники SpeedBridge, задняя и передняя части были фиксированы узловыми швами к остаткам сухожильной ткани надостной и подостной мышц (рис. 2).

Из данных, характеризующих исходную патологию плечевого сустава, отметим вовлеченность

сухожилий вращательной манжеты в разрыв. Во всех случаях было вовлечено в разрыв сухожилие надостной мышцы 15 (100%) / 15 (100%) для групп 1 и 2 соответственно. Вовлеченность подостного сухожилия — 13 (86,7%) / 14 (93,3%), подлопаточного — 7 (46,7%) / 8 (53,3%) соответственно, также ни в одной из групп не отмечалось повреждения малой круглой мышцы. Поперечный разрыв в обеих группах варьировал от 35 до 40 мм, а индекс артропатии плечевого сустава (по классификации K. Hamada) — от 1 до 4 в группе 1 и от 1 до 3 в группе 2. Толщина трансплантата варьировала от 4 до 5 мм в группе 1 и от 5 до 7 мм в группе 2.

Вмешательства, сопутствующие артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава: акромиопластика, коракопластика, подакромиальная и подклювовидная бурсэктомия, передняя капсулотомия, тенodes длиной головки двуглавой мышцы плеча выполнялись всем пациентам.



Устранение признаков псевдопаралича верхней конечности было достигнуто у 16 из 22 имевших его признаки до операции (53,3%) пациентов, однако у 3 (10%) пациентов на момент осмотра сохранялись признаки глубокого псевдопаралича верхней конечности, выражающиеся в положительных тестах «падающей» руки, ERLS-тесте и, соответственно, в трудностях в их бытовой и профессиональной деятельности. У 10 (33,3%) больных на момент осмотра регистрировали комбинированную контрактуру. Средний возраст пациентов с псевдопараличами верхней конечности и контрактурой в послеоперационном периоде составил  $67,2 \pm 2,3$  лет. Как правило, на момент осмотра у этих больных был также отмечен сниженный тонус дельтовидной мышцы.

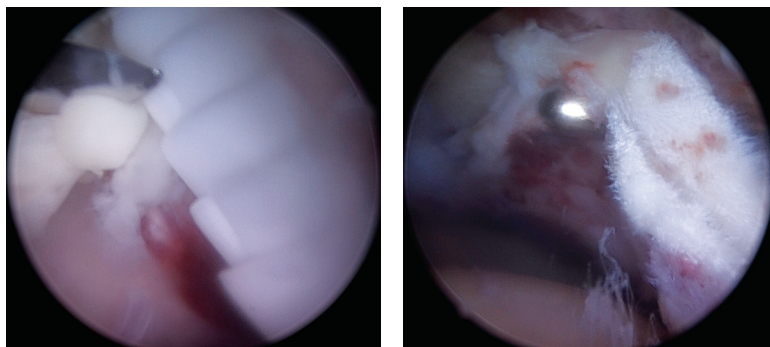
Мышечная сила оперированной конечности ожидаемо страдала в той или иной степени у всех пациентов. На момент осмотра была зарегистрирована возможность отведения и элевации с грузом 0,5–1,5 кг у 22 (73,3%), 2–3 кг — у 5 (16,7%), 5 кг и более — у 3 (10%) пациентов. Из 30 обследованных пациентов 20 (66,6%) до операции имели деятельность, связанную с физическим нагружением, 15 (50%) из них смогли вернуться к прежнему уровню физической активности.

Группу больных с хорошими результатами составили 8 (26,7%) пациентов. Средний возраст таких пациентов составил  $55,6 \pm 11,4$  лет. У них отсутствовали какие-либо жалобы на боль и дискомфорт в области оперированного плечевого сустава. Объем движений в оперированном суставе был следующим: отведение и сгибание (элевация) находились в диапазоне  $160\text{--}180^\circ$ , активная и пассивная наружная ротация приведенного плеча достигала  $45^\circ$  с возможностью активно удерживать плечевой сустав в положении максимальной наружной ротации. Все пациенты этой группы имели возможность выполнять тяжелую физическую работу, а 6 (75%) из них продолжили занятия физической культурой на любительском уровне. Средний показатель функциональной оценки оперированного сустава у этих пациентов составил  $85,6 \pm 7,5$  баллов по шкале ASES.

Удовлетворительный исход был зарегистрирован у 14 (46,6%) пациентов. Больные этой группы отмечали жалобы на снижение амплитуды движений в оперированном суставе — активная элевация и отведение находились в диапазоне  $90\text{--}160^\circ$ , наружная ротация — до  $45^\circ$ . У 6 (40%) пациентов амплитуда активной элевации плеча была в диапазоне  $90\text{--}100^\circ$ , что позволяло констатировать наличие у них умеренного псевдопаралича верхней конечности. Активное отведение было возможно с грузами весом 1,5–2,0 кг. Пациенты этой группы отмечали снижение уровня повседневной физической активности: снижение мышечной силы в их повседневной деятельности, отсутствие возможности выполнять тяжелую физическую работу, отсутствие возможности точно позиционировать оперированную конечность в пространстве при совершении сложных движений. Средний показатель функциональной оценки оперированного сустава у этих пациентов составил  $65,1 \pm 5,4$  баллов по ASES.

Плохой исход отмечен у 8 (26,7%) пациентов. У таких больных, несмотря на отсутствие стойкого болевого синдрома, отмечалось снижение амплитуды активного отведения и подъема руки в диапазоне  $0\text{--}90^\circ$ . При этом отмечался положительный ERLS-тест. Перечисленные признаки позволяют констатировать наличие у этих пациентов умеренного и глубокого псевдопаралича верхней конечности. Активное отведение было возможно с грузами менее 1 кг.

В одном случае плохой исход был связан с развитием в раннем послеоперационном периоде ГИОХВ (через 6 нед. после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава) и инфекционного артрита плеча, диктующего необходимость удаления трансплантата и якорных фиксаторов (в результате микробиологического исследования биоптатов был выявлен возбудитель — MRSE) (рис. 3). Также у одной пациентки с артропатией плечевого сустава IV стадии по классификации К. Namada имел место разрыв трансплантата на протяжении во время прохождения курса реабилитации через



**Рис. 3.** Артроскопическая картина миграции имплантатов из суставного отростка лопатки и лизиса трансплантата на фоне развития ГИОХВ

**Fig. 3.** Arthroscopic picture of implant migration from glenoid and the graft lysis against a background of the surgical site deep infection

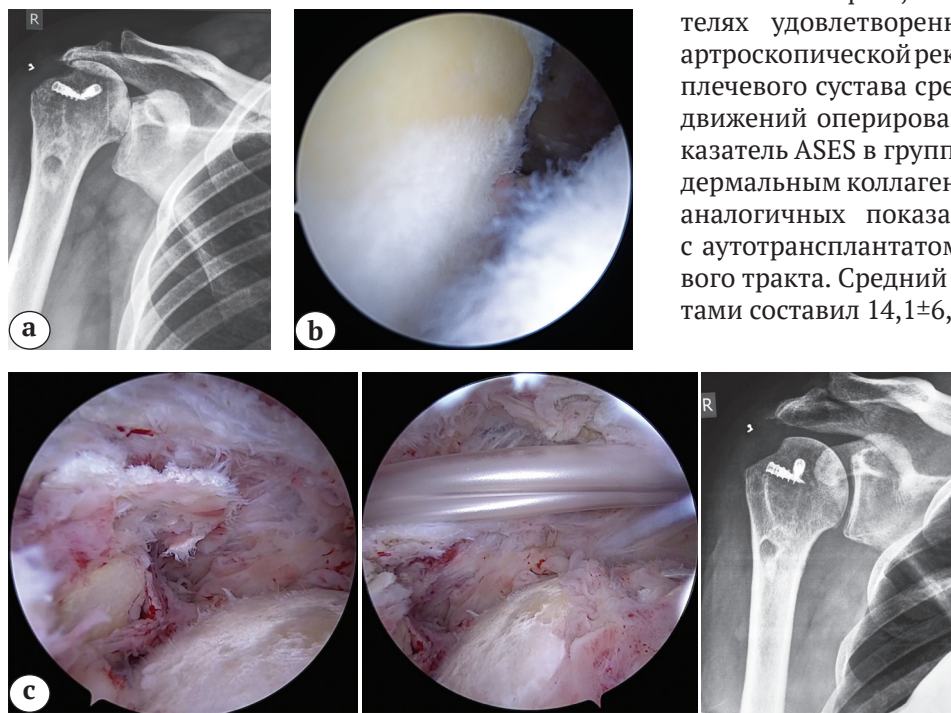


3 мес. после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса (рис. 4).

Данные о количестве, видах осложнений, вариантах лечения после артроскопической

реконструкции верхней капсулы плечевого сустава в группах пациентов с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутокани подвздошно-большеберцового тракта представлены в таблице 2.

Данные, представленные в таблице 3, указывают на тот факт, что при сопоставимых показателях удовлетворенности пациентов исходами артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава средние показатели амплитуды движений оперированного сустава и средний показатель ASES в группе пациентов с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом были выше аналогичных показателей в группе пациентов с аутотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. Средний срок наблюдения за пациентами составил  $14,1 \pm 6,3$  мес.



**Рис. 4.** Артроскопическая картина разрыва трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса:

- а — дооперационные рентгенологические признаки артропатии плечевого сустава в стадии IV по K. Hamada;
- б — повреждения хряща в верхней части суставного отростка лопатки — признак изменения вертикального профиля гленоида;
- с — разрыв трансплантата и рентгенография после выполнения временной баллонопластики

**Fig. 4.** Arthroscopic picture of the rupture of an acellular dermal collagen matrix graft:

- a — preoperative radiological signs of stage IV shoulder arthropathy according to K. Hamada;
- b — cartilage damage in the upper part of glenoid;
- c — transplant rupture and X-ray after temporary balloon plastics

Таблица 2

**Осложнения и варианты их лечения после артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава**

Источник трансплантата	Кол-во осложнений	Вариант осложнения	Повторная операция
Бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс	2	Один разрыв, одна инфекция	Одна баллонопластика, одно удаление трансплантата, антибиотикотерапия
Аутокани подвздошно-большеберцового тракта	2	Два разрыва	Две баллонопластики
Всего	4	Три разрыва, одна инфекция	Три баллонопластики, одно удаление трансплантата, антибиотикотерапия

Таблица 3

## Сравнительная характеристика групп

Показатель		Группа 1 (n = 15)	Группа 2 (n = 15)	p
Функциональный результат по ASES, баллы	До	36,7±10,7	32,7±5,9	0,213*
	После	69,8±21,0**	59,5±12,6**	0,051*
	p	0,001**	0,001**	—
Боль по ВАШ, баллы	До	5,9±1,6	5,6±1,3	0,663*
	После	1,9±1,6**	2,2±1,3**	0,384*
	p	0,001**	0,001**	—
Сгибание, °	До	92,1±9,4	84,8±7,3	0,231*
	После	162,3±13,2**	137,8±10,8**	0,156*
	p	0,001**	0,001**	—
Акромиально-плечевой интервал, мм	До	1,0±0,7	1,2±1,0	0,754*
	После	3,62±1,35**	3,9±2,44**	0,803*
	p	0,001**	0,001**	—

\* — критерий Манна–Уитни; \*\* — критерий Вилкоксона.

*Структурные результаты выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава (по данным МРТ)*

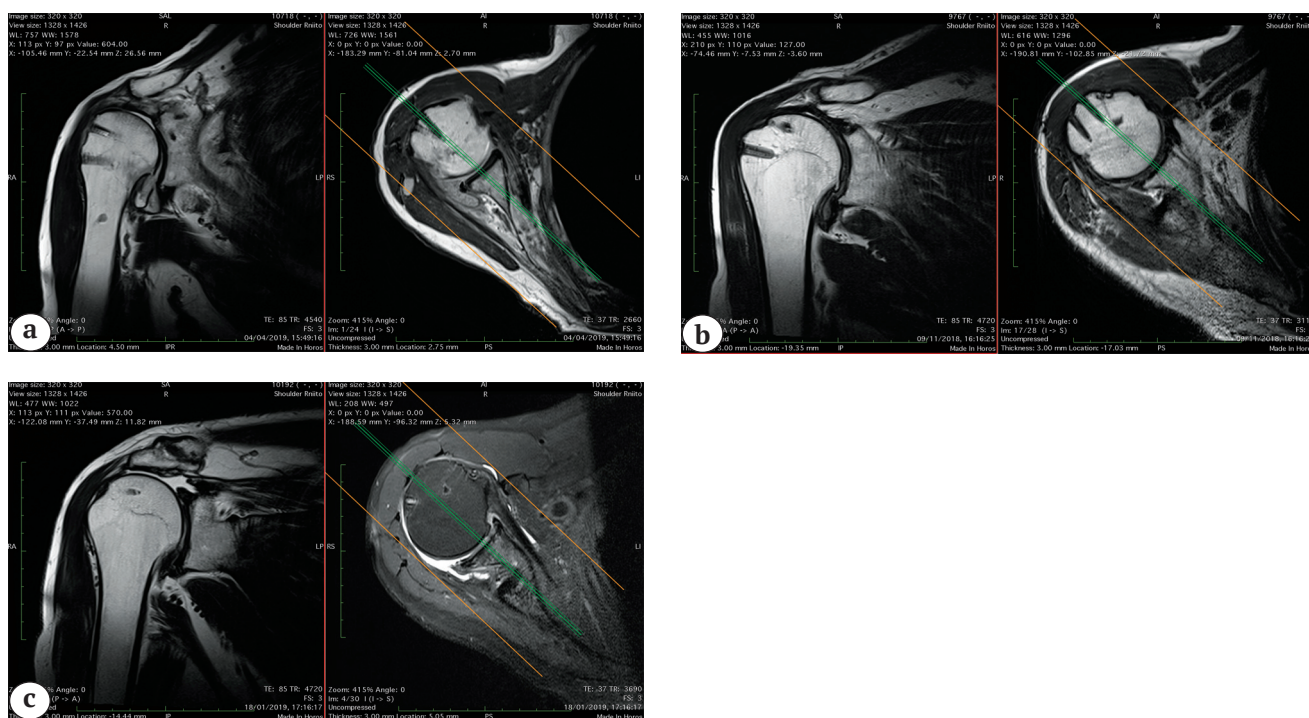
В соответствии с данными послеоперационных МРТ среди обследованных пациентов были выделены больные с полной перестройкой и приживлением трансплантата — 6 (20%) пациентов, с признаками частичного и полного разрыва и лизиса трансплантата — 20 (66,7%) и 4 (13,3%) пациента соответственно (рис. 5).

Согласно полученным данным, наибольшее количество хороших и удовлетворительных исходов выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава отмечалось у пациентов с полным или частичным приживлением трансплантата, по данным МРТ, происходившим в сроки от 3 до 12 мес. динамического наблюдения за пациентами (табл. 4).

Особый интерес представляет вопрос динамической оценки изменений структуры ткани бесклеточного дермального коллагенового матрикса по данным МРТ. Уже на сроке 3 мес. после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава мы наблюдали МР-признаки значительных изменений в структуре ткани трансплантатов в местах их контакта с костной тканью суставного отростка лопатки, головки плечевой кости и в особенности в зоне шов-

ной фиксации к остаткам ткани подостной мышцы. Характер МР-признаков перестройки трансплантата в серии Т2-ВИ представлял собой изменение его цвета с насыщенно-черного на светло-серый с отчетливым проявлением ячеистой структуры при использовании в качестве замещающего материала бесклеточного дермального коллагенового матрикса. На сроках 6 и 12 мес. структура трансплантата в местах контакта с костной и мышечной тканями вновь меняется — в серии Т2-ВИ серый цвет и ячеистая структура трансплантата вновь становятся насыщенно-черными (рис. 6).

Акромиально-плечевой интервал, по данным МРТ, уменьшается с течением времени после операции в группе 1, в группе 2 такая тенденция отсутствует. Это свидетельствует о большей растяжимости и удлинении трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса по сравнению с ауто трансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. Так, акромиально-плечевой интервал в группах пациентов с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом и ауто трансплантатом подвздошно-большеберцового тракта варьировал от 0,1 до 2,5 мм и от 0,2 до 3,1 мм в дооперационном периоде, в то время как через год после операции достигал значений от 1,9 до 6,4 и 3,9 до 8,9, а через 2 года — от 1,7 до 5,9 и 3,7 до 8,7 мм соответственно.



**Рис. 5.** Варианты МР-картины перестройки трансплантата верхней капсулы плечевого сустава:  
 а — полная перестройка и приживление (12 мес. после операции);  
 б — вариант частичной резорбции ненагружаемой части трансплантата в месте его фиксации к мышечной и сухожильной части подостной мышцы (9 мес. после операции);  
 с — полный разрыв на протяжении и лизис трансплантата (4 мес. после артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава)

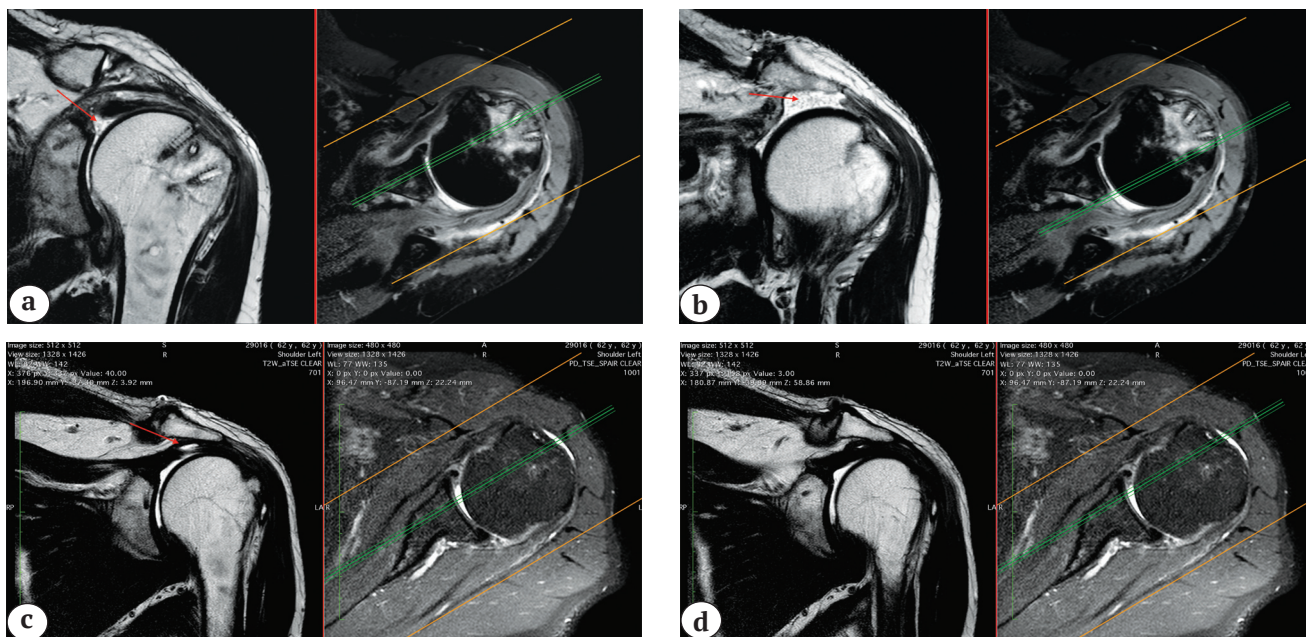
**Fig. 5.** Variants of the MRI picture of the transplant of the upper shoulder capsule:  
 a — complete restructuring and replantation (12 months after surgery);  
 b — variant of partial resorption of the unloaded part of the graft at the place of its fixation to the muscle and tendon parts of the infraspinatus muscle (9 months after surgery);  
 c — complete rupture throughout the graft and its lysis (4 months after arthroscopic reconstruction of the upper shoulder capsule)

Таблица 4

**Распределение пациентов по клинко-функциональным результатам выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава**

Клинко-функциональный результат	Группы пациентов в зависимости от данных послеоперационных МРТ, характеризующих степень приживления трансплантата		
	Полная перестройка и приживление трансплантата (n = 6)	Частичное повреждение трансплантата (n = 20)	Полный разрыв и лизис (n = 3) / удаление трансплантата в связи с ГИОХВ (n = 1)
Хороший	4	4	0
Удовлетворительный	2	12	0
Плохой	0	4	4

p<0,005.



**Рис. 6.** Динамика перестройки ткани трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса: а — в местах его якорной фиксации к костной ткани суставного отростка лопатки, головке плеча; б — в местах шовной фиксации к подостной мышце на сроке 3 мес. после операции; в — 6 мес. после операции: структура трансплантата ячеистая (рыхлая); д — 12 мес. после операции: структура трансплантата более плотная (полная перестройка). Стрелкой отмечен трансплантат

**Fig. 6.** Dynamics of tissue restructuring of an acellular dermal collagen matrix graft: а — in places of its anchor fixation to the bone tissue of the glenoid and humeral head; б — in places of suture fixation to the infraspinatus in 3 months after surgery в — 6 months after surgery — graft structure cellular (loose); д — 12 months after surgery — more dense graft structure (complete transplant remodeling) The graft marked with arrow

### Обсуждение

К сегодняшнему дню для коррекции массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава в мировой практике разработаны и активно применяются многочисленные варианты хирургических вмешательств, но рациональный алгоритм их применения в лечении таких повреждений по-прежнему не определен [23]. Так, например, хирургические техники частичного артроскопического восстановления сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава дают возможность достигать уровня клиничко-функциональных исходов в 77,0–85,7 баллов при изолированном применении, а в комбинации с мостовидными биотрансплантатами-заплатами — 72,3–88,7 баллов по шкале ASES [24, 25, 26, 27, 28]. Однако оба эти варианта лечения, по данным клинических исследований, имеют высокую частоту повторных разрывов сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава и случаев выполнения ревизионных вмешательств (41,6–52,0% и 12–24% соответственно) [8, 24, 26, 27, 28].

Хирургическая техника артроскопического трансфера сухожилия широчайшей мышцы спи-

ны также позволяет восстановить амплитуду движений в плечевом суставе и улучшить показатели клиничко-функционального состояния пациентов до 61–70 баллов по ASES, но сложна в исполнении, кардинальным образом меняет нормальную биомеханику плеча и, по данным исследований, имеет высокий риск формирования хронического болевого синдрома с прогрессированием остеоартрита в плечевом суставе у 29–50% пациентов [29, 30].

Наконец, у пациентов с сопутствующей массивному разрыву артропатией плечевого сустава IV–V стадии по классификации K. Hamada самым распространенным выбором ортопедов сегодня является реверсивное эндопротезирование плечевого сустава [31]. Известно, что реверсивное эндопротезирование плечевого сустава эффективно решает проблему болевого синдрома и позволяет достичь неплохих показателей в 65,8–77,0 баллов по ASES, но ограничивает сгибание плеча до 117–121°, что может быть причиной вынужденного снижения уровня физической активности и неудовлетворенности результатами такого лечения у пациентов трудоспособного возраста [32, 33, 34]. Кроме того, реверсивное эндопротезирование

плечевого сустава имеет переменные данные о развитии осложнений (от 13,9% до 39%), но при этом очень ограниченный перечень ревизионных вмешательств [31, 32].

По данным литературы, применение технологии артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава дает возможность достичь уровня в 67,5–82,0 баллов по шкале ASES, что совпадает с данными нашего исследования: средний балл — 69,8±21,0 и 59,5±12,6 при использовании бесклеточного дермального коллагенового матрикса и ауто трансплантата подвздошно-большеберцового тракта соответственно. Такие показатели исходов артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава вполне сопоставимы с аналогичными показателями результативности перечисленных альтернативных вмешательств, а также имеют преимущества в достижении большей амплитуды сгибания (147–160°) в плечевом суставе, чем после выполнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава (117–121°), и более низкой частоты выполнения ревизионных вмешательств (11,7%), чем после частичного артроскопического восстановления вращательной манжеты плечевого сустава (12–24%) [29, 30, 32, 33, 34]. Применение артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава в нашем исследовании позволило достичь амплитуды сгибания плеча 162,3±13,2° и сопровождалось необходимостью ревизионных операций лишь у 4 (13,3%) пациентов.

Хирургическая техника артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава в современной практике продолжает совершенствоваться специалистами с целью достижения лучших функциональных результатов и уменьшения частоты развития осложнений [35]. Предшествующими биомеханическими исследованиями было установлено, что медиальная фиксация биотрансплантатов-заплаток к сухожильной и мышечной ткани остатков вращательной манжеты плечевого сустава, скомпрометированной процессами жировой дегенерации и атрофии, а не к костной ткани суставного отростка лопатки, как при артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава, с большей долей вероятности ведет к возникновению неудачных клинико-функциональных и МРТ-результатов [11].

Т. Mihata с соавторами в кадаверном исследовании циркулярного восстановления верхней капсулы плечевого сустава с фиксацией трансплантата к костной ткани суставного отростка лопатки, головки плечевой кости и к остаткам вращательной манжеты плечевого сустава доказал значимые улучшения показателей стабильности плечевого сустава за счет восстановления тонуса и компрессирующего действия потенциально ин-

тактной подлопаточной мышцы, а также привел данные о значимом снижении подакромияльного контактного давления на элементы вращательной манжеты плечевого сустава при использовании акромиопластики [13, 36]. Данные об особенностях динамики МР-изменений структуры трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса в нашем исследовании нашли подтверждение в опубликованном недавно клиническом наблюдении авторов из США с гистологическим исследованием удаленной головки плечевой кости вместе с фиксированным бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом — трансплантатом верхней капсулы, установленным 4 мес. назад. В статье авторы представили доказательства активной перестройки (процессов рецелюризации и неоваскуляризации) бесклеточного дермального коллагенового матрикса в местах крепления его к костной ткани гленоида и головки плеча и мышечно-сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава [37].

Самым противоречивым вопросом техники артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава является использование альтернативных источников биологической ткани. Несмотря на то, что первоначально техника артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава была предложена и разработана с использованием ауто трансплантата фасции подвздошно-большеберцового тракта, в США сегодня в широкой практике регулярно используется бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс [19, 20]. К настоящему времени в литературе мы не встретили клинических исследований артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава с высоким уровнем доказательности и стратифицированных по типу трансплантата.

В кадаверном исследовании Т. Mihata с соавторами обнаружили, что после аппаратного биомеханического тестирования однотипными циклическими нагрузками бесклеточного дермального коллагенового матрикса и трансплантата подвздошно-большеберцового тракта первый удлинился на 15%, тогда как размеры последнего не менялись [11]. Кроме того, целый ряд исследований разных авторов показывают удлинение трансплантата и стойкую передне-верхнюю дислокацию головки плечевой кости при использовании в качестве трансплантата верхней капсулы плечевого сустава бесклеточного дермального коллагенового матрикса, о чем свидетельствует уменьшение акромиально-плечевого интервала у наблюдаемых пациентов [38, 39]. Предоперационные показатели акромиально-плечевого интервала варьировали от 4,5 до 7,1 мм, улучшались до 7,6–10,8 мм в ближайшем послеоперационном периоде, а затем ре-

грессировали до 6,7–9,7 мм в период дальнейшего наблюдения за пациентами [38, 39].

S.J. Lee с соавторами рассматривали акромиально-плечевой интервал в качестве ключевого прогностического фактора, определяющего несостоятельность трансплантата для артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава [38].

N. Taniguchi с соавторами обнаружили статистически значимую корреляционную связь показателей послеоперационного акромиально-плечевого интервала после восстановления массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава с уровнем клинико-функциональных исходов [39].

В доступной литературе мы не встретили оценки изменений в показателях акромиально-плечевого интервала до и после артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием аутооттрансплантата фасции подвздошно-большеберцового тракта. По данным нашего исследования, акромиально-плечевой интервал в группе пациентов с артроскопической реконструкцией верхней капсулы плечевого сустава из аутооткани подвздошно-большеберцового тракта через один и два года наблюдения находился примерно на одном уровне и составлял в среднем 7,3 мм и 6,9 мм соответственно. Также имеются данные исследований о том, что частота разрыва трансплантата с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса составила 15,2% — в три раза больше, чем у аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта (5,0%), вероятно, из-за вышеупомянутого удлинения и передне-верхней миграции плечевой кости [8, 23, 26]. В нашем исследовании разрывы трансплантата были зарегистрированы у одного (3,3%) и у двух (6,6%) пациентов в группах бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта соответственно.

Также различными в зависимости от источника трансплантата были и осложнения — соотношение показателей частоты повреждений трансплантата было в пользу аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта, тогда как в отношении других осложнений наблюдалась иная картина: несостоятельность швов — 23,5% аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта против 0% бесклеточного дермального коллагенового матрикса; послеоперационные разрывы подостного сухожилия — 17,6% аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта против 3,0% бесклеточного дермального коллагенового матрикса; послеоперационная контрактура плечевого сустава — 11,8% аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта против 0%

бесклеточного дермального коллагенового матрикса [40]. Большая прочность на растяжение фасции подвздошно-большеберцового тракта по сравнению с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом, вероятно, способствует последнему осложнению. В частности, T. Mihata с соавторами показали, что циркулярная капсулярная конвергенция аутооттрансплантата фасции подвздошно-большеберцового тракта уменьшает диапазон движений и может привести к контрактуре плеча, тогда как при использовании бесклеточного дермального коллагенового матрикса аналогичных эффектов не наблюдалось [40]. В нашем исследовании послеоперационные контрактуры имели место у 3 (10%) пациентов с использованным в качестве трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса и у 7 (23,3%) пациентов с аутооттрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. Существует также не проверенная пока гипотеза о том, что циркулярная непрерывность верхней капсулы может быть полезна при реконструкциях с использованием дермального матрикса, поскольку она обеспечивает дополнительную его фиксацию и может ограничить удлинение трансплантата в медиально-латеральном направлении [41].

Таким образом, современная научная литература показывает, что артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава является перспективным методом хирургического лечения физически активных пациентов трудоспособного возраста с артропатией плечевого сустава на фоне массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. С технической точки зрения, артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава больше всего напоминает вмешательство с применением биоапатки («скаффолда»), но концепция и биомеханическая основа для них — принципиально разные. При замещении дефекта биотканью трансплантата разрыв сухожилия рассматривается как значимое существенное повреждение вращательной манжеты плечевого сустава, а цель проводимого вмешательства — восстановить анатомическую непрерывность сократившегося и фиксированного к окружающим тканям сухожилия как на протяжении, так и в месте крепления к костной ткани в проксимальном отделе плечевой кости. В противоположность этому артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава имеет своей основной целью восстановление вертикальной стабильности плечевого сустава, центрированного положения головки плечевой кости по отношению к суставной впадине лопатки и улучшения биомеханики плеча в целом.

**Этика публикации**

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

Доколин С.Ю. — идея и дизайн исследования, оценка и интерпретация результатов, подготовка рукописи.

Кузьмина В.И. — сбор и обработка материала, оценка и интерпретация результатов, подготовка рукописи.

Марченко И.В. — сбор и обработка материала, оценка и интерпретация результатов, статистическая обработка.

**Литература [References]**

- Архипов С.В., Кавалерский Г.М. Хирургия плечевого сустава. М.: ГРАНАТ, 2015. 206 с. Arkhipov S.V., Kavalerskii G.M. Khirurgiya plechevogo sustava [Surgery of the Shoulder Joint]. Moscow: GRANAT; 2015. 206 p. (In Russian).
- Логвинов А.Н., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Макарьева О.В., Бурцев М.Е., Рязанцев М.С. и др. Особенности диагностики частичных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):143-149. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149. Logvinov A.N., Ilyin D.O., Kadantsev P.M., Makarieva O.V., Burtsev M.E., Ryazantsev M.S. et al. [Features of partial rotator cuff tears diagnostics]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):143-149. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149.
- Зоря В.И., Зарайский А.С. Лечение деформирующего артроза плечевого сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова* [N.N. Priorov Journal]. 2011;(3):79-67. Zorya V.I., Zaraiyskiy A.S. [Treatment of shoulder deforming arthrosis]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2011;(3):79-67. (In Russian).
- Wani Z., Abdulla M., Habeebullah A., Kalogriantis S. Rotator cuff tears: Review of epidemiology, clinical assessment and operative treatment. *Trauma*. 2016;18(3):190-204. doi: 10.1177/1460408615596770.
- Läderrmann A., Denard P.J., Collin P. Massive rotator cuff tears: definition and treatment. *Int Orthop*. 2015;39(12):2403-2414. doi: 10.1007/s00264-015-2796-5.
- Oh J.H., Park M.S., Rhee S.M. Treatment Strategy for Irreparable Rotator Cuff Tears. *Clin Orthop Surg*. 2018;10(2):119-134. doi: 10.4055/cios.2018.10.2.119.
- Доколин С.Ю., Кузьмина В. И., Марченко И.В., Бельх О.А., Найда Д.А. Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(3):53-68. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68. Dokolin S.Yu., Kuz'mina V.I., Marchenko I.V., Belykh O.A., Naida D.A. [Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears: clinical outcomes and postoperative MRI findings]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):53-68. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68.
- Anley C.M., Chan S.K., Snow M. Arthroscopic treatment options for irreparable rotator cuff tears of the shoulder. *World J Orthop*. 2014;5(5):557-565. doi: 10.5312/wjo.v5.i5.557.
- Jost B., Koch P.P., Gerber C. Anatomy and functional aspects of the rotator interval. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000;9(4):336-341. doi: 10.1067/mse.2000.106746.
- Pouliart N., Somers K., Eid S., Gagey O. Variations in the superior capsuloligamentous complex and description of a new ligament. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16(6):821-836. doi: 10.1016/j.jse.2007.02.138.
- Mihata T., McGarry M.H., Pirolo J.M., Kinoshita M., Lee T.Q. Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study. *Am J Sports Med*. 2012;40(10):2248-2255. doi: 10.1177/0363546512456195.
- Bond J.L., Dopirak R.M., Higgins J., Burns J., Snyder S.J. Arthroscopic replacement of massive, irreparable rotator cuff tears using a GraftJacket allograft: technique and preliminary results. *Arthroscopy*. 2008;24(4):403-409. doi: 10.1016/j.arthro.2007.07.033.
- Mihata T., McGarry M.H., Kahn T., Goldberg I., Neo M., Lee T.Q. Biomechanical Role of Capsular Continuity in Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Tears of the Supraspinatus Tendon. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):142314-142330. doi: 10.1177/0363546516631751.
- Boutsiadis A., Chen S., Jiang C., Lenoir H., Delsol P., Barth J. Long Head of the Biceps as a Suitable Available Local Tissue Autograft for Superior Capsular Reconstruction: «The Chinese Way». *Arthrosc Tech*. 2017;6(5):e1559-e1566. doi: 10.1016/j.eats.2017.06.030.
- Adams C.R., DeMartino A.M., Rego G., Denard P.J., Burkhart S.S. The Rotator Cuff and the Superior Capsule: Why We Need Both. *Arthroscopy*. 2016;32(12):2628-2637. doi: 10.1016/j.arthro.2016.08.011.
- Hirahara A.M., Adams C.R. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears. *Arthrosc Tech*. 2015;4(6):637-641. doi: 10.1016/j.eats.2015.07.006.
- Pogorzelski J., Muckenhirn K.J., Mitchell J.J., Kattbogen J.C., Schon J.M., Dahl K.D. et al. Biomechanical Comparison of 3 Glenoid-Side Fixation Techniques for Superior Capsular Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2018;46(4):801-808. doi: 10.1177/0363546517745626.
- Pennington W.T., Bartz B.A., Pauli J.M., Walker C.E., Schmidt W. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction With Acellular Dermal Allograft for the Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears: Short-Term Clinical Outcomes and the Radiographic Parameter of Superior Capsular Distance. *Arthroscopy*. 2018;34(6):1764-1773. doi: 10.1016/j.arthro.2018.01.009.
- Mihata T., Lee T.Q., Watanabe C., Fukunishi K., Ohue M., Tsujimura T., Kinoshita M. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy*. 2013;29(3):459-470. doi: 10.1016/j.arthro.2012.10.022.
- Wall K.C., Toth A.P., Garrigues G.E. How to Use a Graft in Irreparable Rotator Cuff Tears: A Literature Review Update of Interposition and Superior Capsule Reconstruction Techniques. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(1):122-130. doi: 10.1007/s12178-018-9466-3.
- Denard P.J., Brady P.C., Adams C.R., Tokish J.M., Burkhart S.S. Preliminary Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction with Dermal Allograft. *Arthroscopy*. 2018;34(1):93-99. doi: 10.1016/j.arthro.2017.08.265.
- Adams C.R., Denard P.J., Brady P.C., Hartzler R.U., Burkhart S.S. The Arthroscopic Superior Capsular

- Reconstruction. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):320-324.
23. Mihata T., Lee T.Q., Fukunishi K., Itami Y., Fujisawa Y., Kawakami T., Ohue M., Neo M. Return to Sports and Physical Work After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction Among Patients With Irreparable Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med*. 2018;46(5):1077-1083. doi: 10.1177/0363546517753387.
  24. Chen K.H., Chiang E.R., Wang H.Y., Ma H.L. Arthroscopic partial repair of irreparable rotator cuff tears: Factors superior capsule reconstruction for rotator cuff tears 2533 related to greater degree of clinical improvement at 2 years of follow-up. *Arthroscopy*. 2017;33:1949-1955. doi: 10.1016/j.arthro.2017.06.047.
  25. Shon M.S., Koh K.H., Lim T.K., Kim W.J., Kim K.C., Yoo J.C. Arthroscopic Partial Repair of Irreparable Rotator Cuff Tears: Preoperative Factors Associated With Outcome Deterioration Over 2 Years. *Am J Sports Med*. 2015;43(8):1965-1975. doi: 10.1177/0363546515585122.
  26. Venouziou A.I., Kokkalis Z.T., Sotereanos D.G. Human dermal allograft interposition for the reconstruction of massive irreparable rotator cuff tears. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2013;42(2):63-70.
  27. Gupta A.K., Hug K., Berkoff D.J., Boggess B.R., Gavigan M., Malley P.C., Toth A.P. Dermal tissue allograft for the repair of massive irreparable rotator cuff tears. *Am J Sports Med*. 2012;40(1):141-147. doi: 10.1177/0363546511422795.
  28. Steinhaus M.E., Makhni E.C., Cole B.J., Romeo A.A., Verma N.N. Outcomes After Patch Use in Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy*. 2016;32(8):1676-1690. doi: 10.1016/j.arthro.2016.02.009.
  29. El-Azab H.M., Rott O., Irlenbusch U. Long-term follow-up after latissimus dorsi transfer for irreparable posterosuperior rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(6):462-469. doi: 10.2106/JBJS.M.00235.
  30. Grimberg J., Kany J. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable postero-superior cuff tears: current concepts, indications, and recent advances. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2014;7(1):22-32. doi: 10.1007/s12178-013-9196-5.
  31. Доколин С.Ю., Варфоломеев А.П., Кузьмина В.И., Артюх В.А., Марченко И.В. Среднесрочные результаты реверсивного эндопротезирования у пациентов с артропатией плеча после массивного разрыва вращательной манжеты. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):7-18. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-7-18.
  - Dokolin S.Yu., Varfolomeev A.P., Kuz'mina V.I., Artyukh V.A., Marchenko I.V. [Outcomes of reverse arthroplasty in patients with shoulder arthropathy and massive rotator cuff tear]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):7-18. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-7-18.
  32. Sershon R.A., Van Thiel G.S., Lin E.C., McGill K.C., Cole B.J., Verma N.N. et al. Clinical outcomes of reverse total shoulder arthroplasty in patients aged younger than 60 years. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(3):395-400. doi: 10.1016/j.jse.2013.07.047.
  33. Kiet T.K., Feeley B.T., Naimark M., Gajju T., Hall S.L., Chung T.T., Ma C.B. Outcomes after shoulder replacement: comparison between reverse and anatomic total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(2):179-185. doi: 10.1016/j.jse.2014.06.039.
  34. Ernstbrunner L., Suter A., Catanzaro S., Rahm S., Gerber C. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Massive, Irreparable Rotator Cuff Tears Before the Age of 60 Years: Long-Term Results. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(20):1721-1729. doi: 10.2106/JBJS.17.00095.
  35. Ono Y., Dávalos Herrera D.A., Woodmass J.M., Boorman R.S., Thornton G.M., Lo I.K. Graft Augmentation Versus Bridging for Large to Massive Rotator Cuff Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy*. 2017;33(3):673-680. doi: 10.1016/j.arthro.2016.08.030.
  36. Mihata T., McGarry M.H., Kahn T., Goldberg I., Neo M., Lee T.Q. Biomechanical Effects of Acromioplasty on Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Supraspinatus Tendon Tears. *Am J Sports Med*. 2016;44(1):191-197. doi: 10.1177/0363546515608652.
  37. Hartzler R.U., Softic D., Qin X., Dorfman A., Adams C.R., Burkhart S.S. The Histology of a Healed Superior Capsular Reconstruction Dermal Allograft: A Case Report. *Arthroscopy*. 2019;35(10):2950-2958. doi: 10.1016/j.arthro.2019.06.024.
  38. Lee S.J., Min Y.K. Can inadequate acromioclavicular distance improvement and poor posterior remnant tissue be the predictive factors of re-tear? Preliminary outcomes of arthroscopic superior capsular reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(7):2205-2213. doi: 10.1007/s00167-018-4912-8.
  39. Taniguchi N., D'Lima D.D., Suenaga N., Ishida Y., Lee D., Goya I., Chosa E. Translation of the humeral head scale is associated with success of rotator cuff repair for large-massive tears. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18:511. doi: 10.1186/s12891-017-1874-9.
  40. Mihata T., Bui C.N.H., Akeda M., Cavagnaro M.A., Kuenzler M., Peterson A.B. et al. A biomechanical cadaveric study comparing superior capsule reconstruction using fascia lata allograft with human dermal allograft for irreparable rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(12):2158-2166. doi: 10.1016/j.jse.2017.07.019.
  41. Shim S.B., Jeong J.Y., Kim J.S., Yoo J.C. Evaluation of risk factors for irreparable rotator cuff tear in patients older than age 70 including evaluation of radiologic factors of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(11):1932-1938. doi: 10.1016/j.jse.2018.07.0.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Доколин Сергей Юрьевич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник, отделение лечения травм и их последствий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Кузьмина Владислава Игоревна — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, отделение лечения травм и их последствий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Марченко Илья Владимирович — аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

#### AUTHORS' INFORMATION:

Sergey Yu. Dokolin — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Vladislava I. Kuz'mina — Cand. Sci. (Med.), Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Ilya V. Marchenko — Graduate Student, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation



## Комментарий к статье «Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты»

Р.В. Гладков

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

## Comment to the Article “The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear”

R.V. Gladkov

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Необходимость анализа результатов лечения пациентов с синдромом артропатии плечевого сустава, которым была выполнена пластика верхнего отдела капсулы плечевого сустава с использованием трансплантатов из дермального коллагенового матрикса и подвздошно-большеберцового тракта, не вызывает сомнений и определяется отсутствием универсального и надежного подхода к лечению пациентов с невосстановимыми разрывами сухожилий вращательной манжеты плеча. Большой интерес практикующих травматологов-ортопедов и ученых и непрерывное совершенствование органосохраняющих способов хирургического лечения пациентов с артропатией плечевого сустава со временем позволят определить место и показания

для реконструктивных вмешательств на верхней капсуле плечевого сустава, частичного шва невосстановимо поврежденной вращательной манжеты, баллонопластики, перемещения сухожилий широчайшей мышцы спины и трапециевидной мышцы, а также реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Концепция пластики верхнего отдела капсулы плечевого сустава, обоснованная в 2012 г. T. Mihata с соавторами, получила успешное клиническое подтверждение как в исследованиях самих авторов методики, так и других хирургов, в том числе авторов обсуждаемой статьи [1, 2]. Эффективность технически сложной методики в значительной степени зависит от состоятельности трансплантата и сильно коррелирует с кривой обучения хирурга. Так, в 2019 г. S.S. Burkhart и R.U. Hartzler сообщили о высокой частоте приживления трансплантата верхнего отдела капсулы — 30% частично состоятельных при отсутствии полностью оторванных трансплантатов, что значительно превышало их собственные результаты 2018 г. — 55% частично

### • Комментарий к статье

Доколин С.Ю., Кузьмина В.И., Марченко И.В. Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1): 98-112. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-98-112.

Гладков Р.В. Комментарий к статье «Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты». *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1):113-115. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-113-115.

**Cite as:** Gladkov R.V. [Comment to the Article “The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear”]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):113-115. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-113-115. (In Russian).

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



**Литература [References]**

1. Mihata T., McGarry M.H., Pirolo J.M., Kinoshita M., Lee T.Q. Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2012;40(10):2248-2255. doi: 10.1177/0363546512456195.
2. Mihata T., Lee T.Q., Watanabe C., Fukunishi K., Ohue M., Tsujimura T., Kinoshita M. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2013;29(3):459-470. doi: 10.1016/j.arthro.2012.10.022.
3. Burkhart S.S., Hartzler R.U. Superior capsular reconstruction reverses profound pseudoparalysis in patients with irreparable rotator cuff tears and minimal or no glenohumeral arthritis. *Arthroscopy.* 2019;35(1): 22-28. doi: 10.1016/j.arthro.2018.07.023.
4. Denard P.J., Brady P.C., Adams C.R., Tokish J.M., Burkhart S.S. Preliminary results of arthroscopic superior capsule reconstruction with dermal allograft. *Arthroscopy.* 2018;34(1):93-99. doi: 10.1016/j.arthro.2017.08.265.
5. Mihata T., Lee T.Q., Hasegawa A., Kawakami T., Fukunishi K., Fujisawa Y. et al. Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction Can Eliminate Pseudoparalysis in Patients With Irreparable Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med.* 2018;46(11):2707-2716. doi: 10.1177/0363546518786489.
6. Ling H.Y., Angeles J.G., Horodyski M.B. Biomechanics of latissimus dorsi transfer for irreparable posterosuperior rotator cuff tears. *Clin Biomech.* 2009;24(3):261-266. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2008.12.002.
7. Werner C.M., Ruckstuhl T., Muller R., Zanetti M., Gerber C. Influence of psychomotor skills and innervation patterns on results of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(1 Suppl):22S-28S. doi: 10.1016/j.jse.2007.07.007.
8. Nove-Josserand L., Costa P., Liotard J.P., Safar J.F., Walch G., Zilber S. Results of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable cuff tears. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95(2):108-113. doi: 10.1016/j.otsr.2008.10.002.
9. Henseler J.F., Nagels J., Nelissen R.G., de Groot J.H. Does the latissimus dorsi tendon transfer for massive rotator cuff tears remain active postoperatively and restore active external rotation? *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(4):553-560. doi: 10.1016/j.jse.2013.07.055.
10. Irlenbusch U., Bernsdorf M., Born S., Gansen H.K., Lorenz U. Electromyographic analysis of muscle function after latissimus dorsi tendon transfer. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(3):492-499. doi: 10.1016/j.jse.2007.11.012.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:**

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

**AUTHOR'S INFORMATION:**

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

## Кросс-культурная адаптация и валидация стандартизированной шкалы American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES)

Д. О. Ильин<sup>1</sup>, О. В. Макарьева<sup>1</sup>, М. Н. Макарьев<sup>3</sup>, А. Н. Логвинов<sup>1,2</sup>, Н. Е. Магнитская<sup>1</sup>, М. С. Рязанцев<sup>1</sup>, М. Е. Бурцев<sup>1,2</sup>, А. Р. Зарипов<sup>1,2</sup>, А. В. Фролов<sup>1,2</sup>, А. В. Королёв<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

<sup>3</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С. С. Юдина, Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

### Реферат

American Shoulder and Elbow Surgeons standardized assessment form (ASES) — одна из наиболее часто используемых специализированных шкал для оценки состояния плечевого сустава. Однако до настоящего времени шкала не валидирована на русском языке. **Целью** работы является кросс-культурная адаптация и валидация шкалы оценки функции плечевого сустава ASES. **Материал и методы.** В исследование были включены 95 пациента с различной патологией плечевого сустава, медиана возраста — 49 лет, в том числе 39 мужчин и 54 женщины. Первым этапом была проведена языковая и культурная адаптация опросника ASES, в результате чего была получена его максимально приближенная версия. Далее была проведена оценка психометрических свойств опросника (надежность, валидность). Были изучены эффекты максимальных и минимальных значений (floor and ceiling effects), оценен коэффициент внутреннего постоянства альфа Кронбаха и воспроизводимости. Для оценки воспроизводимости использовали метод «тест-ретест», для которого было отобрано 20 пациентов. Эти пациенты заполняли опросник ASES при первичном обращении к травматологу-ортопеду и повторно через 7 дней, полученные данные оценивали с помощью коэффициента внутриклассовой корреляции (ICC — intra-class correlation coefficient). В рамках работы была проведена оценка валидности полученной шкалы, в том числе для оценки критериальной валидности оценивали взаимосвязь результатов исследуемого опросника с результатами валидизированного в России опросника DASH. **Результаты.** В рамках исследования получена оценочная шкала, полностью соответствующая оригинальной версии с незначительными лингвистическими и культурными особенностями. Медиана значений результатов по шкале ASES — 68,7 [32,6; 93,8], максимальных и минимальных баллов по шкале получено не было. Русскоязычная версия опросника обладает хорошими психометрическими свойствами. Внутренняя согласованность — альфа Кронбаха 0,72. Общий внутриклассовый коэффициент корреляции анкеты ASES (ICC) составил 0,95 ( $p < 0,05$ ). Статистически значимых различий между общей группой исследуемых пациентов и группой «тест-ретест» по полу, возрасту и виду патологии плечевого сустава выявлено не было. Коэффициент корреляции между шкалами ASES и DASH составил 0,9; индекс GRI — 3,05. **Заключение.** Адаптированная русская версия анкеты ASES обладает хорошими психометрическими свойствами и может быть рекомендована к применению для оценки функционального состояния пациентов с патологией плечевого сустава и динамики изменений в процессе лечения.

**Ключевые слова:** патология плечевого сустава, шкала оценки, ASES, DASH.

Ильин Д.О., Макарьева О.В., Макарьев М.Н., Логвинов А.Н., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Королёв А.В. Кросс-культурная адаптация и валидация стандартизированной шкалы American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES). Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):116-126. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-116-126.

**Cite as:** Il'in D.O., Makarieva O.V., Makariev M.N., Logvinov A.N., Magnitskaya N.E., Ryazantsev M.S., Burtsev M.E., Zaripov A.R., Frolov A.V., Korolev A.V. [American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Assessment Form: Russian Cross-Cultural Adaptation and Validation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):116-126. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-116-126. (In Russian).

✉ Логвинов Алексей Николаевич / Aleksey N. Logvinov; e-mail: alogvinov@emcmos.ru

Рукопись поступила/Received: 04.08.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 01.11.2019.

## American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Assessment Form: Russian Cross-Cultural Adaptation and Validation

D.O. Il'in<sup>1</sup>, O.V. Makarieva<sup>1</sup>, M.N. Makariev<sup>3</sup>, A.N. Logvinov<sup>1,2</sup>, N.E. Magnitskaya<sup>1</sup>, M.S. Ryazantsev<sup>1</sup>, M.E. Burtsev<sup>1,2</sup>, A.R. Zaripov<sup>1,2</sup>, A.V. Frolov<sup>1,2</sup>, A.V. Korolev<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

### Abstract

American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Assessment Form (ASES) is one of the most widely used shoulder outcome reporting measure. However, it has not been validated in the Russian language. **Purpose** of this study is a cross-cultural adaptation and validation of the ASES. **Materials and methods.** The group of 93 patients with various shoulder pathology (39 males and 54 females) with median age of 49 years was included into the study. In the first stage the authors performed language and cultural adaptation of the ASES questionnaire to obtain a Russian version maximally matching the original. Further the authors studied the psychometric properties of the questionnaire (reliability, validity, responsiveness), the effects of maximum and minimum values (floor and ceiling effects) and estimated the coefficients of internal consistency of Cronbach's alpha and reproducibility. 20 patients were selected to assess reproducibility by test-retest method, those patients filled out the ASES questionnaire at first appointment with an orthopedic trauma surgeon and repeatedly in 7 days; the obtained data was evaluated by an intra-class correlation coefficient (ICC). In the framework of the present research the authors assessed the validity of the obtained scale, including the correlation of the scores of the examined questionnaire with the scores by the DASH questionnaire validated in the Russian Federation to check criteria validity. **Results.** The study resulted in obtaining the assessment scale fully matching the original ASES version with minor linguistic and cultural features. The ASES median results was Me = 68.7 [32.6; 93.8]; no maximum and minimum scores were obtained. The Russian version of the questionnaire has good psychometric properties with internal consistency of Cronbach alpha 0.72. The overall intra-class correlation coefficient (ICC) of the ASES questionnaire was 0.95 ( $p < 0.05$ ). There were no statistically significant differences between the general group and the test-retest group by gender, age and type of shoulder pathology. Correlation coefficient obtained in the scope of the present research between the ASES and DASH scales was 0.9, and the GRI index was 2.8. **Conclusion.** Russian version of the ASES questionnaire has good psychometric properties and may be recommended to evaluate functional status of patients with shoulder joint pathology and treatment dynamics.

**Keywords:** shoulder joint pathology, assessment scale, ASES, DASH.

### Введение

Боль и снижение функции плечевого сустава являются одними из самых часто встречающихся жалоб со стороны опорно-двигательного аппарата, занимая третье место после болей в нижней части спины и шее [1]. Нередко это значительно снижает как функциональное состояние верхней конечности, так и качество жизни пациентов. Согласно рекомендациям ВОЗ, состояние здоровья следует оценивать с учетом влияния заболевания или травмы на повседневную и социальную активность пациентов. Наряду с объективными методами оценки состояния здоровья и эффективности лечения важнейшее значение имеет информация, полученная от самих пациентов путем анкетирования. Опросники, разработанные экспертами ведущих мировых клинических центров в соответствии с принципами доказательной медицины, дают возможность количественно выразить степень физи-

ческого здоровья и социальной адаптации с учетом особенностей каждого индивидуума.

Опросник Disability of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure (DASH) в 2004 г. прошел процесс кросс-культурной адаптации на русском языке [2]. Данный опросник представляет собой надежную оценочную шкалу, отражающую мнение пациента об ограничениях повседневной бытовой активности по причине тех или иных расстройств движения верхней конечности. В исследования по оценке надежности и достоверности шкалы DASH было включено множество пациентов с широким спектром патологии верхней конечности, но не плечевого сустава [3].

**Целью** нашей работы явилось проведение культурной адаптации и валидации опросника American Shoulder and Elbow Surgeons standardized assessment form (ASES) [4], широко используемого в зарубежных научных исследованиях.

Этот опросник был адаптирован для использования на многих языках, его отличные психометрические свойства были доказаны результатами многих исследований [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Он удобен в использовании, содержит небольшое количество вопросов, эффективно отражающих субъективную оценку состояния плечевого сустава.

### Пациенты и методы

ASES представляет собой анкету для пациентов, учитывающую следующие показатели:

- интенсивность болевого синдрома от 0 до 10 баллов,
- уровень бытовой и спортивной активности,
- степень ограничения активности в повседневной жизни и при занятиях спортом.

Максимальная сумма баллов по шкале ASES составляет 100, из которых 50 баллов оцениваются по шкале боли и еще 50 баллов — по вопросам, характеризующим функциональность плечевого сустава в быту, во время профессиональной и спортивной физической деятельности. Применяется следующая градация результатов: >80 баллов — отличный клинический результат; 70–79 баллов — хороший; 50–69 — удовлетворительный результат и менее 50 баллов — неудовлетворительный. Культурная адаптация и валидация оценочной шкалы ASES проводилась согласно международным рекомендациям [13] в соответствии с предварительно разработанным алгоритмом (рис. 1).

Языковую и культурную адаптацию опросника проводили по следующей методике [10]:

1. Двумя переводчиками, носителями русского языка, имеющими высшее медицинское образование и незнакомыми с опросником ASES, были

выполнены независимые прямые переводы с английского языка на русский.

2. Проведено согласование переводов с экспертным комитетом, создана предварительная русскоязычная версия опросника.

3. Выполнено два независимых обратных перевода предварительной версии на английский язык переводчиками-носителями английского языка с высшим медицинским образованием, бегло говорящими на русском языке и не принимавшими участия в предыдущих этапах языковой адаптации.

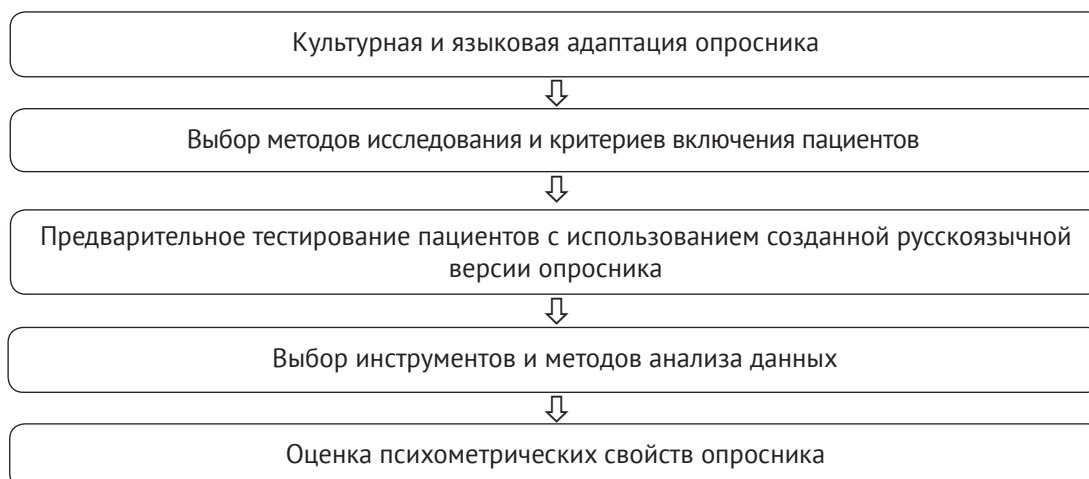
4. Проведена оценка полученного опросника экспертным комитетом, состоящим из трех независимых экспертов, владеющих русским и английским языками (один лингвист, один специалист в области медицины, один координатор от группы разработчиков).

5. Создана тест-версия опросника, проведен претестинг — пилотное тестирование 30 пациентов для оценки правдоподобности, приемлемости и ясности вопросов тест-версии опросника.

6. Проведен анализ результатов претестинга, внесения дополнительных изменений в опросник не потребовалось.

Таким образом, была получена оценочная шкала, максимально приближенная к культурным и языковым традициям, особенностям русскоязычного населения.

В исследование были включены 93 пациента с различными заболеваниями и травмами плечевого сустава (табл. 1). Среди них было 42% мужчин [95% ДИ 31,97; 52,03] и 58% женщин [95% ДИ 47,97; 68,3]; медиана возраста составила 49 лет, интерквартильный размах от 37 до 55 лет.



**Рис. 1.** Алгоритм культурной адаптации и валидации оценочной шкалы ASES

**Fig. 1.** The algorithm of cultural adaptation and validation of the ASES

**Таблица 1**  
**Структура патологических состояний**  
**плечевого сустава**

Диагноз	Доля пациентов (% от выборки)	95% ДИ
Субакромиальный импинджмент синдром	46,24	[36,10; 56,37]
Разрыв вращательной манжеты	22,58	[14,08; 31,08]
Тендинопатия/ подвывих сухожилия длинной головки бицепса	12,90	[6,09; 19,72]
Артроз плечевого сустава	10,75	[4,46; 17,05]
Адгезивный капсулит	7,53	[2,16; 12,89]

**Критерии включения:**

- пациенты, давшие письменное информированное согласие на участие в исследовании,
- возраст старше 18 лет,
- наличие заболевания плечевого сустава,
- диагноз заболевания подтвержден клинически и инструментально (рентгенография, МРТ),
- свободное владение устным и письменным русским языком.

Из исследования были исключены пациенты, имеющие сопутствующую патологию локтевого сустава или кисти.

Оценка психометрических свойств опросника проводилась по следующим параметрам: надежность, валидность и чувствительность. Были изучены эффекты максимальных и минимальных значений (floor and ceiling effects) в отношении результатов исследования пациентов по шкале ASES. Надежность опросника — это способность пока-

зывать постоянные и точные измерения. Оценку надежности мы проводили путем изучения воспроизводимости опросника и вычисления коэффициента альфа Кронбаха [14]\*. Воспроизводимость опросника — это способность давать одинаковую постоянную оценку состояния одного и того же пациента при отсутствии изменений в его состоянии здоровья за определенный промежуток времени. Воспроизводимость оценивалась методом «тест-ретест». Для выполнения «теста-ретеста» было отобрано 20 пациентов (табл. 2), которым предлагалось заполнить опросник ASES при первичном обращении к травматологу-ортопеду и повторно через 7 дней. Среди них было 11 (55%) мужчин [95% ДИ 33,20; 76,80] и 9 (45%) женщин [95% ДИ 23,20; 66,80].

Выбранные пациенты в течение одной недели не отмечали изменений в состоянии плечевого сустава. Был проведен корреляционный анализ между первичными и повторными (через неделю) результатами тестирования. Полученные данные оценивали с помощью коэффициента внутриклассовой корреляции (ICC — intra-class correlation coefficient).

Валидность ASES — это показатель того, насколько точно опросник позволяет оценить качество жизни пациентов с патологией плечевого сустава. Существует несколько видов валидности: внешняя, содержательная, критериальная и конструктивная. Внешняя и содержательная валидность была оценена группой экспертов — специалистов в области травматологии и ортопедии с учетом данных литературных источников и результатов анкетирования пациентов в ходе предварительного тестирования на соответствие вопросов ASES симптоматике заболевания. При оценке конструктивной валидности проводился анализ соответствия вопросов разделам опросника и измерение валидности известных групп. Валидность известных групп оценивали путем определения наличия корреляции результатов тестирования по подшкале ASES «интенсивность болевого синдрома» с разделами опросника DASH, характеризующими ограничения пациентов в бытовой, социальной и спортивной активности.

**Таблица 2**

**Внутриклассовая корреляция**

Меры	Внутриклассовая корреляция	95% ДИ	
		Нижняя граница	Верхняя граница
Единичные	0,917	0,751	0,974
Средние	0,957	0,858	0,987

\* Коэффициент альфа Кронбаха является мерой внутренней согласованности измерительной шкалы.

Мы предположили, что пациенты с более высоким уровнем боли имеют более выраженные ограничения в бытовой и спортивной жизни и, соответственно, более низкие показатели качества жизни по общей оценке валидированного опросника DASH. При оценке критериальной валидности мы определяли, есть ли взаимосвязь результатов тестирования по исследуемой шкале с результатами тестирования по опроснику DASH. Функцию плечевых суставов у пациентов оценивали при помощи обеих шкал (ASES и DASH) в одно и то же время, затем вычисляли степень корреляции полученных баллов исследуемых опросников.

Анкета DASH состоит из 31 вопроса, ответ на каждый вопрос предполагает от 1 до 5 баллов. Итоговый ответ возможен от 0 до 100 баллов. Наименьшее количество баллов характеризует лучший функциональный результат верхней конечности. Русскоязычная версия субъективного опросника ASES выдавалась пациентами одновременно с официально утвержденным опросником DASH.

Чувствительность опросника к клиническим изменениям характеризует его способность показывать изменения баллов оценочной шкалы в соответствии с изменениями в состоянии пациентов в процессе лечения. Для оценки чувствительности мы сформировали 2 группы пациентов. В первую группу были включены 34 пациента, у которых через 6 недель лечения отмечалось статистически значимое улучшение функционального состояния плечевого сустава и качества жизни согласно результатам анкетирования по валидированному русскоязычному опроснику DASH ( $p < 0,05$ ), во вторую группу — 20 пациентов, у которых на фоне лечения значимых изменений в функциональном состоянии плечевого сустава между тестированиями не наблюдалось ( $p > 0,05$ ). Группы были сравнимы между собой по основным показателям: полу, возрасту, выраженности симптомов и функциональных нарушений. Оценку различий в функциональном состоянии плечевого сустава у пациентов до и после лечения проводили с помощью статистического анализа для двух зависимых выборок и вычисления индекса чувствительности опросника Guyatt Responsiveness Index (GRI). GRI вычислялся как отношение средних различий в баллах между тестированиями по оценочной шкале ASES в первой группе пациентов (с улучшением функционального состояния верхней конечности и качества жизни) к стандартному отклонению различий в баллах во второй группе, где существенных изменений на фоне лечения не наблюдалось.

### Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась при помощи статистической программы IBM SPSS Statistics 21 (IBM corp., USA.) Анализ соответствия вида распределения данных в выборке закону нормального распределения проводили с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Критический уровень статистической значимости принимали 5% ( $p = 0,05$ ).

При описании выборки с нормальным распределением количественные данные представили в виде  $M(s)$ , где  $M$  — среднее арифметическое значение переменных,  $s$  — стандартное отклонение (standard deviation). Центральные тенденции и дисперсии количественных признаков с распределением отличным от нормального описывали медианой ( $Me$ ) и интерквартильным размахом (25-й и 75-й процентиля). Качественные данные в нашем исследовании представлены относительными частотами с процентным выражением от общей выборки. Для каждого признака из нашей выборки мы рассчитали 95% доверительный интервал (ДИ) с указанием нижней (5%) и верхней (95%) границы. Для расчета 95% ДИ номинальных данных мы использовали метод Уилсона\*.

Сравнение количественных данных (баллов по шкале DASH и ASES) у пациентов до и после лечения проводили с помощью  $t$ -критерия Стьюдента для зависимых выборок, поскольку распределение было нормальным. Для независимых выборок различие количественных переменных оценивали с помощью  $t$ -критерия Стьюдента при нормальном распределении и  $U$ -критерия Манна–Уитни в случае распределения отличного от нормального. Сопоставление качественных признаков проводилось по таблицам сопряженности,  $\chi^2$  Пирсона.

При оценке величины и направленности корреляционной зависимости между разделами и шкалами применяли коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r$ ), поскольку распределение баллов, полученных в результате анкетирования пациентов по шкалам DASH и ASES, не подчинилось закону нормального распределения.

Для более информативного представления результатов корреляционного анализа, помимо значимости коэффициентов корреляционной связи, мы привели 95% ДИ. В целях аппроксимации точного коэффициента корреляции использовали преобразование Фишера\*\*. Вычисления ДИ выполняли в программе Microsoft Excel 2008 (Microsoft

\* Гржибовский А.М. Доверительные интервалы для частот и долей. *Экология человека*. 2008. № 5. С. 57–60.

\*\* Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера, 2002. С. 194.



corp., USA). Доверительные интервалы частот и коэффициентов корреляций представили в виде ДИ [нижняя граница; верхняя граница].

### Результаты

В процессе обратного перевода оценочной шкалы трудностей не возникло, и перевод полностью соответствовал оригинальной версии опросника с незначительными лингвистическими и культурными различиями. Вопрос о подъеме груза массой 10 фунтов выше уровня плечевого сустава был адаптирован к метрической системе — 10 фунтов заменено на 4,5 кг. Предварительное тестирование не выявило существенных недостатков в структуре и содержании опросника. Анкеты были положительно восприняты пациентами — никто из них не обнаружил трудностей при заполнении. На заполнение каждой анкеты пациенты тратили около 5 минут. Пациенты считали большинство пунктов ASES ясными и соответствующими состоянию их плечевого сустава.

В ходе культурной адаптации и валидации опросники заполнялись пациентами различных возрастов, обою пола и с различными видами патологий плечевого сустава.

Медиана баллов по ASES в общей группе из 93 пациентов составила 68,7 [32,6; 93,8], в группе пациентов, отобранных для «тест-ретест», при первичном тестировании —  $Me = 49$  [42; 55], при повторном тестировании —  $Me = 51$  [41; 58]. В группе пациентов, которые отмечали улучшение функционального состояния плечевого сустава и качества жизни на фоне лечения, до лечения —  $M = 49$  (24) баллов, после лечения —  $M = 75$  (16). В группе пациентов, где изменений на фоне лечения не отмечалось, до лечения  $M = 48$  (15) баллов, после лечения —  $M = 49$  (16).

Русскоязычная версия опросника ASES в нашем исследовании продемонстрировала высокие показатели надежности. Внутренняя согласованность достигла значения коэффициента альфа Кронбаха 0,72. «Тест-ретест» на воспроизводимость показал хорошие результаты. Общий внутриклассовый коэффициент корреляции анкеты ASES (ICC) составил 0,95 ( $p < 0,05$ ) (табл. 3).

Статистически значимых различий между общей группой исследуемых пациентов, группой из 20 пациентов, отобранных для проведения «тест-ретест», и между группами, сформированными для оценки чувствительности, по ряду качественных признаков (пол, возраст, вид па-

тологии плечевого сустава) обнаружено не было ( $p > 0,05$ ).

Критерий Стьюдента  $t$  для связанных выборок (до и после лечения) показал, что в группе пациентов с улучшением на фоне лечения отмечается статистически значимое увеличение балльной оценки по шкале ASES ( $p < 0,01$ ), в то время как в группе, где изменений в функциональном состоянии плечевого сустава и качества жизни пациентов не наблюдалось, статистически значимых изменений результатов тестирования по опроснику ASES отмечено не было ( $p > 0,05$ ). Результаты оценки изменений результатов тестирования в группе пациентов в стабильном состоянии (без изменений) и в группе пациентов с улучшением клинического состояния пациентов представлены в таблице 4.

Расчитанный индекс GRI статистически значимо отличался от нуля ( $p < 0,05$ ), его значение 2,8 говорит о высокой степени чувствительности измерительной шкалы к изменениям в функциональном состоянии пациентов с патологией плечевого сустава.

При исследовании конструктивной валидности была установлена корреляционная связь подшкалы ASES «интенсивность болевого синдрома» со следующими разделами опросника DASH: сильная (коэффициент Спирмена 0,50–0,62,  $p < 0,01$ ) — с подшкалой «степень ограничений в быту» —  $r = 0,62$  [0,47; 0,73], «степень ограничений в спорте» —  $r = 0,50$  [0,3; 0,6] и «выраженность симптомов» —  $r = 0,58$  [0,42; 0,70]. Средняя по силе корреляция (коэффициент Спирмена равен 0,4 [0,21; 0,55], ( $p < 0,05$ )) наблюдалась с подшкалой «ограничения в социальной сфере».

Таким образом, в результате корреляционного анализа мы получили подтверждение нашего предположения о наличии связи между разделом опросника ASES «интенсивность болевого синдрома» и разделами шкалы DASH, характеризующими ограничение в бытовой, социальной и спортивной активности, что отражает конструктивную валидность изучаемого опросника. Коэффициент корреляции между шкалами ASES и DASH составил -0,9 [0,85; 0,93] и демонстрирует хорошую критериальную валидность опросника ASES. Результаты тестирования по шкалам представлены в виде диаграммы рассеяния на рисунке 2.

Индекс GRI составил 2,8, что соответствует высокой степени чувствительности к изменениям в состоянии здоровья пациентов.

**АДАПТИРОВАННЫЙ НА РУССКИЙ ЯЗЫК ОПРОСНИК ASES**

1. Паспортная часть

ФИО.....  
 Возраст.....  
 Дата заполнения.....

2. Общая часть

1) Обычная профессиональная деятельность:	2) Обычный уровень спортивной активности (активные виды отдыха):
3) Бывают ли у вас ночные боли в плечевом суставе? <input type="radio"/> Да <input type="radio"/> Нет	4) Принимаете ли Вы обезболивающие препараты, такие как парацетамол (ацетоминифен), диклофенак: <input type="radio"/> Да <input type="radio"/> Нет
5) Принимаете ли Вы сильные обезболивающие препараты, такие как кодеин, трамадол или морфин? <input type="radio"/> Да <input type="radio"/> Нет	6) Если да, то сколько таблеток в сутки (обычно)?
7) Интенсивность боли?	
<input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 0 Самая сильная боль	
8) Трудно ли Вам надевать пальто? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно	9) Трудно ли Вам спать на больной стороне? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно
10) Трудно ли Вам мыть спину самостоятельно / застегивать бюстгальтер? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно	11) Трудно ли Вам пользоваться туалетом? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно
12) Трудно ли Вам причесывать волосы? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно	13) Трудно ли Вам дотянуться до высокой полки? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно
14) Трудно ли Вам поднять груз весом 4,5 кг выше уровня плечевого сустава? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно	15) Трудно ли Вам бросать мяч из-за головы? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно
16) Трудно ли Вам выполнять обычную для Вас работу? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно	17) Трудно ли Вам заниматься обычным для Вас видом спорта (активным отдыхом)? <input type="radio"/> Невозможно <input type="radio"/> Очень трудно <input type="radio"/> Затруднительно <input type="radio"/> Не трудно

Общий балл по ASES:

- Максимальное значение – 100 баллов, минимальное – 0 баллов
- Более 80 баллов – отличный результат
- 70–79 баллов – хороший результат
- 50–69 – удовлетворительный результат
- Менее 50 баллов – неудовлетворительный

Таблица 3

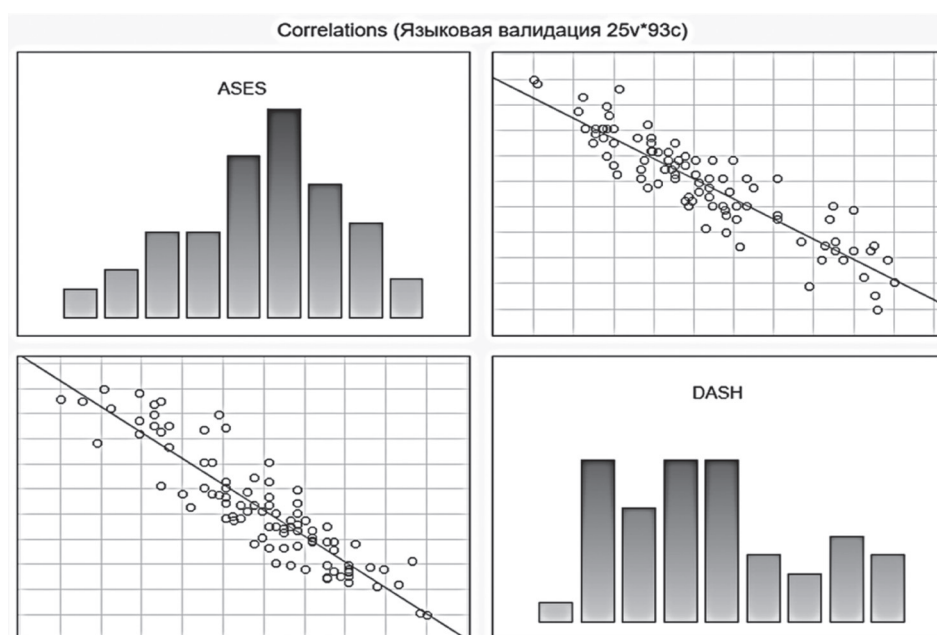
**Оценка чувствительности опросника ASES к изменениям в функциональном состоянии верхней конечности и качества жизни пациентов с патологией плечевого сустава**

Группа пациентов	Критерий парных выборок				
	M	s	95% ДИ для разности	t	p
С улучшением	13,6	25,5	[5,5; 21,9]	3,4	0,002
Без изменений	2,3	5,6	[0,3; 4,9]	1,9	0,038

Таблица 4

**Исследования культурной адаптации и валидации шкалы ASES**

Исследование	Кол-во наблюдений, n	Язык	Интервал тест-ретест, дни	Коэффициент альфа Кронбаха	Воспроизводимость ICC	Корреляция с другими шкалами, r
Piitulainen K. et al. [10]	105	Финский	14	0,88	0,83	SST 0,73
Yahia A. et al. [12]	80	Арабский	1-3	0,76	0,96	SPADI -0,80
Padua R. et al. [9]	50	Итальянский	7	0,85	0,91	DASH -0,92
Goldhahn J. et al. [6]	118	Немецкий	7	0,96	0,93	SPADI 0,92 DASH 0,84
Kocher M.R.S. et al. [18]	1066	Английский (исследование валидности)	28	0,61	0,94	-



**Рис. 2.** Диаграмма рассеяния результатов тестирования пациентов по анкетам ASES и DASH

**Fig. 2.** Scatter plot of patients' test results for ASES and DASH

## Обсуждение

ASES является одной из наиболее популярных ортопедических шкал в научном мире, предназначенных для самостоятельного заполнения пациентом [15]. Особенностью данной шкалы является простота заполнения, а также высокая чувствительность к изменениям в состоянии пациентов в результате лечения и высокая корреляционная связь с другими шкалами-опросниками для плечевого сустава [7, 16].

В данной работе проведена культурная адаптация и валидация опросника ASES на русский язык. Также проведена оценка надежности и валидности его русскоязычной версии — были выявлены высокие показатели данных параметров. В рамках работы была доказана сильная корреляционная связь со шкалой DASH (коэффициент корреляции составил  $-0,9$ ), которая отражает хорошую конструктивную и критериальную валидность опросника ASES, достаточную близость результатов применения данного опросника к культурно адаптированному и валидированному ранее опроснику DASH. Аналогичные результаты были получены в работах зарубежных коллег [6, 9, 12].

По данным литературы, если число максимальных и минимальных баллов по исследуемой шкале превышает 15%, шкалу нельзя считать состоятельной [13]. При исследовании русскоязычной версии ASES у пациентов не было выявлено максимальных и минимальных показателей, что показывает состоятельность шкалы.

Коэффициент ICC при исследовании воспроизводимости шкалы по методу «тест-ретест» считается высоким при значениях  $0,9$  и больше (в нашем исследовании —  $0,95$ ). По данным L.G. Portney, M.P. Watkins, ICC  $> 0,75$  уже является приемлемым [17]. В ранее выполненных исследованиях этот показатель был больше или равен  $0,84$ , что говорит о достаточной воспроизводимости результатов шкалы ASES при ее использовании на всех изученных языках.

Для опросников оценки качества жизни коэффициент надежности коэффициента альфа Кронбаха считают приемлемым, если его значение для групповых исследований больше или равно  $0,70$  [14]. В нашем исследовании коэффициент альфа Кронбаха составил  $0,72$ , что несколько ниже по сравнению с исследованиями по валидации данного опросника при культурной его адаптации на различные языки с сопоставимым числом наблюдений, однако выше, чем в исследовании с числом наблюдений 1066 [18]. В целом полученный уровень внутреннего постоянства опросника достаточный для подтверждения его надежности.

Адаптированная русская версия анкеты ASES обладает хорошими психометрическими свой-

ствами и может быть рекомендована к применению для оценки функционального состояния пациентов с патологией плечевого сустава и динамики изменений в процессе лечения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

### Вклад авторов

*Ильин Д.О.* — сбор материала, формирование идеи и гипотезы, формулировка научных положений.

*Макарьева О.В.* — статистический анализ материала.

*Макарьев М.Н.* — статистический анализ материала.

*Логвинов А.Н.* — анализ научных литературных источников, формирование гипотезы, формулировка научных положений.

*Магнитская Н.Е.* — анализ литературных источников, сбор материала и подготовка базы данных.

*Рязанцев М.С.* — анализ литературных источников, подготовка базы данных.

*Бурцев М.Е.* — анализ литературных источников.

*Заринов А.Р.* — сбор материала.

*Фролов А.В.* — сбор материала, формирование идеи и гипотезы, формулировка научных положений.

*Королёв А.В.* — постановка цели исследования, выбор объекта исследования, определение и формирование идеи и гипотезы, формулирование научных положений.

### Литература [References]

- Ostör A.J., Richards C.A., Prevost A.T., Speed C.A., Hazleman B.L. Diagnosis and relation to general health of shoulder disorders presenting to primary care. *Rheumatology (Oxford)*. 2005;44(6):800-805. doi: 10.1093/rheumatology/keh598.
- Ягджян Г.В., Абрамян Д.О., Геворгян А.М. Адаптация русской версии опросника DASH. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2004;(4):166-167.
- Yagjian G.V., Abrahamyan D.O., Gevorgyan A.M. [Adaptation of the Russian version of the DASH questionnaire]. [Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery]. 2004;(4):166-167. (In Russian).
- McClure P., Michener L. Measures of adult shoulder function: The American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Form Patient Self-Report Section (ASES), Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (DASH), Shoulder Disability Questionnaire, Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), and Simple Shoulder Test. *Arthritis Rheum.* 2003;49(5S):S50-58. doi: 10.1002/art.11404.
- Richards R.R., An K.-N., Bigliani L.U., Friedman R.J., Gartsman G.M., Gristina A.G. et al. A standardized method for the assessment of shoulder function.

- J Shoulder Elbow Surg.* 199;3(6):347-352. doi: 10.1016/S1058-2746(09)80019-0.
5. Çelik D., Atalar A.C., Demirhan M., Dirican A. Translation, cultural adaptation, validity and reliability of the Turkish ASES questionnaire. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(9):2184-2189. doi: 10.1007/s00167-012-2183-3.
  6. Goldhahn J., Angst F., Drerup S., Pap G., Simmen B.R., Mannion A.F. Lessons learned during the cross-cultural adaptation of the American Shoulder and Elbow Surgeons shoulder form into German. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(2):248-254. doi: 10.1016/j.jse.2007.06.027.
  7. Michener L.A., McClure P.W., Sennett B.J. American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(6):587-594. doi: 10.1067/mse.2002.127096.
  8. Moser A.D., Knaut L.A., Zotz T.G., Scharan K.O. Validity and reliability of the Portuguese version of the American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form. *Rev Bras Reumatol.* 2012;52(3):348-356.
  9. Padua R., Padua L., Ceccarelli E., Bondi R., Alvitto F., Castagna A. Italian version of ASES questionnaire for shoulder assessment: cross-cultural adaptation and validation. *Musculoskelet Surg.* 2010;94 Suppl 1:S85-90. doi: 10.1007/s12306-010-0064-9.
  10. Piitulainen K., Paloneva J., Ylinen J., Kautiainen H., Häkkinen A. Reliability and validity of the Finnish version of the American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:272. doi: 10.1186/1471-2474-15-272.
  11. Vrotsou K., Cuéllar R., Silió F., Rodriguez M.Á., Garay D., Busto G. et al. Patient self-report section of the ASES questionnaire: a Spanish validation study using classical test theory and the Rasch model. *Health Qual Life Outcomes.* 2016;14(1):147. doi: 10.1186/s12955-016-0552-1.
  12. Yahia A., Guermazi M., Khmekhem M., Ghroubi S., Ayedi K., Elleuch M.H. Translation into Arabic and validation of the ASES index in assessment of shoulder disabilities. *Ann Phys Rehabil Med.* 2011;54(2):59-72. doi: 10.1016/j.rehab.2010.12.002. (In English, French).
  13. Beaton D.E., Bombardier C., Guillemin F., Ferraz M.B. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(24):3186-3191. doi: 10.1097/00007632-200012150-00014.
  14. Cronbach L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika.* 1951;16(3):297-334.
  15. Pynsent P.B. Choosing an outcome measure. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(6):792-794.
  16. Kirkley A., Alvarez C., Griffin S. The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index. *Clin J Sport Med.* 2003;13(2):84-92.
  17. Portney L.G., Watkins M.P. Foundations of Clinical Research: Applications to Practice. 3rd ed. Pearson: Prentice Hall; 2008. 892 p.
  18. Kocher M.S., Horan M.P., Briggs K.K., Richardson T.R., O'Holleran J., Hawkins R.J. Reliability, validity, and responsiveness of the American Shoulder and Elbow Surgeons subjective shoulder scale in patients with shoulder instability, rotator cuff disease, and glenohumeral arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(9):2006-2011. doi: 10.2106/JBJS.C.01624.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Ильин Дмитрий Олегович* – канд. мед. наук, ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Макарьева Оксана Владимировна* — травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Макарьев Максим Николаевич* — травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва

*Логвинов Алексей Николаевич* — ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); аспирант кафедры травматологии, ортопедии и артрологии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

*Магнитская Нина Евгеньевна* — канд. мед. наук, ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Рязанцев Михаил Сергеевич* — канд. мед. наук, ортопед-травматолог, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Бурцев Михаил Евгеньевич* — травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва

*Зарипов Азиз Римович* — клинический ординатор, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия

#### AUTHORS' INFORMATION:

*Dmitrii O. Il'in* — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Oksana V. Makarieva* — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Maxim N. Makariev* — Orthopedic Surgeon, Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

*Aleksei N. Logvinov* — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); postgraduate student, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Nina E. Magnitskaya* — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Mikhail S. Ryazantsev* — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Mikhail E. Burtsev* — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation

*Aziz R. Zaripov* — Clinical Resident, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Фролов Александр Владимирович* — канд. мед. наук, травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); доцент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва

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

*Aleksandr V. Frolov* — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Assistant Professor, Department of Traumatology, Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

*Andrey V. Korolev* — Dr. Sci. (Med.), Chief Doctor, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

## Применение метода электромиостимуляции для профилактики венозных тромбоэмболических осложнений у раненых и пострадавших с сочетанной травмой нижних конечностей

К.Н. Николаев<sup>1</sup>, Д.Р. Ивченко<sup>2</sup>, А.В. Акимов<sup>1</sup>, Е.А. Голубов<sup>1</sup>, С.Н. Дворцовой<sup>1</sup>,  
С.В. Чевычелов<sup>1</sup>, Ю.Р. Алборов<sup>1</sup>, Е.А. Кукушкина<sup>1</sup>, В.Н. Смольянинов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

<sup>2</sup> Департамент медицинского обеспечения Федеральной службы войск Национальной гвардии РФ, Москва

<sup>3</sup> ФГКУЗ «2 военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Пятигорск

### Реферат

**Актуальность.** Раненые и пострадавшие с сочетанной травмой нижних конечностей относятся к группе очень высокого риска развития венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО), и поэтому им показано проведение комплекса мероприятий по их профилактике. Риск развития геморрагических осложнений в I–III периоды травматической болезни сдерживает многих врачей от назначения препаратов антикоагулянтного действия. При наложенном на конечность аппарате внешней фиксации (АВФ) применение методов механического ускорения кровотока (эластические бинты, компрессионный трикотаж, перемежающаяся пневмокомпрессия) технически невозможно. **Цель** — оценить эффективность и безопасность применения метода электромиостимуляции (ЭМС) для профилактики ВТЭО у пациентов с сочетанной травмой при фиксации отломков костей нижних конечностей АВФ. **Материал и методы.** Проведен анализ результатов лечения 31 пострадавшего с сочетанной травмой нижних конечностей, у которых фиксация отломков костей осуществлялась с помощью АВФ. Все пострадавшие — мужчины, средний возраст — 29,3±5,1 лет. Пациенты методом стратификационной рандомизации были распределены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту, массе тела и тяжести полученных повреждений: в основной группе ЭМС проводилась, в контрольной — нет. ЭМС проводилась с помощью прибора Veinoplus DVT по схеме: 60 мин. утром, днем и вечером. Ультразвуковое ангиосканирование сосудов (УЗАС) нижних конечностей выполнялось всем пострадавшим перед началом применения метода ЭМС и через каждые 7 дней в последующем, а также перед каждым оперативным вмешательством. Всем пациентам проводилась фармакопрофилактика ВТЭО низкомолекулярными гепаринами с последующим переходом на прием пероральных антикоагулянтов. **Результаты.** Побочных эффектов, связанных с применением метода ЭМС, а также геморрагических осложнений выявлено не было. Скорость кровотока в подколенной вене у пострадавших в основной группе, где применялась ЭМС, составила 9,7±0,7 см/сек. перед началом сеанса и 17,0±1,1 см/сек. во время проведения сеанса ( $p<0,001$ ). У пациентов основной группы ВТЭО, по данным УЗАС, выявлено не было, в контрольной группе был диагностирован тромбоз глубоких вен у 2 (13,3%), ТЭЛА — у 1 (6,7%) пострадавшего. **Заключение.** Применение метода ЭМС показало отсутствие побочных эффектов и развития геморрагических осложнений. Эффективность ЭМС при применении у пострадавших с АВФ достигается за счет статистически значимого ( $p<0,001$ ) увеличения объемного потока крови через глубокие вены нижних конечностей. Дальнейшее изучение особенностей применения метода ЭМС у раненых и пострадавших с сочетанной травмой, разработка оптимальных схем его применения в зависимости от тяжести полученных повреждений позволит минимизировать вероятность развития у них ВТЭО.

**Ключевые слова:** электромиостимуляция, сочетанная травма, тромбоз, венозные тромбоэмболические осложнения, профилактика, аппарат внешней фиксации.

Николаев К.Н., Ивченко Д.Р., Акимов А.В., Голубов Е.А., Дворцовой С.Н., Чевычелов С.В., Алборов Ю.Р., Кукушкина Е.А., Смольянинов В.Н. Применение метода электромиостимуляции для профилактики венозных тромбоэмболических осложнений у раненых и пострадавших с сочетанной травмой нижних конечностей. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):127-137. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-127-137.

**Cite as:** Nikolaev K.N., Ivchenko D.R., Akimov A.V., Golubov E.A., Dvortsevov S.N., Chevychelov S.V., Alborov Yu.R., Kukushkina E.A., Smol'yaninov V.N. [Electric Muscle Stimulation for Prevention of Venous Thromboembolism in Patients with Multiple Lower Extremity Trauma]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):127-137. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-127-137. (In Russian).

✉ Николаев Константин Николаевич / Konstantin N. Nikolaev; e-mail: sabef@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 16.12.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 05.02.2020.

## Electric Muscle Stimulation for Prevention of Venous Thromboembolism in Patients with Multiple Lower Extremity Trauma

K.N. Nikolaev<sup>1</sup>, D.R. Ivchenko<sup>2</sup>, A.V. Akimov<sup>1</sup>, E.A. Golubov<sup>1</sup>, S.N. Dvortsevoy<sup>1</sup>, S.V. Chevychelov<sup>1</sup>, Yu.R. Alborov<sup>1</sup>, E.A. Kukushkina<sup>1</sup>, V.N. Smol'yaninov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

<sup>2</sup> Department of Medical Provision of the National Guard of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> 2<sup>nd</sup> Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Pyatigorsk, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** Patients with multiple lower extremity trauma are the group of a very high risk for the development of venous thromboembolism. Therefore, they need a set of measures to prevent this complication. The risk of developing hemorrhagic complications in the I–III periods of traumatic disease prevents many physicians from prescribing anticoagulants. In addition, the application of the external fixation apparatus makes the use of mechanical blood flow acceleration (elastic bandages, compression knitwear, intermittent pneumatic compression) impossible. **The purpose of the study** is to evaluate the effectiveness and safety of electric muscle stimulation (EMS) for venous thromboembolism prevention in the patients with multiple trauma and the use of external fixation for the lower limb fractures. **Material and Methods.** The analysis of treatment results of 31 patients with multiple lower limb trauma with the use of external fixation was carried. All the patients were men with average age of 29.3±5.1 years. The patients were divided into two groups by stratified randomization. The groups were comparable by sex, age, body weight, and injury severity. The patients of main group received EMS, in control group — the authors did not use the mentioned treatment. The EMS was carried out using a Veinoplus DVT according to the scheme: 60 min morning, afternoon and evening. Vascular ultrasonography of the lower extremities was performed for all patients before EMS and then every 7 days, as well as before each surgery. All patients underwent venous thromboembolism prevention with low molecular weight heparins, followed by switching to oral anticoagulants. **Results.** Side effects associated with the use of the EMS, as well as hemorrhagic complications were not detected. The velocity of blood flow in the popliteal vein in the patients, received EMS, was 9.7 ± 0.7 cm/s before the session and 17.0±1.1 cm/s during the session ( $p<0.001$ ). According to the vascular ultrasound, no venous thromboembolism was detected in the patients underwent the EMS. Deep vein thrombosis was diagnosed in the control group in 2 (13.3%) patients, and pulmonary embolism in 1 (6.7%). **Conclusion.** The use of EMS showed the absence of side effects and the development of hemorrhagic complications. The effectiveness of the EMS in the patients with external fixation was achieved due to a statistically significant ( $p<0.001$ ) increase in the volumetric blood flow through the deep lower limb veins. The further study of the EMS in patients with multiple trauma, the development of optimal schemes for its use, depending on the severity of the injuries, will minimize the likelihood of developing venous thromboembolism in this category of patients.

**Keywords:** electric muscle stimulation, multiple trauma, thrombosis, venous thromboembolism prevention, external fixation apparatus.

### Введение

Травма является ведущей причиной смерти и инвалидности в молодом возрасте, а венозные тромбозы являются основной причиной смерти госпитализированных травматологических больных [1]. Вынужденный постельный режим или даже иммобилизация одной конечности и выключение мышечной помпы икроножных мышц приводят к снижению частоты сердечных сокращений на 13% и замедлению венозного кровотока на 47% [2]. Развитие посттравматического отека, повреждение эндотелия сосудов и изменение реологических свойств крови вследствие замедления скорости кровотока наблюдаются

у подавляющего числа раненых и пострадавших с сочетанной травмой нижних конечностей и повышает риск венозных тромбозных осложнений (ВТЭО) [3].

Пострадавшие с переломами костей таза, бедра и голени относятся к группе очень высокого риска развития ВТЭО [4]. Частота ВТЭО в этой группе в зависимости от метода и адекватности проводимой профилактики достигает 16–40% [5]. Проведение комплексной профилактики при переломах бедренной кости позволяет уменьшить число венозных тромбозов на 28,1% [6].

В соответствии с Российскими клиническими рекомендациями по диагностике, лечению



и профилактике ВТЭО, в арсенале травматологов и хирургов имеются следующие механические средства для профилактики тромбообразования: эластичные бинты, компрессионный трикотаж, перемежающаяся пневмокомпрессия, электромиостимуляция мышц нижних конечностей (ЭМС), а также системы, обеспечивающие сгибательно-разгибательные движения в голеностопных суставах [7].

У пострадавших с сочетанной травмой, в том числе с огнестрельными переломами длинных костей конечностей, в большинстве случаев фиксация отломков производится с помощью аппаратов внешней фиксации (АВФ) [8]. Несмотря на имеющиеся рекомендации по профилактике ВТЭО в травматологии и ортопедии [9], риск развития геморрагических осложнений сдерживает многих врачей от назначения раненым и пострадавшим препаратов антикоагулянтного действия. При наличии внешних металлических конструкций наложение эластичных бинтов, манжет для пневмокомпрессии или применение компрессионного трикотажа технически выполнить невозможно, поэтому, при наличии риска развития геморрагических осложнений, единственным методом профилактики ВТЭО у таких пострадавших является усиление венозного кровотока с помощью метода ЭМС. У некоторых пациентов АВФ находятся на поврежденных конечностях длительное время, иногда более года, что требует проведения комплексной пролонгированной профилактики ВТЭО в течение всего времени наличия факторов риска их развития.

Не до конца решенным вопросом является организация выполнения ультразвукового ангиосканирования (УЗАС) сосудов нижних конечностей у пострадавших с сочетанной травмой перед назначением профилактики ВТЭО, так как большинство врачей ультразвуковой диагностики на этапах эвакуации не имеют достаточного практического опыта проведения исследования у таких пациентов, а высокая нагрузка на врача позволяет выполнить исследование только у 25% нуждающихся [10].

**Цель** — оценить эффективность и безопасность применения метода ЭМС для профилактики ВТЭО у пациентов с сочетанной травмой при фиксации отломков костей нижних конечностей аппаратами внешней фиксации.

### Материал и методы

**Дизайн исследования:** двухцентровое проспективное рандомизированное.

### Пациенты

Проведен анализ результатов лечения 31 пострадавшего с сочетанной травмой нижних конечностей, получивших ранения и повреждения

при выполнении служебно-боевых задач и находившихся на лечении в ГВКГ войск национальной гвардии и 2 ВКГ войск национальной гвардии в период с 2017 по 2019 г. Все пострадавшие — мужчины, регулярно проходившие углубленное медицинское обследование и признанные годными по состоянию здоровья к прохождению военной службы по контракту. Средний возраст пациентов составил  $29,3 \pm 5,1$  лет. В случаях, когда после получения ранения (травмы) пациенты сразу направлялись в госпиталь, время их транспортировки с места происшествия составляло от 30 мин. до 10 ч., и в этот период антикоагулянтная терапия не проводилась. При эвакуации пострадавших в госпиталь из других лечебных учреждений средний срок проведенного в них стационарного лечения составлял в среднем  $7,5 \pm 1,2$  сут. В переводных эпикризах данных о проводимой антикоагулянтной терапии не было, выполненные при поступлении коагулограммы показывали состояние гиперкоагуляции различной степени выраженности.

**Критерии включения в исследование:** наличие сочетанной травмы с переломом одной или нескольких длинных костей нижних конечностей и наложенного АВФ.

**Критерии исключения:** количество баллов по шкале VSDS (Venous Segmental Disease Score)  $\geq 1$  и наличие показаний к назначению лечебных дозировок антикоагулянтов. Шкала VSDS представлена в таблице 1.

Таблица 1

### Оценочная шкала VSDS [11]

№	Обструкция	Баллы
1.	Большая подкожная вена (если тромбирована от паха до уровня ниже коленного сустава)	1
2.	Суральные вены	1
3.	Подколенная вена	2
4.	Поверхностная бедренная вена	1
5.	Глубокая вена бедра	1
6.	Общая бедренная вена	2
7.	Подвздошная вена	1
8.	Нижняя полая вена	1
	Максимальное число баллов	10

Обструкция — полная окклюзия в каком-то месте сегмента или сужение по крайней мере половины сегмента ( $>50\%$ ). Большинству сегментов присваивается один балл, но некоторые сегменты оцениваются выше в соответствии с их значимостью.

В зависимости от проведения ЭМС все пострадавшие методом стратификационной рандомизации были распределены на две группы, сопоставимые на основании гипотезы об однородности, рассчитанной с использованием критериев Лемана — Розеблатта и Смирнова, по полу,

возрасту, массе тела и тяжести полученных повреждений: в основной группе ЭМС проводилась, в контрольной — нет (табл. 2). Блок-схема дизайна исследования представлена на рисунке 1.

Характеристика повреждений костей нижних конечностей представлена в таблице 3.

Таблица 2

Характеристика пациентов и контрольной группы

Признак	Основная группа (ЭМС проводилась)	Контрольная группа (ЭМС не проводилась)
Число пострадавших	16 (51,6%)	15 (48,4%)
Возраст, лет	28,1±3,9	30,3±5,7
Масса тела, кг	84,5±5,1	79,9±4,3
Тяжесть повреждений по шкале ВПХ-П (МП) [12]	6,2±0,7	6,7±0,5
Тяжесть повреждений по шкале ISS [13]	22,3±3,9	23,9±2,7

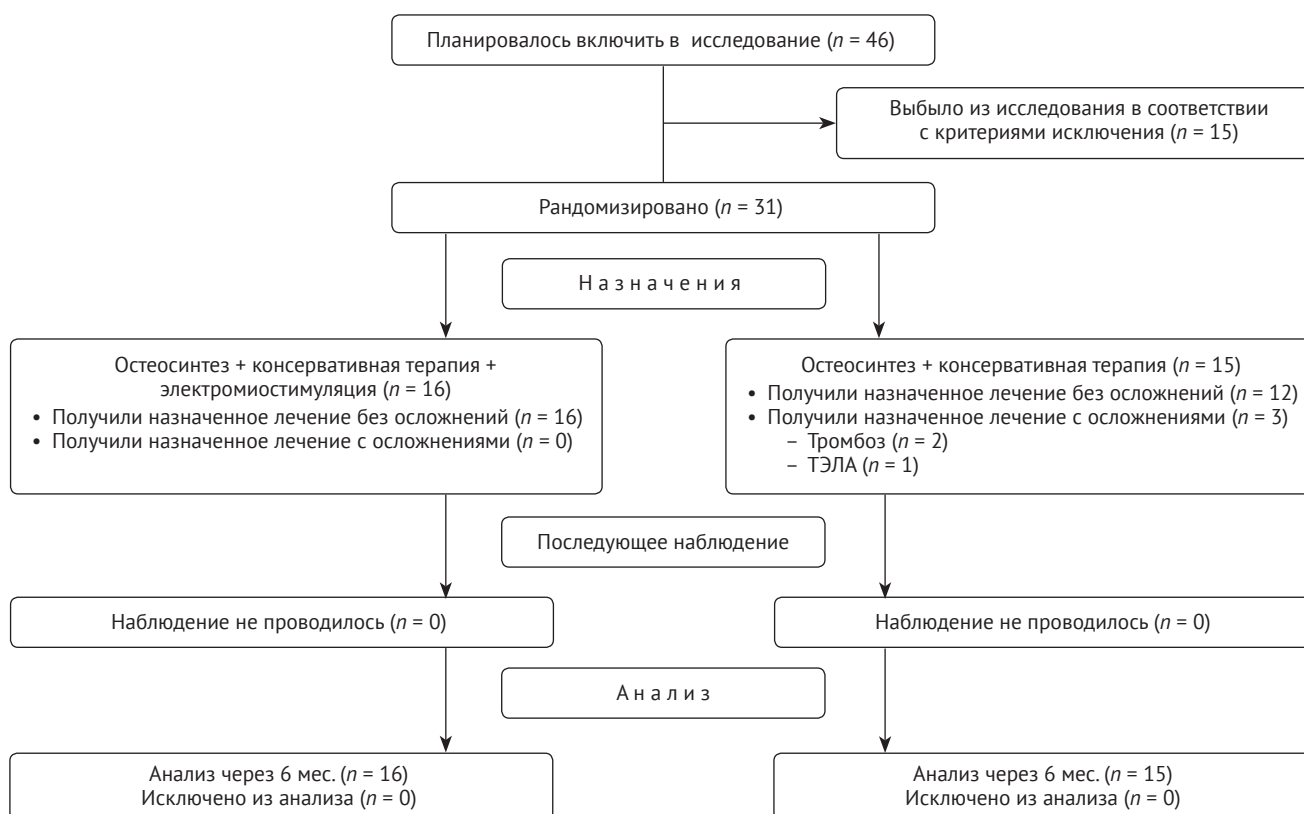


Рис. 1. Блок-схема дизайна исследования

Fig. 1. Study design flowchart

## Характеристика повреждений костей нижних конечностей

Вид	Локализация	Основная группа		Контрольная группа		Всего	
		n	%	n	%	n	%
Огнестрельный перелом	Бедренная кость	2	6,5	1	3,2	3	9,7
	Большеберцовая кость	5	16,1	4	12,9	9	29
Открытый перелом	Бедренная кость	2	6,45	2	6,45	4	12,9
	Большеберцовая кость	7	22,6	8	25,8	15	48,4
Всего		16	51,6	15	48,4	31	100

*Техника оперативного вмешательства и ЭМС*

После стабилизации перелома в АВФ 29 (93,6%) пострадавшим был выполнен интрамедуллярный или накостный остеосинтез, 2 пациента (6,4%) завершили лечение в АВФ. Число оперативных вмешательств у пострадавших обеих групп статистически значимо не отличалось и составило 1–2 вмешательства на нижних конечностях и 1–2 вмешательства на других частях тела. Срок госпитализации составил в среднем  $35,3 \pm 7,1$  дней для пациентов основной и  $36,1 \pm 6,3$  – контрольной групп. Дальнейшее наблюдение за пациентами обеих групп проводилось врачом по месту прохождения военной службы в течение полугода после выписки из стационара.

ЭМС проводилась с помощью прибора Veinoplus DVT. С целью равномерного распределения нагрузки на мышцы голени в течение суток процедура выполнялась по схеме: 60 мин. утром, днем и вечером, общей продолжительностью 180 мин. в сутки. Наличие у электродов прибора липкой фиксирующей поверхности позволяло их надежно закрепить в проекции мышц по задней поверхности голени (рис. 2).

При назначении постельного режима накладывали по одному электроду на одну голень, а после вертикализации пострадавшего в случае отсутствия повреждений одной из нижних конечностей оба электрода накладывались на поврежденную голень. Силу электрического импульса пациент определял самостоятельно путем нажатия кнопок «+» и «-» до появления ощущения легкого покалывания в области электродов. Длительность применения метода ЭМС определялась наличием факторов риска развития ВТЭО и составила в среднем  $35,3 \pm 7,1$  дней.

Технической особенностью прибора для ЭМС Veinoplus DVT является работа от одной батарейки, что делает возможным его применение в полевых условиях, при выполнении служебно-боевых задач, а также при эвакуации раненых и пострадавших.

Перед началом применения ЭМС с целью подтверждения проходимости поверхностных и глубоких вен нижних конечностей, а также выявления возможных тромботических осложнений выполнялось УЗАС сосудов нижних конечностей с помощью портативного ультразвукового сканера MicroMaxx SonoSite с линейным датчиком частотой 10–5 МГц, которое затем проводилось 1 раз в 7 дней для оценки динамики происходящих в венозном русле изменений и измерения скорости кровотока. Также УЗАС выполнялось перед каждым оперативным вмешательством.

В связи с тем, что металлоконструкция АВФ затрудняла доступ к типичным точкам визуализации сосудов нижних конечностей, были разработаны и успешно апробированы технические приемы, позволяющие осмотреть все необходимые зоны (рис. 3).



**Рис. 2.** Способ крепления электродов  
**Fig. 2.** Electrodes attachment method



**Рис. 3.** Технические приемы, применяемые при УЗАС сосудов нижних конечностей у пострадавшего с АВФ

**Fig. 3.** Vascular ultrasound techniques in the patient with lower limb external fixation

В некоторых случаях врачу ультразвуковой диагностики требовалась помощь лечащего врача.

Измерение маллеолярного периметра обеих голени проводили с помощью сантиметровой ленты на 7 см выше медиальных лодыжек. При выявлении расхождения результатов более 2 мм (т.е. не связанного с погрешностью при проведении измерения [14]) выполняли УЗАС сосудов нижних конечностей.

Всем пострадавшим обеих групп проводилась фармакопрофилактика ВТЭО низкомолекулярными гепаринами с последующим переходом на прием пероральных антикоагулянтов (ривароксабан) в рекомендованных дозировках [7, 9]. При выявлении тромботического процесса применяли лечебные дозы антикоагулянтов. Двоим пациентам контрольной группы по показаниям было выполнено исследование на наличие генетической патологии в компонентах системы гемостаза: II, V, VII факторов свертывания крови, фибриногена, PAI-1, агрегационных факторов GP1BA, ITGB3, JAK2, SELPLG.

При проведении исследования обращали внимание на появление побочных эффектов во время ЭМС — поражения кожи вследствие воздействия электрического тока в местах наложения электродов и в местах соприкосновения деталей АВФ с кожей. Для оценки степени тяжести геморрагических осложнений использовали критерии, рекомендованные комитетом по науке и стандартизации Международного общества по тромбозу и гемостазу [15].

### Оценка результатов

Оценка полученных результатов проводилась путем сравнения зарегистрированных показателей скорости венозного кровотока у пострадавших основной и контрольной групп с использованием методов статистического анализа.

### Статистический анализ

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью пакета обработки данных программы Excel 2016 (Microsoft, USA) и программы Statistica 7.0 (StatSoft, USA). Результаты представлены в виде медианы (Me) и межквартильного интервала (25–75% МКИ). Сопоставление количественных признаков между группами сравнения было рассчитано с помощью U-критерия Манна—Уитни. Различия показателей между группами считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Наложение электродов на заднюю поверхность голени при наличии АВФ не вызывало технических трудностей. Побочных эффектов, связанных с контактом электродов и деталей АВФ, выявлено не было. Результаты измерения исследуемых показателей у пострадавших обеих групп представлены в таблицах 4, 5.

Анализ полученных результатов показал статистически значимое увеличение скорости кровотока в подколенной вене во время проведения ЭМС у пострадавших основной группы ( $p < 0,001$ ) по сравнению со скоростью кровотока перед началом сеанса ЭМС на всех этапах наблюдения. Также было установлено, что до проведения ЭМС, по данным УЗАС, венозные синусы мышц голени не визуализировались, у всех пострадавших были выявлены признаки отека мягких тканей. Кровоток в венозных синусах четко регистрировался на малых скоростях через 9,1±3,7 дней после начала ЭМС. У одного пациента при УЗАС была выявлена организовавшаяся межмышечная гематома, оказывавшая компрессионное воздействие на прилежащие к ней ткани.

Среди пострадавших основной группы ВТЭО, по данным УЗАС, выявлены не были. У 2 (13,3%) пострадавших контрольной группы был выявлен ТГВ голени на стороне повреждения, у одного из них сегментарная ТЭЛА развилась на 10-е сут. после получения травмы (рис. 4).

Таблица 4

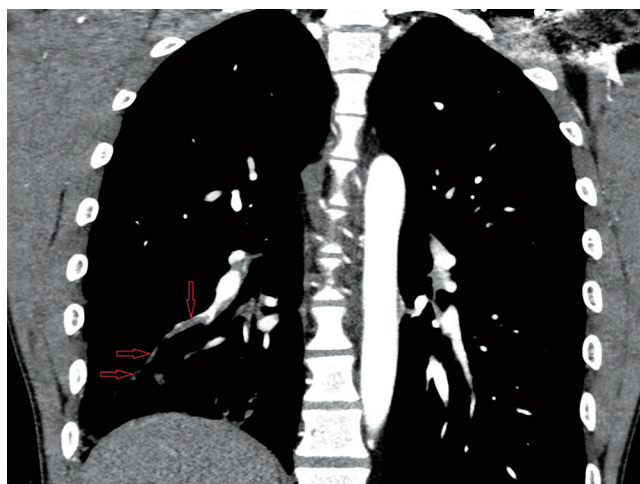
**Маллеолярный периметр, см**

Время исследования	Основная группа	Контрольная группа
До начала исследования (при поступлении)	24,2±0,5	25,2±0,5
После окончания исследования (перед выпиской)	23,8±0,3	24,5±0,3

Таблица 5

**Результаты измерения скорости кровотока в подколенной вене у пострадавших основной группы, см/сек.**

Время измерения	1-е сут.		7-е сут.		14-е сут.		21-е сут.	
	Me	МКИ	Me	МКИ	Me	МКИ	Me	МКИ
Перед началом сеанса ЭМС	9,7	9,6–9,9	9,8	9,6–10,0	9,8	9,6–9,9	9,9	9,7–10,1
Во время сеанса ЭМС	17	16,8–17,2	17,1	16,9–17,3	17,1	16,9–17,3	17,2	17,0–17,4
Через 15 мин. после сеанса ЭМС	12,1	11,9–12,3	12,2	12,0–12,4	12,2	12,0–12,4	12,3	12,1–12,5



**Рис. 4.** КТ-признаки ТЭЛА сегментарных ветвей правой легочной артерии — неокклюзирующий тромбоз S8 и S9 сегментарных ветвей правой легочной артерии. Тромбы указаны стрелками

**Fig. 4.** CT signs of pulmonary embolism in segmental branches of the right pulmonary artery — non-occlusive thrombosis of S8 and S9 segmental branches of the right pulmonary artery. The blood clots indicated by arrows

Контроль показателей свертываемости крови при применении рекомендованных производителями лечебных дозировок антикоагулянтов у 2 пострадавших с ТГВ выявил незначительное повышение международного нормализованного отношения до 1,3 и активированного частичного тромбопластинового времени — до 44 сек., не достигающих целевых значений [7]. Повышение доз препаратов антикоагулянтного действия у этих

пациентов не проводилось в связи с высоким риском развития геморрагических осложнений.

Результаты исследования врожденных тромбофилий у этих пациентов выявили мутацию в гене фибриногена (FGB 455 G>A), повышающую концентрацию фибриногена в плазме крови, у одного больного. У другого выявили гомозиготную мутацию PAI-1, снижающую уровень фибринолитической активности, а также мутацию тромбоцитарного рецептора фибриногена (L33P, T>C), повышающую агрегационную способность тромбоцитов.

Субъективная оценка цвета кожных покровов голени на стороне повреждения у пострадавших основной группы установила его изменение с бледного до розового на 11,3±0,7 сут.

Наблюдение за пациентами в течение полугода после выписки из стационара показало отсутствие тромботических осложнений.

**Обсуждение**

ЭМС является относительно молодым методом профилактики ВТЭО. Хронологические аспекты разработки и внедрения метода ЭМС подробно описаны В.Ю. Богачевым с соавторами [16]. Доказана эффективность применения ЭМС для ускорения венозного кровотока [17], при комплексном лечении посттромботической болезни, хронической венозной и артериальной недостаточности, трофических язв [12, 18, 19], для снижения количества ВТЭО у пациентов хирургического и травматологического профиля в послеоперационном периоде [20, 21, 22], при лечении изолированных переломов костей голени [1], а также для профилактики послеоперационной атрофии мышц [23].

Поиск публикаций, посвященных применению метода ЭМС при сочетанной травме, в базе данных PubMed с 2000 по 2019 г. по ключевым словам «electromuscular stimulation» и «electrical muscle stimulation» выявил 247 работ, но ни одна из них не была посвящена профилактике ВТЭО после сочетанной травмы. Также отсутствуют метаанализы по изучаемому вопросу. Поиск в базе данных eLIBRARY показал, что вопросу профилактики ВТЭО с применением ЭМС у хирургических больных в научной литературе уделяется большее внимание [24, 25], несмотря на то, что у пострадавших травматологического профиля во многих случаях имеется более высокий риск их развития. Единственное исследование, проведенное у пациентов травматологического профиля, которое нам удалось найти, посвящено применению ЭМС при изолированной травме голени [1].

Большинство исследователей считают целесообразным применение механических методов (компрессионного трикотажа и перемежающейся пневмокомпрессии) для профилактики ВТЭО. Однако данные об изменении скорости кровотока при их применении приводятся лишь в нескольких работах. R. Jamieson с соавторами установили, что скорость кровотока в общей бедренной вене в покое составляла 10 см/сек., а через 30 мин. после снятия компрессионных чулок с силой компрессии 18 мм рт. ст. — 13,9 см/сек. [26]. При применении метода перемежающейся пневмокомпрессии скорость кровотока увеличивается в 2,5–3,0 раза: с 12 см/сек. до 33–68 см/сек. в зависимости от модели используемого прибора, однако такие высокие показатели приводили к изменению и других характеристик кровотока [27].

Э.В. Аленчева с соавторами установили, что частота повреждения кожных покровов в виде гиперемии, трофических нарушений и сухих некрозов при применении компрессионного трикотажа и перемежающейся пневмокомпрессии достигает 5,9% [28]. В нашем исследовании при применении ЭМС таких побочных эффектов не было выявлено.

Организация эффективной профилактики ВТЭО у пострадавших с сочетанной травмой требует согласованных действий и взаимопонимания реаниматологов, травматологов, сосудистых хирургов и врачей ультразвуковой диагностики всех стационаров, где проводится лечение, а также преемственности в проведении профилактических и лечебных мероприятий. В результате нашего исследования была не только установлена эффективность ЭМС для профилактики ВТЭО у пострадавших с сочетанной травмой нижних конечностей, но и выявлены важные практические и организационные особенности выполнения УЗАС этой категории пациентов. Так, серьезными орга-

низационными вопросами, затрудняющими выполнение исследования, явились необходимость транспортировки пострадавшего в кабинет УЗИ, находящийся в соседнем корпусе (при отсутствии возможности использования портативного сканера), и связанная с этим опасность миграции тромботических масс при перекладывании пациента, а также необходимость выделения врачу ультразвуковой диагностики времени для проведения внепланового исследования.

Необходимо отметить, что некоторым пострадавшим после сочетанной травмы нижних конечностей было показано выполнение плановых ортопедических вмешательств на крупных суставах. Учитывая, что вопрос о выборе оптимальной схемы профилактики ВТЭО, минимизирующей риск возникновения геморрагических осложнений, некоторые авторы считают дискуссионным [29], целесообразно рассмотрение вопроса о возможности продления сроков применения ЭМС у таких пациентов до завершения ортопедического этапа лечения.

При использовании ЭМС в стационарных условиях, особенно у пациентов с длительным постельным режимом, в некоторых случаях возникали затруднения, связанные с поиском и заменой источника питания. Появление модификации прибора для ЭМС с питанием от электрической сети позволило бы исключить возможность пропуска запланированных процедур, связанных с заменой элементов питания.

*Ограничения исследования:*

1) относительно небольшое число наблюдений, обусловленное снижением интенсивности и количества служебно-боевых задач, связанных с риском получения ранения (повреждения) и, как следствие, уменьшение числа раненых (пострадавших), соответствующих критериям включения в исследование;

2) госпитали, в которых проводилось исследование, не работают в системе ОМС;

3) исследование на наследственные тромбофилии проводилось только пострадавшим с диагностированным ТГВ нижних конечностей.

Применение метода ЭМС показало отсутствие побочных эффектов и развития геморрагических осложнений. Эффективность ЭМС у пострадавших с АВФ достигается за счет статистически значимого ( $p < 0,001$ ) увеличения объемного потока крови через глубокие вены нижних конечностей. Дальнейшее изучение особенностей применения метода ЭМС у раненых и пострадавших с сочетанной травмой, разработка оптимальных схем его применения в зависимости от тяжести полученных повреждений позволят минимизировать вероятность развития у них ВТЭО.

## Благодарность

Авторы благодарят начальника травматологического отделения ГВКГ войск национальной гвардии Катаргина Н.Г., врачей-травматологов Алаторцева А.В. и Голобурдина Д.Ю. за помощь в подготовке статьи.

## Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Исследование получило одобрение локального этического комитета.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

## Литература [References]

- Оболенский В.Н., Карпенко А.В. Непрямая электроимпульсная миостимуляция и ее значение в лечении больных с переломами костей голени. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2015;(4):21-25.  
Obolensky V.N., Karpenko A.V. [Indirect electropulse myostimulation and its significance in the treatment of patients with fractures of the shin bone]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2015;(4): 21-25. (In Russian).
- Broderick B.J., O'Briain D.E., Breen P.P., Kearns S.R., O'laighin G. A pilot evaluation of a neuromuscular electrical stimulation (NMES) based methodology for the prevention of venous stasis during bed rest. *Med Eng Phys*. 2010;32(4):349-355. doi: 10.1016/j.medengphy.2010.01.006.
- Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.Ф., Миннулин И.П. Минно-взрывная травма. Гл. 5. СПб.: Альд; 1994. с. 184-212.  
Nechaev E.A., Gritsanov A.I., Fomin N.F., Minnulin I.P. [Mino-explosive injury]. St. Petersburg: Ald; 1994. Ch. 5. p. 184-212. (In Russian).
- Стойко Ю.М., Замятин М.Н. Специфическая профилактика тромбозных осложнений у пациентов с высоким и очень высоким риском. *Трудный пациент*. 2007;5(6-7):35-38.  
Stoiko Yu.M., Zamyatin M.N. [Specific prevention of thromboembolic complications in patients with high and very high risk]. *Trudnyy patsient* [Difficult Patient]. 2007;6-7(5):35-38. (In Russian).
- Дулаев А.К., Цед А.Н., Джусоев И.Г. Опыт применения прямых пероральных антикоагулянтов после интрамедуллярного остеосинтеза при переломах бедренной и большеберцовой костей в условиях травматологического стационара. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(4):99-103.  
Dulaev A.K., Tsed A.N., Dzhusoev I.G. [Use of oral anticoagulants after intramedullary nailing of femur and tibial fractures in trauma department]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2014;(4):99-103. (In Russian).
- Зубрицкий В.Ф., Колтович А.П., Николаев К.Н., Капустин С.И., Дворцовой С.Н., Варданян А.В., Бородин И.А. Профилактика венозных тромбозных осложнений у раненых с огнестрельными переломами бедренной кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2015;(3):60-65.  
Zubritsky V.F., Koltovich A.P., Nikolaev K.N., Kapustin S.I., Dvortsevoj S.N., Vardanyan A.V., Borodin I.A. [Prevention of venous thromboembolic complications in the wounded with gunshot fractures of the femur]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2015;(3):60-65. (In Russian).
- Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозных осложнений. *Флебология*. 2015;(4-2):2-52. [Russian clinical recommendations for diagnosis, treatment and prevention of venous thromboembolic events]. *Flebologiya* [Phlebology]. 2015;(4-2):2-52. (In Russian).
- Шаповалов В.М., Хоминец В.В. Особенности применения внешнего и последовательного остеосинтеза у раненых с огнестрельными переломами длинных костей конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(1):7-13.  
Shapovalov V.M., Khominets V.V. [Features of using external and sequential osteosynthesis in casualties with gunshot fractures of long bones]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2010;(1):7-13. (In Russian).
- Профилактика венозных тромбозных осложнений в травматологии и ортопедии. Российские клинические рекомендации. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(1, приложение):2-24. [Prevention of venous thromboembolic complications in traumatology and orthopedics. Russian clinical guidelines, ed. Mironov S.P., Kirienko A.I., Skoroglyadov A.V.]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012;(1, Suppl.):2-24. (In Russian).
- Петров А.Н., Борисов М.Б., Денисенко В.В., Ганин Е.В., Семенов Е.А., Коскин В.С., Самохвалов И.М. Профилактика острых тромбозных осложнений у пострадавших с многоэтапным хирургическим лечением сочетанной скелетной травмы. *Скорая медицинская помощь*. 2016;17(2):42-48.  
Petrov A.N., Borisov M.B., Denisenko V.V., Ganin E.V., Semenov E.A., Koskin V.S., Samokhvalov I.M. [Prevention of acute thromboembolic events in patients with multistage surgical treatment was combined skeletal trauma]. *Skoraya meditsinskaya pomoshch'* [Emergency medical care]. 2016;17(2):42-48. (In Russian).
- Rutherford R.B., Padberg F.T., Comerota A.J., Kistner R.L., Meissner M.H., Moneta G.L. Venous severity scoring: An adjunct to venous outcome assessment. *J Vasc Surg*. 2000;31:1307-1312. doi: 10.1067/mva.2000.107094.
- Самохвалов И.М., Бадалов В.И., Суворов В.В. Медицинская сортировка раненых и объективная оценка тяжести травмы. Режим доступа: [http://www.vmeda.org/docfiles/ukazaniya\\_po\\_vph\\_2013.pdf](http://www.vmeda.org/docfiles/ukazaniya_po_vph_2013.pdf).  
Samokhvalov I.M., Badalov V.I., Suvorov V.V. [Medical sorting of the wounded and objective assessment of the injury severity]. Available from: [http://www.vmeda.org/docfiles/ukazaniya\\_po\\_vph\\_2013.pdf](http://www.vmeda.org/docfiles/ukazaniya_po_vph_2013.pdf). (In Russian).
- Copes W.S., Champion H.R., Sacco W.J., Lawnick M.M., Keast S.L., Bain L.W. The Injury Severity Score revisited. *J Trauma*. 1988;28(1):69-77. doi: 10.1097/00005373-198801000-00010.

14. Рыжкин В.В., Лобастов К.В., Воронцова А.В., Счастливцев И.В., Баринов В.Е., Наумов Е.К., Лаберко Л.А. Клиническая эффективность электрической стимуляции мышц голени в комплексном лечении посттромботической болезни. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2017;23(3):73-81. Ryzhkin V.V., Lobastov K.V., Vorontsova A.V., Schastlivtsev I.V., Barinov V.E., Naumov E.K., Laberko L.A. [Clinical efficacy of electric stimulation of crural muscles in comprehensive treatment of post-thrombotic disease]. *Angiologia i sosudistaya chirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2017;3(23):73-81. (In Russian).
15. Schulman S., Angerås U., Bergqvist D., Eriksson B., Lassen M.R., Fisher W. Definition of major bleeding in clinical investigations of antihemostatic medicinal products in surgical patients. *J Thromb Haemost*. 2010;8(1):202-204. doi: 10.1111/j.1538-7836.2009.03678.x.
16. Богачев В.Ю., Голованова О.В., Кузнецов А.Н., Шекоян А.О. Электростимуляция — новый метод лечения хронической венозной недостаточности нижних конечностей. *Флебология*. 2010;4(1):22-27. Bogachev V.Yu., Golovanova O.V., Kuznetsov A.N., Shekoian A.O. [Electromuscular stimulation: a new method for the treatment of chronic venous insufficiency in the lower extremities]. *Flebologiya* [Phlebology]. 2010;4(1):22-27. (In Russian).
17. Griffin M., Nicolaidis A.N., Bond D., Geroulakos G., Kalodiki E. The efficacy of a new stimulation technology to increase venous flow and prevent venous stasis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2010;40(6):766-771. doi: 10.1016/j.ejvs.2010.06.019.
18. Bogachev V.Yu., Golovanova O.V., Kuznetsov A.N., Shekoian A.O., Bogacheva N.V. Electromuscular stimulation with VEINPLUS® for the treatment of chronic venous edema. *Int Angiol*. 2011;30(6):567-590.
19. Abraham P., Mateus V., Bieuzen F., Ouedraogo N., Cisse F., Leftheriotis G. Calf muscle stimulation with the Veinoplus device results in a significant increase in lower limb inflow without generating limb ischemia or pain in patients with peripheral artery disease. *J Vasc Surg*. 2013;57(3):714-719. doi: 10.1016/j.jvs.2012.08.117.
20. Czynny J.J., Kaplan R.E., Wilding G.E., Purdy C.H., Hirsh J. Electrical foot stimulation: a potential new method of deep venous thrombosis prophylaxis. *Vascular*. 2010;18(1):20-27.
21. Broderick B.J., Breathnach O., Condon F., Masterson E., O'laighin G. Haemodynamic performance of neuromuscular electrical stimulation (NMES) during recovery from total hip arthroplasty. *J Orthop Surg Res*. 2013;8:3. doi: 10.1186/1749-799X-8-3.
22. Lobastov K., Barinov V., Laberko L., Obolensky V., Boyarintsev V., Rodoman G. Electrical calf muscle stimulation with Veinoplus device in postoperative venous thromboembolism prevention. *Int Angiol*. 2014;33(1):42-49.
23. Hasegawa S., Kobayashi M., Arai R., Tamaki A., Nakamura T., Moritani T. Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011;21(4):622-630. doi: 10.1016/j.jelekin.2011.01.005.
24. Лобастов К.В., Бармотин Н.А., Баринов В.Е., Оболенский В.Н., Асратян С.А., Лаберко Л.А., Бояринцев В.В. Гемодинамическая и клиническая эффективность электро-мышечной стимуляции венозного оттока в профилактике послеоперационных венозных тромбозных осложнений. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2013;19(2):84-91. Lobastov K.V., Barmotin N.A., Barinov V.E., Obolensky V.N., Asratyan S.A., Laberko L.A., Boyarintsev V.V. [Haemodynamic and clinical efficacy of electric muscular stimulation of the venous outflow in prevention of postoperative venous thromboembolic complications]. *Angiologia i sosudistaya chirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2013;19(2):84-91. (In Russian).
25. Ахтямов И.Ф., Колесников М.А., Шигаев Е.С., Зиатдинов Б.Г., Гатина Э.Б., Короткова О.С. Первый опыт сочетанной тромбопрофилактики при артропластике нижних конечностей: перспективы и варианты использования. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(1):98-103. doi: 10.21823/2311-2905-2012-0-1-118-123. Akhtyamov I.F., Kolesnikov M.A., Shigaev E.S., Ziatdinov B.G., Gatina E.B., Korotkova O.S. [A primary test of combined thromboprophylaxis at lower extremities arthroplasty: aspects and variants of usage]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012;(1):98-103. doi: 10.21823/2311-2905-2012-0-1-118-123. (In Russian).
26. Jamieson R., Calderwood C.J., Greer I.A. The effect of graduated compression stockings on blood velocity in the deep venous system of the lower limb in the postnatal period. *BJOG*. 2007;114(10):1292-1294. doi: 10.1111/j.1471-0528.2007.01421.x.
27. Griffin M., Kakkos S.K., Geroulakos G., Nicolaidis A.N. Comparison of three intermittent pneumatic compression systems in patients with varicose veins: a hemodynamic study. *Int Angiol*. 2007;26(2):158-164.
28. Аленчева Э.В., Лобастов К.В., Баринов В.Е., Брехов В.И., Журавлев С.В. Интермиттирующая пневматическая компрессия в составе комплексной профилактики послеоперационных венозных тромбозных осложнений у хирургических пациентов с чрезвычайно высоким риском их возникновения. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2018;1(2):121-130. Alencheva E.V., Lobastov K.V., Barinov V.E., Brekhov V.I., Zhuravlev S.V. [Intermittent pneumatic compression in combined prophylaxis of postoperative venous thromboembolism in high-risk patients]. *Kremlevskaya medicina. Klinicheskij vestnik* [The Kremlin medicine. Clinical Bulletin]. 2018;1(2):121-130. (In Russian).
29. Касимова А.Р., Божкова С.А., Тихилов Р.М., Сараев А.В., Петухов А.И., Журавков А.А., Арефьева А.Н. Влияние фармакологической тромбопрофилактики, турникета и дренирования на геморрагические осложнения в ранние сроки после эндопротезирования коленного сустава: предварительные результаты. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):70-80. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-70-80. Kasimova A.R., Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Saraev A.V., Petukhov A.I., Zhuravkov A.A., Arefyeva A.N. [The effect of pharmacological thromboprophylaxis, tourniquet and drainage on hemorrhagic complications in the early stage after knee arthroplasty: preliminary results]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2019;25(3):70-80. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-70-80. (In Russian).



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Николаев Константин Николаевич* — канд. мед. наук, помощник начальника госпиталя по научно-методической работе, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Ивченко Дмитрий Романович* — канд. мед. наук, главный хирург, Департамент медицинского обеспечения Федеральной службы войск Национальной гвардии РФ, Москва

*Акимов Андрей Вячеславович* — начальник отделения сосудистой хирургии, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Голубов Евгений Александрович* — начальник отделения сердечно-сосудистой хирургии, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Дворцевой Сергей Николаевич* — канд. мед. наук, начальник отделения ультразвуковой диагностики, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Чевычелов Сергей Владимирович* — старший врач ультразвуковой диагностики, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Алборов Юрий Роландович* — врач сердечно-сосудистый хирург, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Кукушкина Елена Анатольевна* — канд. мед. наук, начальник рентгеновского отделения компьютерной и магнитно-резонансной томографии, ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Балашиха

*Смолянинов Виталий Николаевич* — начальник общехирургического отделения – ведущий хирург, ФГКУЗ «2 военный клинический госпиталь войск Национальной гвардии РФ», г. Пятигорск

## AUTHORS' INFORMATION:

*Konstantin N. Nikolaev* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Chief of Hospital for Scientific Research, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

*Dmitriy R. Ivchenko* — Cand. Sci. (Med.), Chief Surgeon, Department of Medical Provision of the National Guard of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

*Andrey V. Akimov* — Chief of Vascular Surgery Department, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

*Evgeniy A. Golubov* — Chief of Cardiovascular Surgery Department, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

*Sergey N. Dvortsevov* — Cand. Sci. (Med.), Chief of Ultrasound Department, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russia

*Sergey V. Chevychelov* — Senior Physician of Ultrasound Department, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

*Yuriy R. Alborov* — Cardiovascular Surgeon, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

*Elena A. Kukushkina* — Cand. Sci. (Med.), Chief of CT and MRI Radiology Department, Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Balashikha, Russian Federation

*Vitaliy N. Smol'yaninov* — Chief of General Surgery Department – Leading Surgeon, 2<sup>nd</sup> Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation, Pyatigorsk, Russian Federation

## Влияние компонентов на основе ионов лантаноидов и кальция на плотность костной ткани при переломе бедренной кости у животных

И.Ф. Ахтямов<sup>1</sup>, Ф.В. Шакирова<sup>2</sup>, Д.А. Коробейникова<sup>2</sup>, Хань Хао Чжи<sup>1</sup>, Р.И. Садыков<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань, Россия

<sup>3</sup> ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7», г. Казань, Россия

### Реферат

**Цель исследования** — оценить изменения плотности костной ткани в области перелома при интрамедуллярном остеосинтезе на фоне локального введения компонентов на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция в эксперименте. **Материал и методы.** Исследования были проведены на 45 самцах крыс в трех равных по количеству и сравнимых группах. В контрольной группе эксперимент проведен без стимуляции репаративного процесса, в первой группе исследования были введены компоненты на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция, во второй группе — введены компоненты с содержанием этидронатов и кальция (без ионов лантаноидов). В опытных группах проводилось двукратное введение препаратов в зону перелома бедренной кости. В ходе исследования вели ежедневное клиническое наблюдение и определяли плотность кортикальной пластинки в зоне перелома бедренной кости крыс с помощью компьютерной томографии. **Результаты.** При введении этидронатов ионов лантаноидов и кальция была возможна более ранняя опора на оперируемую конечность. При введении данных компонентов плотность кортикальной пластинки на ранних сроках была статистически значимо выше на 20%, чем в контрольной группе, и на 24% больше, чем у животных в группе с введением этидронатов и кальция без ионов лантаноидов. К 30-м суткам плотность кортикальной пластинки в группе, где вводили компоненты с содержанием ионов лантаноидов, была выше на 37%, чем в двух других группах. **Заключение.** Выявлено положительное влияние исследуемых компонентов на формирование регенерата у крыс. Данные проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что параоссальное применение компонентов на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция сопровождается формированием в зоне остеотомии кортикальной пластинки с наиболее высокими показателями плотностных характеристик, а нормализация этих показателей в данной группе происходила быстрее, чем в группе с введением компонентов на основе этидронатов и кальция без содержания ионов лантаноидов.

**Ключевые слова:** остеорегенерация, минеральная плотность костной ткани, модель перелома бедренной кости, интрамедуллярный остеосинтез, ионы лантаноидов, кальций.

Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Коробейникова Д.А., Хань Хао Чжи, Садыков Р.И. Влияние компонентов на основе ионов лантаноидов и кальция на плотность костной ткани при переломе бедренной кости у животных. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):138-146. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-138-146.

**Cite as:** Akhtyamov I.F., Shakirova F.V., Korobeynikova D.A., Han Hao Zhi, Sadykov R.I. [Effect of Preparations Based on Lanthanide Ions and Calcium on the Bone Density in Rats with a Femur Fracture]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):138-146. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-138-146. (In Russian).

Ахтямов Ильдар Фуатович / Ildar F. Akhtyamov; e-mail: yalta60@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 13.07.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 22.10.2019.

## Effect of Preparations Based on Lanthanide Ions and Calcium on the Bone Density in Rats with a Femur Fracture

I.F. Akhtyamov<sup>1</sup>, F.V. Shakirova<sup>2</sup>, D.A. Korobeynikova<sup>2</sup>, Han Hao Zhi<sup>1</sup>, R.I. Sadykov<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup> Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine, Kazan, Russian Federation

<sup>3</sup> City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russian Federation

### Abstract

**Purpose of the study** — to evaluate bone density at the femur fracture site with local introduction of preparations based on etidronate lanthanide ions and calcium in the experiment. **Materials and Methods.** The experiment included 45 male rats divided into three comparable groups equal in quantity. The experiment in control group was performed without stimulation of bone formation, preparation based on etidronate lanthanide ions and calcium were introduced to the animals of the first group and preparation containing etidronate and calcium (without lanthanide ions) were used in the second group. Preparation was introduced twice at the site of femoral fracture in the study groups of animals. The authors performed daily clinical monitoring and measured the density of the cortical bone at the fracture site using computer tomography. **Results.** Earlier support on the operated limb was observed after introduction of etidronate lanthanide ions and calcium. In the respective study group after introduction of the preparation the authors reported statistically significant 20% higher cortex density at earlier terms in contrast to the control group, and 24% higher density as compared to group with introduction of etidronates and calcium (without lanthanide ions). By day 30 cortical plate density in the group with introduction of preparation based on lanthanide ions was statistically significantly higher at 37% as compared to two other groups. **Conclusion.** The authors observed a positive effect of studied preparations on bone regenerate formation in rats. Data of the present research allows to conclude that periosteal introduction of preparations based on etidronate lanthanide ions and calcium at the osteotomy site provides formation of a cortical plate with improved density properties, and normalization of density indicators in the present group occurred in earlier terms than in the group with preparation based on etidronates and calcium (without lanthanide ions).

**Keywords:** bone regeneration, bone density, rat femur fracture, intramedullary osteosynthesis, bone regeneration, calcium, lanthanide ions.

### Введение

Известно, что травма или хирургическое вмешательство оказывает неблагоприятный эффект как на микроциркуляторные показатели, так и на иммунную систему, что может привести к развитию различных осложнений, в том числе и к нарушению репаративных процессов костной ткани [1]. Тяжесть патологии объясняется сочетанием костной травмы с дефектом мягких тканей, смещением отломков, нарушением кровоснабжения, что обуславливает развитие воспалительных осложнений и большого количества несращений [2, 3, 4], ложных суставов и посттравматических дефектов тканей [5, 6]. Комбинация трех и более предрасполагающих факторов позволяет отнести пострадавшего в группу риска и является показанием к стимуляции остеорепаляции [7].

Перспективы существенного улучшения результатов лечения пациентов с повреждениями и заболеваниями костей только путем совершенствования методов репозиции и фиксации костных отломков в настоящее время практически исчерпаны [8]. В попытках воздействовать на эти процессы применяются различные материалы,

обладающие osteoconductive (свойство материала служить каркасом для вновь образующейся костной ткани [9, 10, 11]) и osteoinductive (поддержание пролиферации недифференцированных мезенхимальных клеток и формирование клеток в остеобласты при помощи факторов роста кости [10, 12]) свойствами: аутотрансплантаты, материалы, содержащие факторы роста, стимулирующие процессы пролиферации и дифференцировки остеогенеза костной ткани и выполняющие роль матрицы, вдоль которой происходит образование кости [8].

Одним из таких материалов является биокомпозитный материал «ЛитАр». Исследования были проведены на собаках с формированием полуциркулярного дефекта большеберцовой кости, который заполняли коллаген-апатитовой губкой «ЛитАр». Было обнаружено, что данный материал способствует активации эндостального, интермедиарного и периостального остеогенеза [13]. Также при локальном введении в индуцированный дефект бедренной кости у крыс композиционного материала под названием «Матрибон» (синтетический гидроксипатит и хитозановый гель, содержащий био-

регулятор), наблюдали активную репарацию кости с восстановлением морфологически нормального костного матрикса, плотной костной ткани [11]. В настоящее время широко применяются кальций-фосфатные соединения. Группой ученых было проведено сравнительное исследование, в котором у лабораторных беспородных крыс формировали дефект большеберцовой кости и помещали в полученный дефект кальций-фосфатные соединения: КоллапАн, Остим, Хронос, Церосорб. Было установлено, что наиболее быстрое формирование и ремоделирование костной мозоли происходит при имплантации КоллапАна [14].

Большой интерес представляет воздействие бисфосфонатов на процессы регенерации костной ткани. До недавнего времени считалось, что бисфосфонаты не влияют непосредственно на формирование костной ткани, а увеличивают костный баланс, просто ингибируя резорбцию кости. Однако результаты новых исследований показывают, что это не совсем так [15, 16, 17]. Бисфосфонаты способны создавать прочные связи с кристаллами гидроксиапатита благодаря селективной адсорбции на минеральной поверхности кости, при этом выступают как ингибитор костной резорбции *in vivo* [18]. На клеточном уровне было показано, что бисфосфонаты *in vitro* увеличивают пролиферацию остеобластов [19, 20].

В настоящее время обсуждается возможность местного применения бисфосфонатов как изолированно, так и в комбинации с другими компонентами [21]. В экспериментах на животных было показано увеличение остеогенеза вокруг имплантатов при локальном использовании раствора бисфосфоната, и это представляет большой интерес, так как выявленное увеличение остеоинтеграции на границе «имплантат-кость» превосходит подобное явление при системном применении бисфосфонатов [21]. Однако выявлено, что бисфосфонаты в качестве раствора не способны удерживаться в зоне травмы продолжительно [22, 23].

С целью удержания компонентов в месте их введения в нашем исследовании использовались лантаноиды. Они способны в условиях pH организма образовывать коллоиды и гидроксиды. Переход лантаноида из растворенного, ионного состояния в состояние коллоида приводит к изменению величины всасывания и проникновения через биологические барьеры, снижению выделения из организма и образованию особо прочной связи с внутренними органами и тканями вследствие коллоидальной адсорбции [24].

**Цель исследования** — оценка изменения плотности костной ткани в области перелома при интрамедуллярном остеосинтезе на фоне локального введения компонентов на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция в эксперименте.

## Материал и методы

### Дизайн исследования

Данная работа представляет собой проспективное исследование. Исследование проводили в 2017–2019 гг. на кафедре хирургии, акушерства и патологии мелких животных ФГБОУ ВО «Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана». Все исследования проводились согласно требованиям «Европейской Конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (1986).

Животные содержались в одинаковых условиях и получали одинаковый рацион.

### Материал

В качестве экспериментальной модели брали самцов беспородных белых крыс в количестве 45 особей, массой тела  $334,9 \pm 22,3$  г, в возрасте 5–6 мес. Исследование было одобрено Локальным этическим комитетом при ГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 10 от 18 декабря 2018 г.). Животные были подобраны по принципу аналогов и разделены на три группы по 15 особей в каждой.

### Хирургическая техника

Вмешательство проводили под общей потенцированной анестезией (Rometar 2% — 0,15–0,20 мл/кг, Золетил 100 — 10–15 мг/кг). Всем экспериментальным крысам осуществляли остеотомию в зоне средней трети диафиза бедренной кости с латеральной поверхности с последующим ретроградным введением двух спиц в костномозговой канал. Заключительный этап состоял из наложения внутрикожного шва.

Животным контрольной группы стимулирующие компоненты в зону перелома не вводились. В опытной группе № 1 параоссально вводили компоненты на основе этидронатов ионов лантаноида и кальция в зону перелома; в опытной группе № 2 параоссально вводили компоненты на основе этидронатов и кальция без содержания ионов лантаноидов в зону перелома. Особям опытных групп компоненты в зону перелома вводили параоссально с латеральной и медиальной поверхностей двукратно на 3-и и 5-е сутки после операции в дозе 0,2 мл каждому животному (рис. 1).

Длительность эксперимента составила 30 суток. За экспериментальными животными вели ежедневное наблюдение на протяжении всего периода лечения.

Томографию проводили на мультиспиральном рентгеновском компьютерном томографе Siemens Emotion-16 до операции, на 7-е, 14-е и 30-е сутки после оперативного вмешательства (парамет-

ры — 110 кВ, 78...114 мА, толщина среза 0,6 мм). Локальное определение минеральной плотности костной ткани проводили в 8 контрольных точках, по 4 точки с каждой стороны кортикальной пластинки:

в 2 точках на 1 см выше зоны перелома и в 2 точках на 1 см ниже зоны перелома. Плотность костной ткани автоматически высчитывали в единицах Хаунсфилда (HU) (рис. 2).

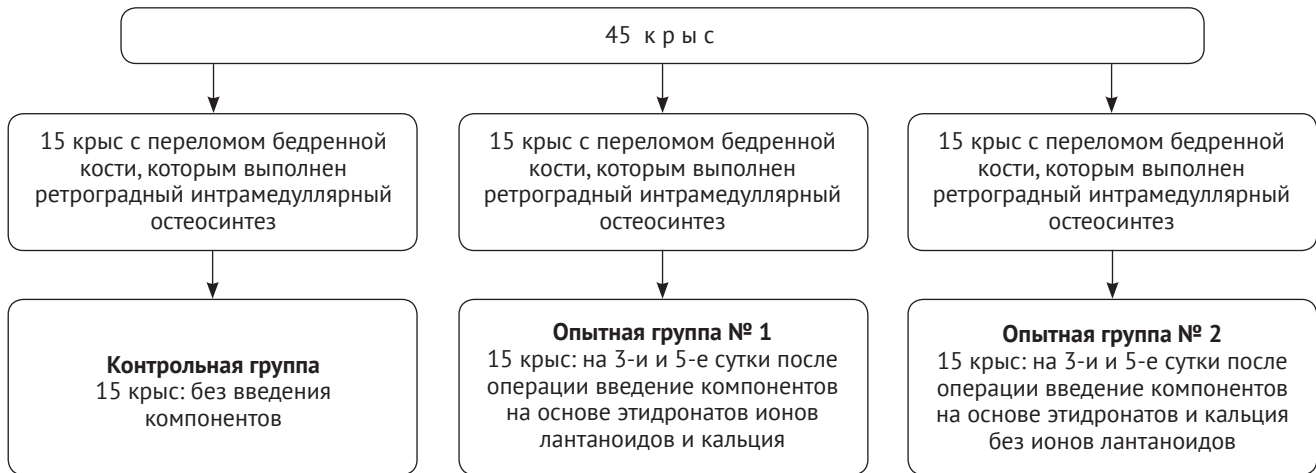


Рис. 1. Блок-схема дизайна исследования

Fig. 1. Study flow diagram



Рис. 2. МСКТ поврежденной конечности крысы. Локальное определение плотности костной ткани: 4 точки в зоне перелома с каждой стороны кортикальной пластинки — 2 точки выше зоны перелома и 2 точки ниже зоны перелома

Fig. 2. MSCT of a damaged lower rat extremity. Local bone density assessment: 4 points in the fracture zone on each side of the cortical plate — two points above the fracture zone and two points below it

В дальнейшем полученные цифровые значения складывали и делили на количество точек для получения средней величины. На всех этапах исследований производили динамическую сравнительную оценку плотности зон регенерата с показателями плотности до операционных значений.

#### Статистический анализ

Проводили статистическую обработку с помощью пакета прикладных программ SPSS, версия 13. Нормальность распределения показателей оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для парных сравнений использовали критерий Стьюдента. Для сравнения трех и более групп применяли дисперсионный анализ. Последующее межгрупповое сравнение проводилось с использованием критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Цифровые значения представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  — среднее арифметическое значение,  $m$  — стандартная ошибка среднего.

#### Результаты

При клиническом обследовании животных было выявлено, что в группе с использованием этидронатов ионов лантаноидов и кальция животные начинали опираться на оперированную конечность в более ранние сроки, чем в других группах, что подтверждается признаками сращения перелома на томограммах.

При проведении мультиспиральной компьютерной томографии бедренных костей крыс до операции в зоне средней трети диафиза плотность кортикальной пластинки бедренной кости составляла  $1718 \pm 43,1$  HU (табл.).

На 7-е сутки после операции на серии томограмм у животных всех трех групп визуализировался поперечный перелом средней трети диафиза бедренной кости. Плотность кортикальной пластинки у животных опытной группы № 1, где это значение в среднем составляло  $1331,0 \pm 16,4$  HU, была статистически значимо выше на 20%, чем в контрольной группе ( $p = 0,001$ ) и на 24% выше, чем у животных опытной группы № 2 ( $p = 0,001$ ) (рис. 3).

На 14-е сутки в области перелома наблюдали периостальную реакцию в опытной группе № 1 (с введением компонентов на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция). На этом сроке были выявлены статистически значимые различия между группами, где плотность кортикальной пластинки у животных в контрольной группе (без введения компонентов) была статистически значимо меньше на 23% ( $p = 0,001$ ), чем у животных в опытной группе № 1, а в опытной группе № 2 плотность была ниже на 29% ( $p = 0,042$ ) (рис. 4).

Таблица

Денситометрические показатели плотности кортикальной пластинки, HU

Группа	Показатели до операции	Сутки после операции		
		7-е	14-е	30-е
Контрольная		$1052,84 \pm 9,6$	$1222,3 \pm 10,4$	$1278,3 \pm 27,2$
Опытная № 1	$1718 \pm 43,1$ HU	$1331,06 \pm 16,4^*$	$1587,5 \pm 34,7^*$	$2041,9 \pm 60,6^*$
Опытная № 2		$1012,4 \pm 3,8$	$1133,7 \pm 15,4$	$1304,7 \pm 13,6$

\* Статистически значимые отличия показателей опытной группы № 1 по отношению к контрольной группе и к опытной группе № 2 ( $p < 0,05$ ).

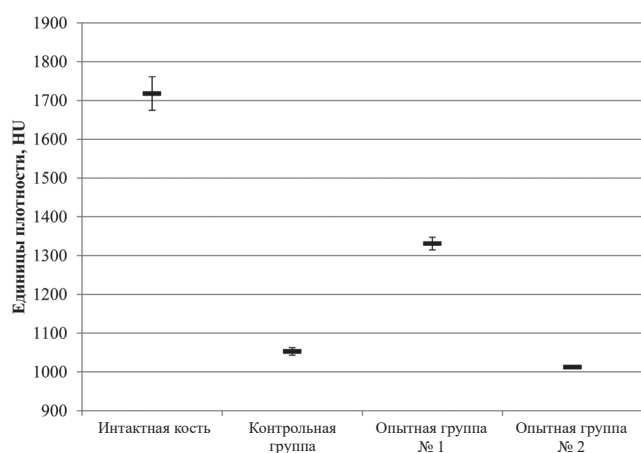


Рис. 3. Точечная диаграмма плотности кортикальной пластинки бедренной кости в зоне перелома на 7-е сутки наблюдения

Fig. 3. Scatter plot for density of femoral cortex at the fracture site on day 7 after procedure

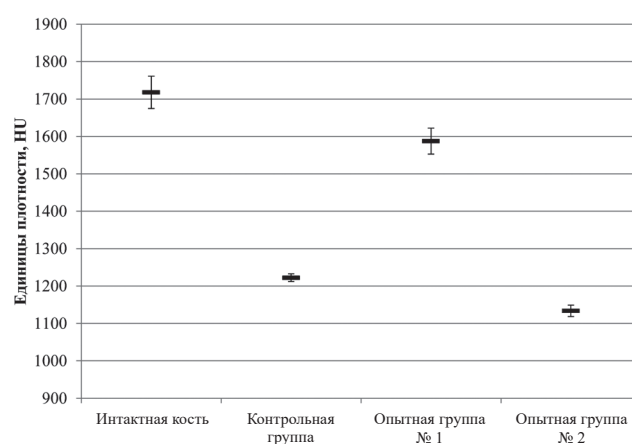
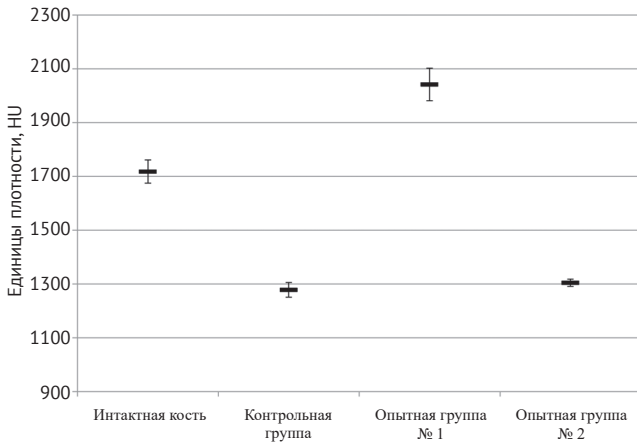


Рис. 4. Точечная диаграмма плотности кортикальной пластинки бедренной кости в зоне перелома на 14-е сутки наблюдения

Fig. 4. Scatter plot for density of femoral cortex at the fracture site at day 14 after procedure

На 30-е сутки компьютерная томография показала, что плотность кортикальной пластинки у крыс опытной группы № 1 была выше на 37%, чем в контрольной группе ( $p = 0,001$ ) и на 36%, чем в опытной группе № 2 с введением этидронатов и кальция без содержания ионов лантаноидов ( $p = 0,001$ ) (рис. 5).



**Рис. 5.** Точечная диаграмма плотности кортикальной пластинки бедренной кости в зоне перелома на 30-е сутки наблюдения

**Fig. 5.** Scatter plot for density of femoral cortex at the fracture site at day 30 after procedure

### Обсуждение

При применении бисфосфонатов происходит снижение костной резорбции, нормализуются процессы минерализации, в результате чего увеличивается костная масса [25]. Однако установлено, что постоянное угнетение процессов резорбции костной ткани на протяжении длительного времени может приводить к снижению прочности костей на фоне повышения их минеральной плотности.

В нашем эксперименте оценка плотности костной ткани показала значимые отличия на разных этапах сращения перелома бедренной кости у животных исследуемых групп. Полученные цифровые данные могут свидетельствовать о существенном увеличении плотности кортикальной пластинки в зоне контроля при использовании компонентов на основе этидронатов и кальция с содержанием ионов лантаноидов.

Повышение плотности костной ткани наблюдали и при исследовании такого бисфосфоната, как ризедронат, при пероральном применении у крыс с смоделированным метадиафизарным переломом [26]. Имеются и противоположные данные. При лечении аледронатом метадиафизарного перелома лучевой кости в эксперименте на собаках установили увеличение объема регенерата без влияния на заживление перелома, минерализацию и прочность кости [27].

В нашем исследовании наблюдалось превалирование показателя плотности костной ткани в группе с введением этидронатов ионов лантаноидов и кальция уже на 7-й день наблюдения с тенденцией к росту, которая сохранялась к 30-м суткам. На этом сроке показатели плотности костной ткани в опытной группе № 1 соответствовали показателям до операции. Аналогичное повышение плотности костной ткани С. Li с соавторами наблюдали при пероральном применении аледроната в условиях перелома бедренной кости, однако процесс ремоделирования костной мозоли задерживался [28]. Т. Manabe с соавторами и А.Е. Goodship с соавторами выявили задержку ремоделирования костной ткани в пластинчатую кость при применении ибандроната на модели перелома бедренной кости у крыс и памидроната после остеотомии в диафизе бедренной кости у овец, однако данные бисфосфонаты способствовали образованию крупных костных мозолей вокруг остеотомии [29, 30]. Установлено, что бисфосфонаты не оказывают влияния на биомеханические показатели, поэтому можно сказать, что на животных моделях различные препараты данной группы не нарушают консолидацию перелома, но замедляют эндохондральное окостенение [31].

Клинически важным моментом является то, что бисфосфонаты оказывают влияние на слизистую оболочку. Давно известно, что бисфосфонаты могут вызывать желудочно-кишечные расстройства, в связи с чем их пероральное применение ограничено [32]. Поэтому актуальна разработка способов местного применения бисфосфонатов. В исследовании на модели закрытого перелома у крыс было доказано, что бисфосфонаты (в данном исследовании использовали золедроновую кислоту) при локальном введении не оказывают никакого действия на механические параметры [33].

Таким образом, на основании нашего исследования, можно утверждать, что именно ионы лантаноидов способствуют удержанию бисфосфонатов в месте их введения, в связи с чем их влияние на процесс ремоделирования более эффективно.

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что параоссальное применение компонентов на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция сопровождается формированием в зоне остеотомии кортикальной пластинки с наиболее высокими показателями плотностных характеристик. На основании этих данных можно сделать вывод, что процессы ремоделирования кости в зоне перелома у крыс, где вводили этидронаты, лантаноиды и кальций, происходили раньше, чем в группе без введения компонентов.

**Этика публикации**

Исследование выполнялось в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 1986 г.)

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

*Ахтямов И.Ф.* — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

*Шакирова Ф.В.* — анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

*Коробейникова Д.А.* — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

*Хань Х.Ч.* — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

*Садыков Р.И.* — сбор и обработка материала.

**Литература [References]**

1. Миromanov А.М., Усков С.А. Способ прогнозирования нарушения регенерации костной ткани при переломах длинных костей конечностей в послеоперационном периоде. *Гений ортопедии*. 2011; (4):26-30. Miromanov A.M., Uskov S.A. [A method for predicting impaired bone regeneration in fractures of long limb bones in the postoperative period]. *Genij Ortopedii*. 2011;(4):26-30. (In Russian).
2. Кавалерский Г.М., Петров Н.В., Бровкин С.В., Карев А.С., Целищева Е.Ю. Использование перфтора на при лечении открытых переломов длинных трубчатых костей в остром периоде травматической болезни. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2017;12(2):81-84. Kavalersky G.M., Petrov N.V., Brovkin S.V., Karev A.S., Tselischeva E.Yu. [The using of perftoran in the treatment of open fractures of long tubular bones in the acute phase of traumatic disease]. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2017;12(2):81-84. (In Russian).
3. Еманов А.А., Горбач Е.Н., Антонов Н.И., Мартель И.И. Особенности остеогенеза при лечении диафизарных переломов бедренной кости в зависимости от тяжести травмы (экспериментальное исследование). *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2013;3(19):72-77. Emanov A.A., Gorbach E.N., Antonov N.I., Martel I.I. [Osteogenesis in Repair of Diaphyseal Femoral Fractures and its Dependence on the Energy of Injury (Experimental Study)]. *Actual Questions of Veterinary Biology*. 2013;3(19):72-77. (In Russian).
4. Климовицкий В.Г., Оксимец В.М., Попандопуло А.Г., Черныш В.Ю., Гребенюк А.М., Буше В.В. и др. Клеточные механизмы нарушения репаративного остеогенеза. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2011;(2):5-16. Klimovitskiy V., Oksimets V., Popandopulo A., Chernysh V., Grebeniuk A., Bushe V. et al. [Cellular mechanisms of reparative osteogenesis disturbances]. *Orthopaedics, traumatology and prosthetics*. 2011;(2):5-16. (In Russian).
5. Копылов В.А., Миханов В.А., Сафронов А.А. Лечение открытых переломов с помощью метаболитов *Bacillus subtilis* 804, содержащих фактор роста фибробластов. *Гений ортопедии*. 2016;(2):78-83. doi: 10.18019/1028-4427-2016-2-78-83. Kopylov V.A., Mikhanov V.A., Safronov A.A. [Treatment of open fractures using *Bacillus subtilis* 804 metabolites containing the fibroblast growth factor]. *Genij ortopedii*. 2016;(2):78-83. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2016-2-78-83.
6. Кирпичев И.В., Маслов Л.Б., Коровин Д.И. Актуальные междисциплинарные проблемы применения современных пористых имплантатов для замещения костных дефектов. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(1). Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24045>. Kirpichev I.V., Maslov L.B., Korovin D.I. [Topical application of modern interdisciplinary problems porous implants for replacing bone defects]. *Modern problems of science and education*. 2016; (1). (In Russian). Available from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24045>.
7. Резник Л.Б., Рожков К.Ю., Ерофеев С.А., Дзюба Г.Г., Котов Д.В. Применение физических факторов для оптимизации костной регенерации (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2015;(1):89-95. Reznik L.B., Rozhkov K.Iu., Erofeev S.A., Dziuba G.G., Kotov D.V. [The use of physical factors in order to optimize bone regeneration (a review of literature)]. *Genij Ortopedii*. 2015;(1):89-95. (In Russian).
8. Ирьянов Ю.М., Ирьянова Т.Ю., Дюрягина О.В. Заживление перелома в условиях возбуждения локального очага остеогенеза в контралатеральной конечности. *Гений ортопедии*. 2010;(3):28-33. Irianov Yu.M., Irianova T.Yu., Diuriagina O.V. [Fracturehealing under the conditions of osteogenesis local focus stimulation in contralateral limb]. *Genij Ortopedii*. 2010;(3):28-33. (In Russian).
9. Мамуладзе Т.З., Базлов В.А., Павлов В.В., Садовой М.А. Использование современных синтетических материалов при замене костных дефектов методом индивидуальной контурной пластики. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; (11-3):451-455. Режим доступа: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10516>. Mamuladze T.Z., Bazlov V.A., Pavlov V.V., Sadovoy M.A. [Use of modern synthetic materials at replacement of bone defects with method of individual planimetric plasticity]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016;(11-3):451-455. (In Russian). Available from: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10516>.
10. Костив Р.Е., Калиниченко С.Г., Матвеева Н.Ю. Трофические факторы роста костной ткани, их морфогенетическая характеристика и клиническое значение. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2017;(1):10-16. doi: 10.17238/Pm]1609-1175.2017.1.10-16. Kostiv, R.E. Kalinichenko S.G., Matveeva N.Yu. [Trophic factors of bone growth, their morphogenetic characterization and clinical significance]. *Pacific Medical Journal*. 2017;(1):10-16. (In Russian). doi: 10.17238/Pm]1609-1175.2017.1.10-16.
11. Шайхалиев А.И., Стречкий Г.М., Краснов М.С., Рыбакова Е.Ю., Тихонов В.Е., Ямскова В.П., Ямсков И.А. Действие новых композиций на восстановление костных дефектов у крыс в эксперименте. *Фундаментальные исследования*. 2013;(9-2):271-276. Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32259>.



- Shaykhaliev A.I., Stretskiy G.M., Krasnov M.S., Rybakova E.Y., Tikhonov V.E., Yamskova V.P., Yamskov I.A. [The influence of new compositions at the reparation of bone defects in rats in the experiment]. *Fundamental Research*. 2013;(9-2):271-276. (In Russian). Available from: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32259>.
12. Bishop G.B., Einhorn T.A. Current and future clinical applications of bone morphogenetic proteins in orthopaedic trauma surgery. *Int Orthop*. 2007;31:721-727. doi: 10.1007/s00264-007-0424-8.
  13. Горбач Е.Н., Силантьева Т.А. Морфологическая характеристика заживления полуциркулярных дефектов длинных трубчатых костей в условиях чрескостного остеосинтеза с применением препарата «Литар». *Успехи современного естествознания*. 2015;(5):66-70. Режим доступа: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35101>.  
Gorbach E.N., Silanteva T.A. [Morphological characterization of healing semicircular defects of long tubular bones under transosseous osteosynthesis using «Litar» preparation Advances in current natural sciences]. 2015;5:66-70. (In Russian). Available from: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35101>.
  14. Берченко Г.Н., Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Микелаишвили Д.С., Болбут М.В. Сравнительное экспериментально-морфологическое исследование влияния некоторых используемых в травматологии – ортопедической практике кальций – фосфатных материалов на активизацию репаративного остеогенеза. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2006;4(50):327-331.  
Berchenko G.N., Kesyan G.A., Urazgildeev R.Z., Arsenyev I.G., Mikelaishvili D.S., Bolbut M.V. [Comparative experimental and morphologic study of the influence of calcium-phosphate materials on reparative osteogenesis activation in traumatology and orthopedics]. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2006;4(50):327-331. (In Russian).
  15. Balena R., Toolan B.C., Shea M., Markatos A., Myers E.R., Lee S.C. et al. The effects of 2-year treatment with the aminobisphosphonate alendronate on bone metabolism, bone histomorphometry, and bone strength in ovariectomized nonhuman primates. *J Clin Invest*. 1993;92:2577-2586. doi: 10.1172/JCI116872.
  16. Storm T., Steiniche T., Thamsborg G., Melsen F. Changes in bone histomorphometry after long-term treatment with intermittent, cyclic etidronate for postmenopausal osteoporosis. *J Bone Miner Res*. 1993;8:199-208. doi: 10.1002/jbmr.5650080211.
  17. Boyce R.W., Paddock C.L., Gleason J.R., Sletsema W.K., Eriksen E.F. The effects of risedronate on canine cancellous bone remodeling: three-dimensional kinetic reconstruction of the remodeling site. *J Bone Miner Res*. 1995;10:211-221. doi: 10.1002/jbmr.5650100207.
  18. Хоменко А.И., Лобко С.С. Бисфосфонаты в клинике лечения остеопороза. *Медицинские новости*. 2014;(7):27-31.  
Khomenko A.I., Lobko S.S. [Bisphosphonates in the osteoporosis treatment clinic]. *Medical news*. 2014;(7):27-31. (In Russian).
  19. Tsuchimoto M., Azuma Y., Higuchi O., Sugimoto I., Hirata N., Kiyoki M., Yamamoto I. Alendronate modulates osteogenesis of human osteoblastic cells in vitro. *Jpn J Pharmacol*. 1994;66:25-33. doi: 10.1254/jpp.66.25.
  20. Лекишвили М.В., Склянчук Е.Д., Акатов В.С., Очкурено А.А., Гурьев В.В., Рагинов И.С. и др. Костнопластические остеоиндуктивные материалы в травматологии и ортопедии. *Гений ортопедии*. 2015;(4):61-67. doi: 10.18019/1028-4427-2015-4-61-67.  
Lekishvili M.V., Sklianchuk E.D., Akatov V.S., Ochkurenko A.A., Gur'ev V.V., Raginov I.S. [Osteoplastic osteoinductive materials in traumatology and orthopaedics]. *Genij Ortopedii*. 2015;(4):61-67. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2015-4-61-67.
  21. Barradas A.M., Yuan H., Blitterswijk C.A., Habibovic P. Osteoinductive biomaterials: current knowledge of properties, experimental models and biological mechanisms. *Eur Cell Mater*. 2011;21:407-429.
  22. Reszka A.A., Rodan G.A. Mechanism of action of bisphosphonates. *Curr Osteoporos Rep*. 2003;1(2):45-52.
  23. Масленникова Д.А., Слесарев С.М., Слесарева Е.В., Харин А.И., Столбовская О.В., Хохлова А.В. и др. Изучение характера распределения солей лютеция и изменений в органах и тканях крыс после их введения. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2017;(2):135-143.  
Maslennikova D.A., Slesarev S.M., Slesareva E.V., Kharin A.I., Stolbovskaya O.V., Khokhlova A.V. et al. [Lutetium biodistribution in rat organ and tissue and consecutive changes after lutetium salt injection]. *Ulyanovsk medical and biological journal*. 2017;(2):135-143. (In Russian).
  24. Endo N., Rutledge S.J., Opas E.E., Vogel R., Rodan G.A., Schmidt A. Human protein tyrosine phosphatase-sigma: alternative splicing and inhibition by bisphosphonates. *J Bone Miner Res*. 1996;11:535-543. doi: 10.1002/jbmr.5650110415.
  25. Торопцова Н.В., Добровольская О.А., Никитинская О.А. Лечение остеопороза в клинической практике: фокус на бисфосфонаты. *Эффективная фармакотерапия*. 2016;(17):6-10.  
Toroptsova N.V., Dobrovolskaya O.V., Nikitinskaya O.A. [Treatment of Osteoporosis in Clinical Practice: Focus on Bisphosphonates]. *Effective pharmacotherapy*. 2016;(17):6-10. (In Russian).
  26. De Oliveira L.A.A., Guarniero R., Rodrigues C.J., Santana P.J., Batista M.A. The evaluation of the Sodic Risedronate effect in the fractures consolidation experimental study with rats. *Acta Orthop Bras*. 2004;12(2):77-83. doi: 10.1590/S1413-78522004000200002.
  27. Peter C., Cook W., Nunamaker D. Provost M.T., Seedor J.G., Rodan G.A. Effect of alendronate on fracture healing and bone remodeling in dogs. *J Orthop Res*. 1996;14:74-79. doi: 10.1002/jor.1100140113
  28. Li C., Mori S., Li J., Kaji Y., Akiyama T., Kawanishi J., Norimatsu H. Long-term effect of incadronate disodium (YM-175) on fracture healing of femoral shaft in growing rats. *J Bone Miner Res*. 2001;16(3):429-436. doi: 10.1359/jbmr.2001.16.3.429.
  29. Manabe T., Mori S., Mashiba T., Kaji Y., Iwata K., Komatsubara S., Yamamoto T. Effect of dosing interval duration of intermittent ibandronate treatment on the healing process of femoral osteotomy in a rat fracture model. *Calcif Tissue Int*. 2012;90(3):193-201. doi: 10.1007/s00223-011-9563-4.
  30. Goodship A.E., Walker P.C., McNally D., Chambers T., Green J.R. Use of a bisphosphonate (pamidronate) to modulate fracture repair in ovine bone. *Ann Oncol*. 1994;5 Suppl 7:S53-S55.
  31. Fleisch H. Can bisphosphonates be given to patients with fractures? *J Bone Miner Res*. 2001;16(3):437-440. doi: 10.1359/jbmr.2001.16.3.437.
  32. Harinck H.I., Papapoulos S.E., Blanksma H.J., Moolenaar A.J., Vermeij P., Bijvoet O.L. Paget's disease of bone: early

and late responses to three different modes of treatment with aminohydroxypropylidene bisphosphonate (APD). *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1987;295(6609):1301-1305. doi: 10.1136/bmj.295.6609.1301.

33. Amanat N., McDonald M., Godfrey C., Bilston L., Little D. Optimal timing of a single dose of zoledronic acid to increase strength in rat fracture repair. *J Bone Miner Res*. 2007;22(6):867-876. doi: 10.1359/jbmr.070318.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Ахтямов Ильдар Фуатович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань

*Шакирова Фаина Владимировна* — д-р вет. наук, доцент, профессор кафедры хирургии, акушерства и патологии мелких животных, ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань

*Коробейникова Дарья Александровна* — аспирант кафедры хирургии, акушерства и патологии мелких животных, ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань

*Хань Хао Чжи* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Казань

*Садыков Рустем Ильгизович* — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России; заведующий травмпунктом, ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7», г. Казань

#### AUTHORS' INFORMATION:

*Ildar F. Akhtyamov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States Department, Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

*Shakirova Faina V.* — Dr. Sci. (Vet.), Associate Professor, Professor, Surgery, Obstetrics, and Pathology of Companion Animals Department, Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine, Kazan, Russian Federation

*Darya A. Korobeynikova* — PhD Student, Surgery, Obstetrics, and Pathology of Companion Animals Department, Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine, Kazan, Russian Federation

*Han Hao Zhi* — PhD Student, Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States Department, Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

*Rustem I. Sadykov* — Assistant, Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States Department, Kazan State Medical University; Head of the Trauma Center, City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russian Federation

## Обнаружение грибов в ладонном апоневрозе при контрактуре Дюпюитрена методом сканирующей электронной микроскопии

Т.А. Ступина, Н.С. Мигалкин, Н.А. Щудло, М.М. Щудло

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

### Реферат

**Цель исследования** — определить возможности световой и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) в обнаружении грибов в операционном материале от пациентов с контрактурой Дюпюитрена. **Материал и методы.** Исследовали фрагменты ладонного апоневроза от 27 пациентов с контрактурой Дюпюитрена. Для исследования в СЭМ JSM-840 (Jeol, Япония) образцы после фиксации обезвоживали, пропитывали в камфене, высушивали, напыляли серебром в ионном напылителе IB-6 (Eiko, Япония). Парафиновые срезы, окрашенные гематоксилином и эозином и метенамин-серебром P.A.S.M. оцифровывали с помощью микроскопа AxioScope.A1 (Carl Zeiss Micro Imaging GmbH, Германия). **Результаты.** При окрашивании парафиновых срезов метенамин-серебром P.A.S.M. признаки микотической микрофлоры выявлены только у двух (7,4%) из 27 пациентов, а с применением метода СЭМ — у 16 пациентов (59%). Морфологические фенотипы и ультраструктура межклеточных контактов дрожжеподобных грибов сходны с *Candida albicans*. Во всех случаях обнаружены почкующиеся клетки. Деструкция соединительной ткани ладонного апоневроза проявлялась в виде разрыхления, расслоения и формирования полостей — зон лизиса. **Заключение.** Метод СЭМ позволил оценить ультраструктуру клеток грибов и их взаимодействие с окружающими тканями в операционном материале от пациентов с контрактурой Дюпюитрена. Более высокий процент выявления грибковой инвазии по сравнению с методом P.A.S.M. связан с более высокой разрешающей способностью и возможностью анализа большей площади тканевых образцов.

**Ключевые слова:** контрактура Дюпюитрена, сканирующая электронная микроскопия, микозы.

doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-147-152

## Detection of Fungi in the Palmar Aponeurosis in Patients with Dupuytren's Contracture by Scanning Electron Microscopy

T.A. Stupina, N.S. Migalkin, N.A. Shchudlo, M.M. Shchudlo

Iizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

### Abstract

**The purpose** of the study was to determine the capabilities of scanning electron and light microscopy in detecting fungi in surgical material from the patients with Dupuytren's contracture. **Material and Methods.** The fragments of palmar aponeurosis from 27 patients with Dupuytren's contracture were examined. Paraffin sections stained with hematoxylin-eosin and Periodic Schiff-Methenamine Silver were digitized using AxioScope.A1 microscope (Carl Zeiss Micro Imaging GmbH, Germany). For examination in JSM-840 scanning electron microscope (Jeol, Japan), the samples were dehydrated after fixation, soaked in camphene, dried, and silver sprayed in the IB-6 ionizer (Eiko,

Ступина Т.А., Мигалкин Н.С., Щудло Н.А., Щудло М.М. Обнаружение грибов в ладонном апоневрозе при контрактуре Дюпюитрена методом сканирующей электронной микроскопии. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):147-152. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-147-152.

**Cite as:** Stupina T.A., Migalkin N.S., Shchudlo N.A., Shchudlo M.M. [Detection of Fungi in the Palmar Aponeurosis in Patients with Dupuytren's Contracture by Scanning Electron Microscopy]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):147-152. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-147-152. (In Russian).

Ступина Татьяна Анатольевна / Tatiana A. Stupina; e-mail: StupinaSTA@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 01.02.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 20.05.2019.

Japan). **Results.** In paraffin sections stained with methenamine-silver, the signs of mycotic microbiota were detected only in 2 (7.4%) of 27 patients, and with the use scanning electron microscopy — in 16 patients (59%). The morphological phenotypes and ultrastructure of intercellular contacts of yeast-like fungi were similar to *Candida albicans*. In all cases, the budding cells were detected. The destruction of the connective tissue of the palmar aponeurosis was observed in the form of loosening, stratification, and cavities formation (the zones of lysis). **Conclusion.** The scanning electron microscopy allowed to evaluate the ultrastructure of fungal cells and their interaction with surrounding tissues in the surgical material from the patients with Dupuytren's contracture. A higher percentage of detection of fungal invasion compared to the Periodic Schiff-Methenamine staining was associated with a higher resolution and the ability of a larger area of tissue samples analysis.

**Keywords.** Dupuytren's contracture, scanning electron microscopy, mycoses.

## Введение

Контрактура Дюпюитрена (ладонный фасциальный фиброматоз) — фибропролиферативное заболевание, характеризующееся повышенным содержанием миофибробластов в соединительной ткани ладонного апоневроза, гиперпродукцией коллагена III и I типов, формированием патологических хорд [1], что приводит к ограничению разгибания пальцев кисти, а затем к развитию прогрессирующей сгибательной контрактуры. Предполагается, что это заболевание не имеет инфекционной природы, однако в литературе встречаются единичные описания клинических случаев флегмонозно-абсцедирующей инфекции в начальной стадии фиброматоза [2] и упоминания о развитии микозов кожи при продвинутой контрактуре [3].

К методам лабораторной диагностики микозов относятся световая микроскопия, люминесцентный анализ, иммуногистохимия, выделение чистой культуры посевом на специальные питательные среды и идентификация возбудителя [4]. Гистопатологическое исследование является важным диагностическим инструментом, однако морфологические характеристики грибов в очень редких случаях являются специфическими, поэтому гистопатологическое заключение включает описание гриба, указание на наличие или отсутствие тканевой инвазии и реакции тканей на инфекцию.

В последние годы в практике клинико-микробиологических исследований все чаще применяется сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) [5, 6, 7, 8], которая позволяет изучить поверхность клеток грибов с высоким разрешением, а также визуализировать взаимодействие грибов с тканевыми структурами [7]. При подозрениях на микозы и даже при выраженных клинических проявлениях микробиологический метод посева нередко дает ложно-отрицательные результаты, а PCR и иммуногистохимический анализ доступны далеко не во всех лабораториях, поэтому СЭМ рассматривается и как диагностический метод [9], позволяющий различить бактериальные, грибковые и паразитарные поражения [10].

Исследования патоморфологии ладонного апоневроза при контрактуре Дюпюитрена методом СЭМ немногочисленны [11, 12, 13]. Сведений о выявлении микотической инфекции в ладонном апоневрозе пациентов с контрактурой Дюпюитрена методом СЭМ, а также другими лабораторными методами в доступной литературе нет. Поскольку распознавание и лечение микозов важно для обеспечения полноценной реабилитации, повышения качества и продолжительности жизни пациентов, оценка микотического поражения ладонного апоневроза пациентов с контрактурой Дюпюитрена представляется актуальной задачей.

**Цель исследования** — определить возможности световой и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) в обнаружении грибов в операционном материале от пациентов с контрактурой Дюпюитрена.

## Материал и методы

Исследовали образцы тканей — предсухожильные хорды патологически измененного ладонного апоневроза от 27 пациентов (24 мужчины и 3 женщины) в возрасте 39–77 лет (средний возраст  $60,44 \pm 1,98$ ) с контрактурой Дюпюитрена. У одного пациента была контрактура Дюпюитрена I степени по R. Tubiana [14], у трех пациентов — II степени, у 19 пациентов — III степени, у четырех пациентов IV степени. Давность заболевания составила от 1 до 30 лет (в среднем  $7,69 \pm 1,32$ ).

Исследование операционного материала выполнено двумя методами.

Подготовка к исследованию в сканирующем электронном микроскопе заключалась в следующем: тканевые образцы размером  $3 \times 5$  мм после фиксации в формалине промывали в дистиллированной воде, обезвоживали в спиртах с восходящей концентрацией от 70 до 96%, затем пропитывали в камфене по оригинальной методике (патент РФ № 2008150910/12) и высушивали в термостате при  $37^\circ\text{C}$ . Затем осуществляли монтаж объектов с помощью токопроводящего клея на хорошо отполированные чистые алюминиевые диски, напыляли серебром в ионном напылителе

IV-6 (Eiko, Япония). Посредством проводящей пасты обеспечивали отведение заряда с напыленной поверхности образца. Исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе JSM-840 (Jeol, Япония).

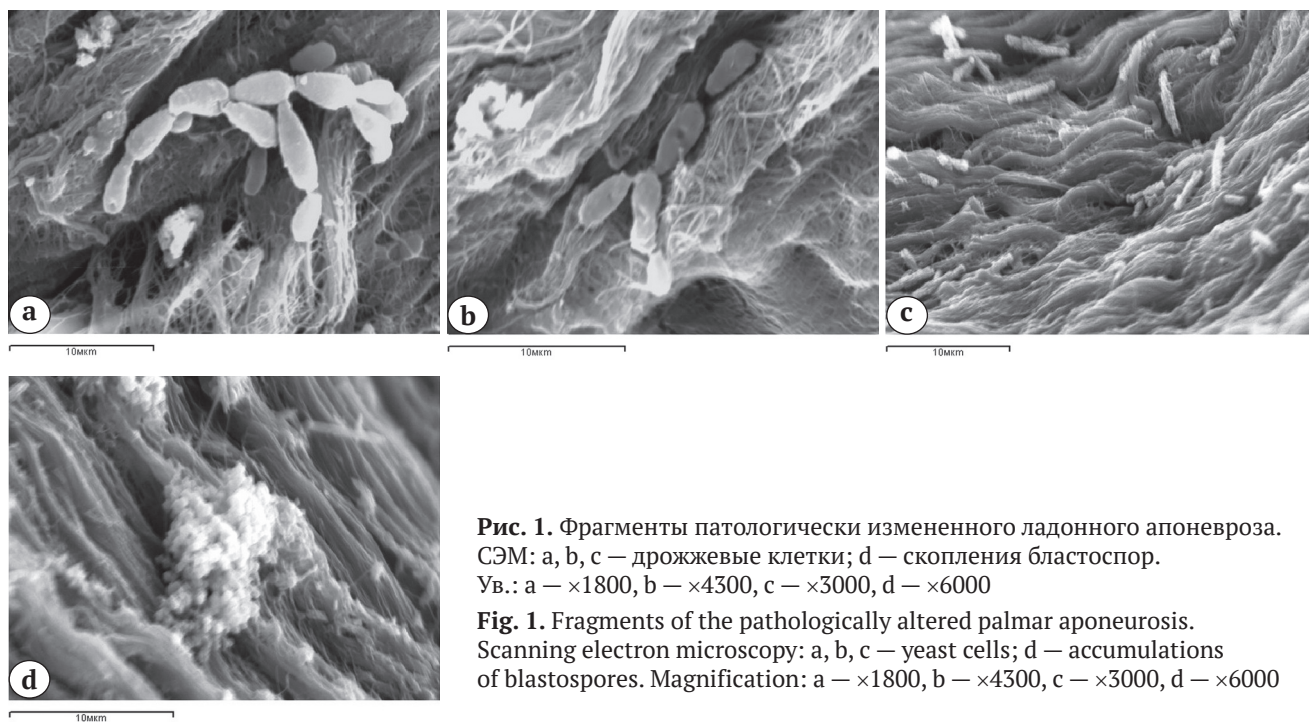
**Световая микроскопия.** Для патогистологического исследования тканевые образцы фиксировали в формалине, по стандартной методике заключали в парафин. Парафиновые срезы толщиной 5–7 мкм изготовлены на микротоме Reichert (Австрия) и окрашены гематоксилином и эозином и метенамин-серебром P.A.S.M. (для выявления мицелия грибов). Цифровые изображения фрагментов парафиновых срезов получены с помощью микроскопа AxioScope.A1 с цифровой камерой AxioCam и программного обеспечения Zenblue (Carl Zeiss Micro Imaging GmbH, Германия).

### Результаты

Методом СЭМ у 16 пациентов из 27 обнаружено присутствие дрожжеподобных грибов (рис. 1). Из них у одного пациента было заболевание I степени давностью менее года; у двух пациентов имелась контрактура II степени, давность фиброматоза — 1,5 года и 30 лет; у 10 пациентов контрактура III степени, длительность заболевания от пяти до 20 лет; у трех пациентов — контрак-

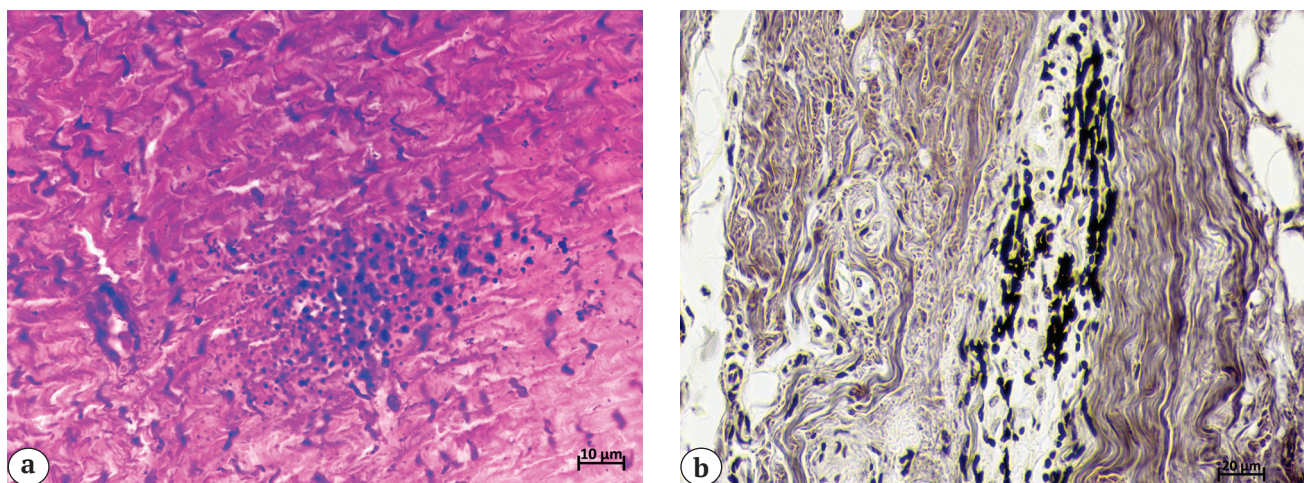
тура IV степени, длительность заболевания — 8, 11 и 20 лет. У 14 пациентов была выявлена дрожжевая форма грибов (рис. 1 a, b, c), и еще у двух пациентов — бластоспоры (рис. 1 d). Дрожжевые клетки имели округлую или округло-овальную, грушевидную форму, скрепленные в кластеры, почкование в нескольких направлениях в виде мутовок, кустиков (рис. 1 a, b). Встречались тонкие дрожжевые клетки вытянутой цилиндрической формы: как отдельно лежащие, так и скрепленные в кластеры (рис. 1 c). Размеры клеток варьировали от 2 до 7 мкм. У части клеток отмечена ярко контрастированная область в центре, ее диаметр составлял около 25–30% от диаметра клетки. Области межклеточных контактов толщиной менее 0,5 мкм. Как при сохранных, так и при разрушенных контактах был различим кольцевидный поясок на одном конце клетки и почка на другом. Бластоспоры имели шарообразную форму диаметром около 1 мкм и располагались в виде гроздеподобных скоплений (рис. 1 d). Деструкция соединительной ткани ладонного апоневроза проявлялась в виде разрыхления, расслоения и формирования полостей — зон лизиса.

При световой микроскопии парафиновых срезов у двух пациентов из 27 были выявлены участки скопления псевдомицелиярных структур микотической микрофлоры (рис. 2).



**Рис. 1.** Фрагменты патологически измененного ладонного апоневроза. СЭМ: a, b, c — дрожжевые клетки; d — скопления бластоспор. Ув.: a —  $\times 1800$ , b —  $\times 4300$ , c —  $\times 3000$ , d —  $\times 6000$

**Fig. 1.** Fragments of the pathologically altered palmar aponeurosis. Scanning electron microscopy: a, b, c — yeast cells; d — accumulations of blastospores. Magnification: a —  $\times 1800$ , b —  $\times 4300$ , c —  $\times 3000$ , d —  $\times 6000$



**Рис. 2.** Фрагмент тяжа ладонного апоневроза при контрактуре Дюпюитрена с признаками грибковой инвазии: а — парафиновый срез, окраска гематоксилином и эозином; б — окраска метенамин-серебром Р.А.С.М., грибы окрашены черным цветом. Ув.: а —  $\times 600$ , б —  $\times 400$

**Fig. 2.** A fragment of the palmar aponeurosis strand in Dupuytren's contracture with signs of fungal invasion: а — the paraffin section stained with hematoxylin and eosin; б — Periodic Schiff-Methenamine silver, the fungi are stained black. Magnification: а —  $\times 600$ , б —  $\times 400$

## Обсуждение

При гистологическом исследовании, вследствие малого объема биоптата, обнаружение грибов не всегда возможно, особенно при их низких концентрациях в тканях и в связи с очаговостью микотического процесса. Неудивительно, что при светооптическом исследовании признаки микотической микрофлоры выявлены только у двух (7,4%) из 27 пациентов, а с применением метода СЭМ — у 16 (59%) пациентов. Преимуществом СЭМ является возможность анализа большой площади тканевого образца (в нашем исследовании до  $15 \text{ мм}^2$ ), а также гораздо более высокая разрешающая способность [15].

Выявленная грибковая инвазия ладонного апоневроза при контрактуре Дюпюитрена является патогенной, так как обнаружены почкующиеся клетки. Известно, что почкующиеся клетки — инфекционная форма гриба, а псевдомицелий — форма, в которой гриб существует в тканях [16]. По морфологии выявленные дрожжеподобные грибы сходны с грибами рода *Candida*, которые имеют вытянутую цилиндрическую или овальную грушевидную форму и в определенных условиях способны образовывать примитивный мицелий. Дрожжеподобным грибам рода *Candida* свойственно явление диморфизма: они могут встречаться как в виде бластоспор, так и в виде коротких и длинных нитей [17].

Ограничение выполненного исследования — отсутствие данных иммуногистохимического анализа, PCR и иммуногибридизации, однако грибки были выявлены двумя методами, один из которых

(СЭМ) позволяет с высокой вероятностью судить об их таксономической принадлежности — характерная форма межклеточных контактов рассматривается как специфический ультраструктурный признак *Candida albicans*, несмотря на выраженный плеоморфизм этого вида [18].

Наиболее очевидными факторами, предрасполагающими к кандидозной инфекции у больных с контрактурой Дюпюитрена, являются затруднение гигиены складок кожи при стойкой деформации кисти, пожилой возраст и коморбидный статус. Однако, как показало выполненное нами пилотное исследование, развитие микотической инфекции ладонного апоневроза встречалось при первой степени заболевания (в отсутствие контрактуры), а также у пациентов молодого возраста, не имеющих сопутствующих заболеваний.

Грибковое поражение апоневроза может быть следствием нарушений барьерных свойств кожи при развитии дермального фиброматоза [19], а также расстройств ее кровоснабжения и иннервации [20, 21]. Нарушения иммунной реактивности и антиоксидантного статуса при болезни Дюпюитрена следует рассматривать в качестве системных предрасполагающих факторов грибковых инфекций [22].

Необходимы комплексные дополнительные исследования для всесторонней оценки клинического значения оппортунистической инвазивной грибковой инфекции [23] при контрактуре Дюпюитрена с учетом того, что эти пациенты характеризуются более ранней смертностью [24].

Метод сканирующей электронной микроскопии позволяет визуализировать и оценивать морфологию клеток грибов, их форму, размеры, взаиморасположение и может быть применен в диагностических технологиях клинической микробиологии. Выполненное исследование позволяет сделать вывод о высокой частоте микотического поражения ладонного апоневроза у пациентов с контрактурой Дюпюитрена, что необходимо учитывать в протоколах обследования и лечения.

**Этика публикации**

Все пациенты дали письменное информированное согласие на проведение исследований. Исследование одобрено этическим комитетом учреждения (протокол № 2 (57) от 19.03.2018) и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации 1975 г., пересмотренными в 2013 г.

Работа поддержана программой МЗ РФ в рамках государственного задания ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» для выполнения НИР на 2018–2020 гг.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

Ступина Т.А. — разработка концепции и дизайна исследования, проведение исследований методом сканирующей электронной микроскопии, анализ полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Мигалкин Н.С. — проведение патогистологических исследований, анализ полученных данных, подготовка текста.

Щудло Н.А. — разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, подготовка текста.

Щудло М.М. — разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, подготовка текста.

**Литература [References]**

1. Ng M., Thakkar D., Southam L., Werker P., Ophoff R., Becker K., Nothnagel M. et al. A Genome-wide Association Study of Dupuytren Disease Reveals 17 Additional Variants Implicated in Fibrosis. *Am J Hum Genet.* 2017;101(3):417-427. doi: 10.1016/j.ajhg.2017.08.006.
2. Unglaub F., Loos B., Schwarz S., Kneser U., Dragu A., Horch R.E. Phlegmonous-infection in first degree Dupuytren's disease. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(4):445-448. doi: 10.1007/s00402-008-0589-7.
3. Dumitrescu-Ionescu D. A New Therapeutic Approach to Dupuytren's Contracture / Disease (DD). *Adv Plast Reconstr Surg.* 2017;1(5):129-136.
4. Guarner J., Brandt M.E. Histopathologic diagnosis of fungal infections in the 21st century. *Clin Microbiol Rev.*

- 2011;24(2):247-280. doi: 10.1128/CMR.00053-10.
5. Ensikat H.-J., Weigend M. Creating internal conductivity in dry biological SEM samples by a simple vapour treatment. *J Microsc.* 2014;256(3):226-230. doi: 10.1111/jmi.12177.
6. Sugimoto S., Okuda K., Miyakawa R., Sato M., Arita-Morioka K., Chiba A. et al. Imaging of bacterial multicellular behaviour in biofilms in liquid by atmospheric scanning electron microscopy. *Sci Rep.* 2016;6:25889. Available from: <https://www.nature.com/articles/srep25889>. doi: 10.1038/srep25889.
7. Chebotar I.V., Novikov I.A., Subbot A.M., Mayansky N.A. Lanthanoid staining as a fast technology of preparing microbiological specimens for scanning electron microscopy. *CTM.* 2017;9(3):23-29. doi: 10.17691/stm2017.9.3.03.
8. Raab N., Bachelet I. Resolving biofilm topography by native scanning electron microscopy. *J Biol Methods.* 2017;4(2):e70. doi: 10.14440/jbm.2017.175.
9. Yue X., Wang A., Li Q. The Role of Scanning Electron Microscopy in the Direct Diagnosis of Onychomycosis. *Scanning.* 2018:1581495. doi: 10.1155/2018/1581495.
10. Yuping R., Kaiwen Z., Wenying H., Jinghong H., Xiaowei F., Shuang C. et al. Observation of Fungi, Bacteria, and Parasites in Clinical Skin Samples Using Scanning Electron Microscopy. In: *Modern Electron Microscopy in Physical and Life Sciences.* 2016. Available from: <https://www.intechopen.com/books/modern-electron-microscopy-in-physical-and-life-sciences/observation-of-fungi-bacteria-and-parasites-in-clinical-skin-samples-using-scanning-electron-microsc>. doi: 10.5772/61850.
11. Legge J.W., Finlay J.B., McFarlane R.M. A study of Dupuytren's tissue with the scanning electron microscope. *J Hand Surg Am.* 1981;6(5):482-492. doi: 10.1016/s0363-5023(81)80109-8.
12. Józsa L., Salamon A., Réffy A., Renner A., Demel S., Donhöffer A., Pintér T., Thöring J. Fine structural alterations of the palmar aponeurosis in Dupuytren's contracture. A combined scanning and transmission electronmicroscopic examination. *Zentralbl Allg Pathol.* 1988;134(1):15-25.
13. Щудло Н.А., Ступина Т.А., Щудло М.М. Сканирующая электронная микроскопия ладонного апоневроза при контрактуре Дюпюитрена продвинутой стадии. *Травматология и ортопедия России.* 2019;(25)2: 150-156. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-150-156.
- Shchudlo N.A., Stupina T.A., Shchudlo M.M. [Scanning Electron Microscopy of Palmar Fascia in Dupuytren's Disease of Advanced Stage]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):150-156. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-150-156. (In Russian).
14. Tubiana R. Dupuytren's disease of the radial side of the hand. *Hand Clin.* 1999;15(1):149-159.
15. Scherer W.P., Scherer M.D. Scanning electron microscope imaging of onychomycosis. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2004;94(4):356-362. doi: 10.7547/0940356.
16. Kubota T. Chronic and recurrent vulvovaginal candidiasis. *Anippon Isbink Gakkai Zassibi.* 1998;(39)4: 213-218. doi: 10.3314/jjmm.39.213.
17. Хмельницкий О.К., Быков В.Л., Хмельницкая Н.М. Патоморфологическая диагностика микозов, вызываемых условно-патогенными грибами. Режим доступа: <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/labora15.htm>
- Hmel'nickij O.K., Bykov V.L., Hmel'nickaya N.M. [Pathomorphological diagnosis of Pathomorphological

- diagnosis of mycosis caused by opportunistic fungi]. Available from: <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/labora15.htm> (In Russian).
18. Staniszewska M., Bondaryk M., Swoboda-Kopec E., Siennicka K., Sygitowicz G., Kurzatkowski W. Candida albicans morphologies revealed by scanning electron microscopy analysis. *Braz J Microbiol.* 2013;44(3):813-821. doi: 10.1590/S1517-83822013005000056.
  19. Wade R., Igalı L., Figus A. Skin involvement in Dupuytren's disease. *J Hand Surg Eur.* 2016;41(6):600-608. doi: 10.1177/1753193415601353.
  20. Шудло Н.А., Костин В.В. Патогенез нейропатии при контрактуре Дюпюитрена. *Гений ортопедии.* 2019;25(1):58-64. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-58-64. Shchudlo N.A., Kostin V.V. [Pathogenesis of neuropathy in Dupuytren's contracture]. *Genij ortopedii.* 2019;25(1):58-64. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-58-64. (In Russian).
  21. Долганова Т.И., Шудло Н.А., Шабалин Д.А., Костин В.В. Оценка гемодинамики артерий кисти и микроциркуляции кожи при контрактуре Дюпюитрена 3-4 стадий до и после оперативного лечения с применением чрескостной фиксации по Г.А. Илизарову. *Гений ортопедии.* 2019;25(1):86-92. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-86-92. Dolganova T.I., Shchudlo N.A., Shabalin D.A., Kostin V.V. [Assessment of hemodynamics of the hand arteries and skin microcirculation in Dupuytren's contracture stages 3 to 4 of before and after surgical treatment with the use of Ilizarov transosseous fixation]. *Genij ortopedii* 2019;25(1):86-92. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-1-86-92. (In Russian).
  22. Rehman S., Goodacre R., Day P.J., Bayat A., Westerhoff H.V. Dupuytren's: a systems biology disease. *Arthritis Res Ther.* 2011;13(5):238. doi: 10.1186/ar3438.
  23. Badiie P., Hashemizadeh Z. Opportunistic invasive fungal infections: diagnosis & clinical management. *Indian J Med Res.* 2014;139(2):195-204.
  24. Gudmundsson K.G., Arngrímsson R., Sigfússon N., Jónsson T. Increased total mortality and cancer mortality in men with Dupuytren's disease: a 15-year follow-up study. *J Clin Epidemiol.* 2002;55(1):5-10. doi: 10.1016/s0895-4356(01)00413-9.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Ступина Татьяна Анатольевна* — д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории морфологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Мигалкин Николай Сергеевич* — научный сотрудник лаборатории морфологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Шудло Наталья Анатольевна* — д-р мед. наук, заведующая лабораторией клиники реконструктивно-пластической хирургии и хирургии кисти, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Шудло Михаил Моисеевич* — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клиники реконструктивно-пластической хирургии и хирургии кисти, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

## AUTHORS' INFORMATION:

*Tatiana A. Stupina* — Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Morphology, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

*Nikolai S. Migalkin* — Researcher, Laboratory of Morphology, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

*Natalia A. Shchudlo* — Dr. Sci. (Med.), Head, Clinical and Experimental Laboratory of Reconstructive-Plastic Microsurgery and Hand Surgery, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

*Mikhail M. Shchudlo* — Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Laboratory Clinical and Experimental Laboratory of Reconstructive and Plastic Microsurgery and Hand Surgery, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation



## Опыт лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне некомпенсированной ишемии (клинический случай)

В.В. Хоминец, А.В. Шукин, С.В. Михайлов, Д.А. Шакун, М.В. Ендовицкая, М.В. Захаров

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

### Реферат

**Актуальность.** В научной литературе дискутируется вопрос о критериях принятия решения в пользу ампутации либо сохранения конечности у пострадавших с сомнительным прогнозом жизнеспособности конечности. **Описание случая.** Военнослужащий в результате наезда гусеничного тягача получил травму нижней конечности. Тяжесть повреждения была обусловлена открытым сегментарным переломом диафиза бедренной кости, тракционно-компрессионным повреждением подколенной артерии на протяжении 5 см, острым тромбозом подколенной артерии и артерий голени, повреждением седалищного нерва, циркулярной отслойкой кожи бедра, острой кровопотерей, шоком II степени и некомпенсированной ишемией нижней конечности на протяжении суток. Состояние конечности в соответствии со шкалой MESS составило 8 баллов, поэтому тактикой выбора в данном случае могла быть ампутация. Тем не менее, ряд условий позволил нам выбрать органосохраняющую тактику лечения, основным элементом которой стала реваскуляризация сегмента конечности. Проведено многоэтапное лечение, которое включало стабилизацию костных отломков, первичную реконструкцию подколенной артерии и восстановление артериального кровотока конечности, купирование проявлений реперфузионного и мионефропатического метаболического синдромов, интенсивную нефропротективную терапию, борьбу с инфекционными осложнениями, замещение дефектов кожи, ортопедическую коррекцию. В результате проведенного лечения конечность удалось сохранить. Перелом бедренной кости сросся, пациент ходит без дополнительных средств опоры. **Заключение.** Применение тактики запрограммированного хирургического лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности, индивидуальный подход с привлечением специалистов смежных специальностей, оценка тяжести системных нарушений и возможность своевременного применения экстракорпоральной детоксикации позволили избежать ампутации, выполнить органосохраняющие операции и создать условия для восстановления опорной функции нижней конечности.

**Ключевые слова:** тяжелая травма конечностей, ишемия, ампутация, хирургическая инфекция, селективный плазмообмен.

Хоминец В.В., Шукин А.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А., Ендовицкая М.В., Захаров М.В. Опыт лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне некомпенсированной ишемии (клинический случай). Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):153-163. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-153-163.

**Cite as:** Khominets V.V., Shchukin A.V., Mikhailov S.V., Shakun D.A., Endovitskaya M.V., Zakharov M.V. [Treatment of the Low Extremity Severe Mechanical Injury with Uncompensated Ischemia (Case Report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):153-163. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-153-163. (In Russian).

Шукин Алексей Вячеславович / Aleksei V. Shchukin; e-mail: ossa.76@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 31.10.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 10.01.2020.

## Treatment of the Low Extremity Severe Mechanical Injury with Uncompensated Ischemia (Case Report)

V.V. Khominets, A.V. Shchukin, S.V. Mikhailov, D.A. Shakun, M.V. Endovitskaya, M.V. Zakharov

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** Discussion of the criteria for decision making “amputation vs. preservation”, when viability of the extremity is uncertain, has been continuing. **The case description.** The lower extremity of a serviceman was injured by a caterpillar tractor. The severity of the damage was determined by the following conditions: open segmental fracture of the femoral diaphysis, 5 cm traction-compression damage of the popliteal artery, acute thrombosis of the popliteal and tibial arteries, sciatic nerve damage, circular detachment of the thigh skin, acute hemorrhage, II degree shock, and uncompensated lower extremity ischemia throughout 24 hours. The MESS score of the injured extremity was 8 indicating that an amputation would have been considered. Nevertheless, we choose the organ preservation solution with the revascularization of the injured limb segment. A multi-stage treatment was carried out including stabilization of bone fragments, primary reconstruction of the popliteal artery to restore the arterial blood flow in the injured extremity, reperfusion injury and myoglobinuria elimination, intensive kidney protection therapy, infection management, skin defects replacement, orthopedic surgery. As a result of the treatment, the injured limb was saved. The femur fracture healed allowing the patient to walk without assistance. **Conclusion.** The use of the programmed surgical treatment for severe mechanical injury of the lower extremity, an individual multi disciplinary approach, assessing the severity of systemic disorders, and timely use of extracorporeal detoxification made it possible to avoid amputation, perform organ preservation surgery, and create favorable conditions for restoring the supporting function of the lower extremity.

**Keywords:** amputation, ischemia, selective plasma exchange, severe limb trauma, surgical infection.

### Введение

Оказание помощи пострадавшим с тяжелой травмой конечностей, сопровождающейся повреждением магистральных сосудов, является серьезной проблемой, поскольку связано с трудностью диагностики, прогнозирования исхода и, соответственно, сложностью определения оптимальной лечебной тактики [1, 2, 3]. В литературе дискутируется вопрос о критериях принятия решения в пользу восстановления магистрального артериального кровотока у пострадавших с сомнительным прогнозом для жизнеспособности конечности либо ампутации конечности по жизненным показаниям [4, 5, 6].

Особая сложность при принятии решения о ревазуляризации сегмента конечности возникает при пограничных состояниях, находящихся между некомпенсированной и необратимой ишемией. Общепринятая тактика при острой артериальной ишемии предполагает восстановление кровотока при некомпенсированной ишемии и ампутацию сегмента конечности — при необратимой (классификация В.А. Корнилова, 1978) [7]. Согласно клиническим рекомендациям Ассоциации сердечно-сосудистых хирургов РФ (2016) [8], для определения тактики лечения острой артериальной ишемии применяют классификацию В.С. Савельева [9].

Другим критерием, определяющим лечебную тактику, является тяжесть повреждения конеч-

ности. С целью объективизации тяжести травмы конечности используют следующие шкалы: шкала оценки тяжести травмы конечностей — Mangled Extremity Severity Score (MESS); прогнозирующий индекс спасения — Predictive Salvage Index (PSI); травма нерва, ишемия, травма мягких тканей, травма скелета, шок и возраст пациента — Nerve injury, Ischemia, Soft-tissue injury, Skeletal injury, Shock, Age of patient Score (NISSSA); индекс спасения конечностей — Limb Salvage Index (LSI).

Однако ряд исследователей в своих публикациях показали недостаточную эффективность вышеуказанных шкал при выборе тактики лечения пострадавших [10, 11].

Решение вопроса о сохранении конечности после тяжелой травмы требует индивидуального подхода в отношении каждого пациента. Эти шкалы помогают в оценке тяжести травмы, но имеют недостаточно полный спектр анализа повреждения в целом. Кроме того, важным моментом при принятии решения о сохранении конечности или ампутации является опыт хирургов, а также диагностические и лечебные возможности медицинского учреждения.

Важным условием для принятия решения о сохранении конечности в условиях длительной некомпенсированной ишемии является готовность к развитию осложнений в виде реперфузионного и мионепротического синдромов, острого

почечного повреждения и необходимость раннего проведения неотложной экстракорпоральной детоксикации.

Мы хотим поделиться опытом успешного лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой конечности, сопровождавшейся некомпенсированной ишемией. В представленном клиническом наблюдении тяжесть травмы конечности и риск развития жизнеугрожающих осложнений, в том числе и инфекционных, в соответствии с общепринятыми шкалами и рекомендациями предполагали целесообразность ампутации, тем не менее наличие бригады сосудистых хирургов и необходимого оборудования позволило сохранить конечность пациента.

Военнослужащий, 23 года, в результате наезда гусеничного тягача получил травму левой нижней конечности. В ЦРБ по месту происшествия пострадавшему оказана помощь в объеме: ПХО, первичный шов раны, фиксация отломков бедренной кости одноплоскостным стержневым аппаратом. При этом повреждение магистрального сосуда не было диагностировано.

Через сутки после травмы пациент был доставлен в клинику военной травматологии и ортопедии. Учитывая наличие очевидных признаков некомпенсированной ишемии нижней конечности (кожа стопы и голени бледная, холодная, венозного кровенаполнения не определялось, стопа в положении подошвенного сгибания, активные и пассивные движения в левом голеностопном суставе резко ограничены, пульсация на подколенной артерии, задней и передней большеберцовых артериях не определялась, тактильная и проприоцептивная чувствительность отсутствовала, нарушение чувствительности по типу гипестезии области нижней трети голени, стопы) взят в экстренную операцию. Внешний вид конечности

пострадавшего, а также рентгенограммы бедра представлены на рисунке 1.

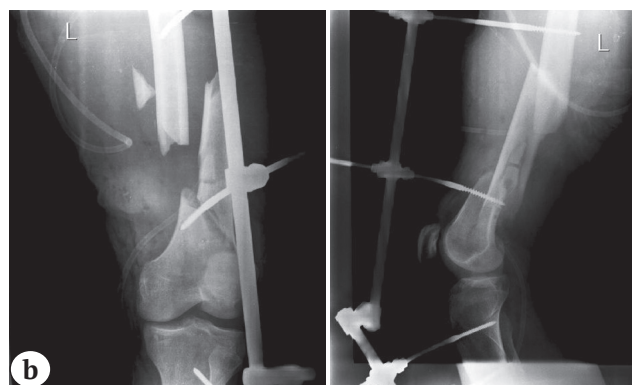
Тяжесть состояния была обусловлена следующими повреждениями и осложнениями:

- открытый (тип IIIС по классификации Gustilo–Anderson) сегментарный перелом диафи-за бедренной кости (32С2);
- тракционно-компрессионное повреждение подколенной артерии на протяжении 5 см;
- острый тромбоз подколенной артерии и артерий голени;
- повреждение седалищного нерва на уровне средней трети бедра;
- циркулярная отслойка кожи бедра на протяжении средней и нижней третей;
- острая кровопотеря тяжелой степени;
- шок II степени;
- некомпенсированная ишемия левой нижней конечности на протяжении первых суток.

Общее состояние пострадавшего по шкале ВПХ-СП составило 22 балла и расценено как тяжелое, тяжесть повреждения по шкале ВПХ-П (МТ) — также тяжелая (7 баллов) [12]. По шкале AIS тяжесть повреждения составила 5 баллов.

В таблице представлены критерии оценки жизнеспособности конечности по шкале MESS.

Состояние конечности в соответствии со шкалой MESS составило 8 баллов, что свидетельствовало о том, что тактикой выбора в данном случае могла быть ампутация. В то же время состояние кровообращения конечности пострадавшего по классификации В.С. Савельева расценено как пограничное, а именно 3А–3Б, что, согласно клиническим рекомендациям Ассоциации сердечно-сосудистых хирургов РФ, могло быть рассмотрено как показание либо к экстренной реваскуляризирующей операции, либо к экстренной ампутации пораженной конечности по жизненным показаниям.



**Рис. 1.** Внешний вид левой нижней конечности пострадавшего при поступлении в клинику на первые сутки после травмы (а) и рентгенограммы левой бедренной кости в двух проекциях (б)

**Fig. 1.** View of the injured left lower extremity upon admission to the hospital on the first day after injury (a) and X-ray of the left femur in two projections (b)

**Шкала оценки тяжести травмы конечности MESS (Mangled Extremity Severity Score)**

<b>A. Повреждение мягких тканей и костей скелета</b>	
Низкая энергия (удар, простой перелом, огнестрельные ранения с низкой скоростью)	1
Средняя энергия (открытые или множественные переломы, смещения)	2
Высокая энергия (огнестрельные ранения с высокой скоростью, сдавление)	3
Очень высокая энергия (упомянутое выше + обильное загрязнение, разрыв мягких тканей)	4
<b>B. Ишемия конечности</b>	
Пульс слабый или отсутствует, но перфузия нормальная	1*
Пульса нет, парестезии, сниженное капиллярное наполнение	2*
Холодная парализованная нечувствительная конечность	3*
<b>C. Шок</b>	
Систолическое давление всегда больше 90 мм рт. ст.	0
Транзиторная гипотензия	1
Постоянная гипотензия	2
<b>D. Возраст</b>	
<30	0
30–50	1
>50	2

\* Баллы удваиваются при продолжительности ишемии свыше 6 ч., 6 баллов и менее — возможность сохранения конечности, 7 баллов и более — показания к ампутации.

Показатели состояния пострадавшего по шкале MESS выделены жирным шрифтом.

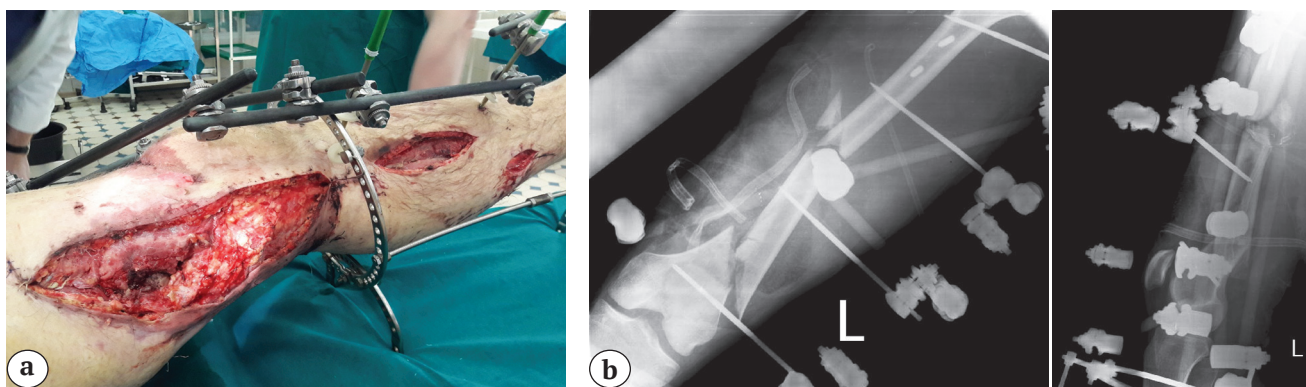
Наличие бригады сосудистых хирургов и необходимого оборудования позволило нам выбрать органосохраняющую тактику лечения, основным элементом которой являлась реваскуляризация. Учитывая пограничное состояние нарушения магистрального кровообращения конечности, мы оценили риск развития реперфузионного синдрома как высокий. Для своевременного купирования возможных осложнений была предусмотрена возможность проведения селективного плазмообмена.

Проведено многоэтапное лечение, основные этапы которого представлены ниже.

1. *Стабилизация костных отломков.* Все элементы стержневого аппарата, наложенного на предыдущем этапе лечения, располагались по передней поверхности бедра и голени, что затрудняло выполнение операции на подколенных сосудах в положении пострадавшего на животе. Это потребовало перемонтажа стержневого аппарата КСТ (комплект сочетанной травмы) на аппарат КСВП (комплект стержневой военно-полевой), располо-

женного по латеральной поверхности. Кроме того, после завершения реваскуляризирующей операции выполнен монтаж аппарата КСВП с возможностью «подвешивания» нижней конечности для исключения сдавления мышц задней группы голени (рис. 2).

2. *Первичная реконструкция подколенной артерии, восстановление артериального кровотока конечности.* Выполнена ревизия бедренно-подколенного сегмента, в ходе которой выявлены полный перерыв подколенной артерии с дефектом на протяжении 5 см и тромбоз подколенной, задней и передней большеберцовой артерий. Произведены тромбэктомия левой подколенной артерии и артерий голени, протезирование подколенной артерии реверсированным участком большой подкожной вены, открытая фасциотомия всех футляров левой голени (рис. 3). Последующее наблюдение за состоянием конечности показало появление отчетливого коллатерального кровотока на 1-е сутки после операции и восстановление магистрального кровотока на 5-е сутки.



**Рис. 2.** Вид конечности (а) и рентгенограммы левого бедра в прямой и боковой проекциях (b) после фиксации аппаратом КСВП

**Fig. 2.** View of the injured limb (a) and X-ray of the left femur in the direct and lateral projections after fixation by the combat rod kit (b)



**Рис. 3.** Интраоперационные фото: а — дефект подколенной артерии; б — тромб, удаленный из подколенной артерии; с — рана латеральной поверхности голени после открытой фасциотомии, видны нежизнеспособные участки мышц

**Fig. 3.** Intraoperative photos: a — popliteal artery defect; b — thrombus removed from the popliteal artery; c — wound of the lateral surface of the lower leg after open c, nonviable muscle areas are visible

3. *Купирование проявлений реперфузионного и мионейропатического метаболического синдромов, интенсивная нефропротективная терапия.* Развитие реперфузионного синдрома со значимыми признаками эндогенной интоксикации, но с сохраненной функцией почек, является показанием к раннему применению таких методов экстракорпоральной детоксикации, как плазмаферез (плазмофильтрация) или селективная плазмофильтрация (плазмообмен). В 1-е сутки после ревазуляризации нижней конечности отмечены лабораторные признаки развития посттравматического рабдомиолиза и реперфузионного синдрома, концентрация миоглобина в крови на вторые сутки достигла значений 40105 нг/мл при норме 17,4–105,7 нг/мл, активность креатинкиназы крови составила — 31323 МЕ/л при норме

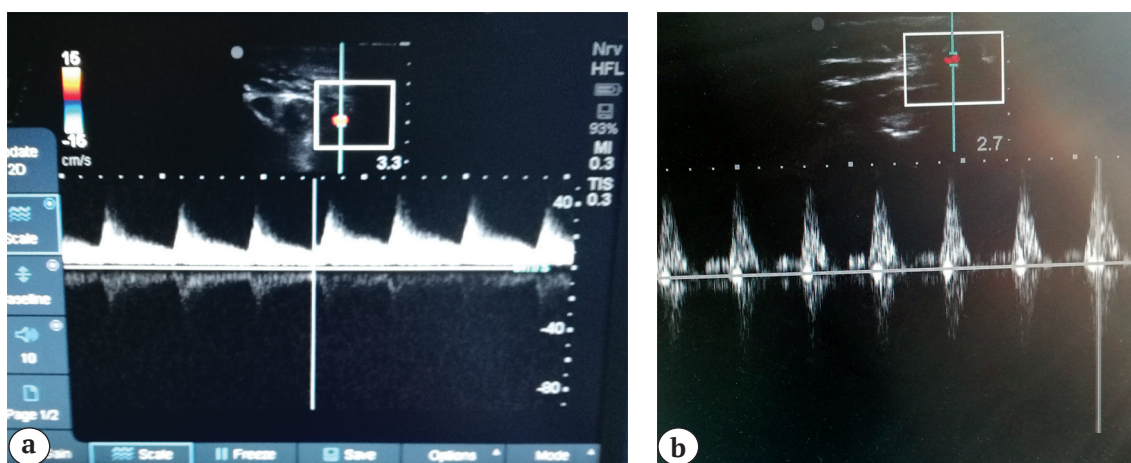
38–174 МЕ/л. Мы провели лечение, направленное на купирование проявлений этих синдромов, которое включало в себя открытую фасциотомию всех футляров левой голени, ежедневные ревизии мышц голени через фасциотомные доступы и иссечение их нежизнеспособных участков. Также была иссечена явно нежизнеспособная кожа в зоне ее обширной циркулярной отслойки площадью 4%. Кроме того, проведено пять сеансов селективного плазмообмена. Включение этих методов в состав интенсивной терапии позволило добиться снижения выраженности эндогенной интоксикации за счет элиминации из системного кровотока крупномолекулярных продуктов миолиза, прежде всего миоглобина, и предупредить развитие острой почечной недостаточности. Селективная плазмофильтрация является наиболее эффек-

тивным методом экстракорпоральной детоксикации при синдроме длительного сдавления по сравнению с плазмаферезом. Для этого в палате интенсивной терапии было развернуто оборудование, позволяющее применить эту методику. Использование такого комплекса хирургических и детоксикационных мероприятий позволило купировать реперузионный и мионефропатический синдром к 7-м суткам после ревазуляризации. Динамика восстановления кровотока показана на рисунке 4.

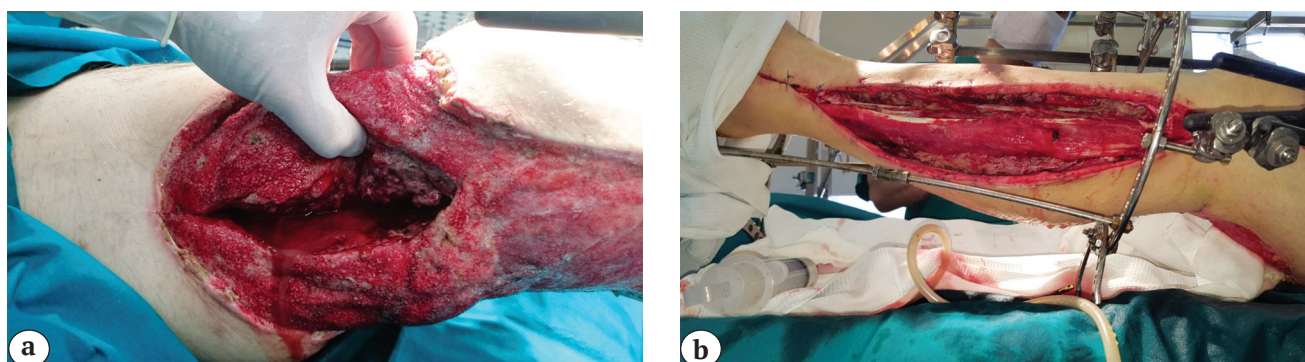
4. *Борьба с инфекционными осложнениями.* Несмотря на проводимую профилактику инфекционных осложнений в виде ежедневных некрэктомий и антибиотикопрофилактики, у пострадавшего на 12-е сутки отмечено появление множественных межмышечных и параоссалных абсцессов. При бактериологическом исследова-

нии выявлен возбудитель — *Klebsiella pneumoniae*. На рисунке 5 продемонстрированы гнойные затеки и мозаичные некрозы мышц.

На этом этапе лечения пострадавшего был поднят вопрос о возможности ампутации в связи с развившимся гнойным осложнением. Тем не менее конечность сохраняла жизнеспособность, о чем свидетельствовали адекватный кровоток в подколенной артерии и артериях голени. Признаки генерализации воспалительного ответа также не определялись (отрицательный прокальцитониновый тест и стерильный посев крови). Промежуточный фрагмент бедренной кости лишен надкостницы, однако при его рассверливании получено отчетливое кровотечение, что свидетельствовало о сохраненном кровоснабжении и перспективности консолидации. Таким образом, абсолютных показаний к ампутации левой



**Рис. 4.** Динамика восстановления кровотока: а — коллатеральный кровоток на 1–2-е сутки; б — магистральный кровоток на 5–6-е сутки  
**Fig. 4.** Dynamics of blood flow restoration: а — collateral blood flow on day 1–2; б — direct blood flow on the days 5–6



**Рис. 5.** Инфекционные осложнения: а — гнойный затек, сформировавшийся в гюнтеровом канале левого бедра; б — мозаичные некрозы мышц латеральной группы голени  
**Fig. 5.** Infectious complications: а — purulent leak into the Hunter's canal of the left thigh; б — mosaic necrosis of the lateral group muscles of the leg

нижней конечности не было, однако при утяжелении общего состояния пострадавшего вследствие генерализации инфекционного процесса мы были готовы выполнить ампутацию нижней конечности по жизненным показаниям.

Многочисленные вторичные хирургические обработки и антибактериальная этиотропная терапия позволили купировать гнойный процесс на 11-е сут. Несмотря на этапные некрэтомии мышц голени удалось сохранить жизнеспособные латеральную головку икроножной и часть камбаловидной мышцы, а также часть длинного сгибателя пальцев стопы. К сожалению, все мышцы передней и наружной групп погибли и были иссечены. Явный мышечный дисбаланс привел к возникновению стойкого эквинусного положения стопы и когтеобразной деформации пальцев.

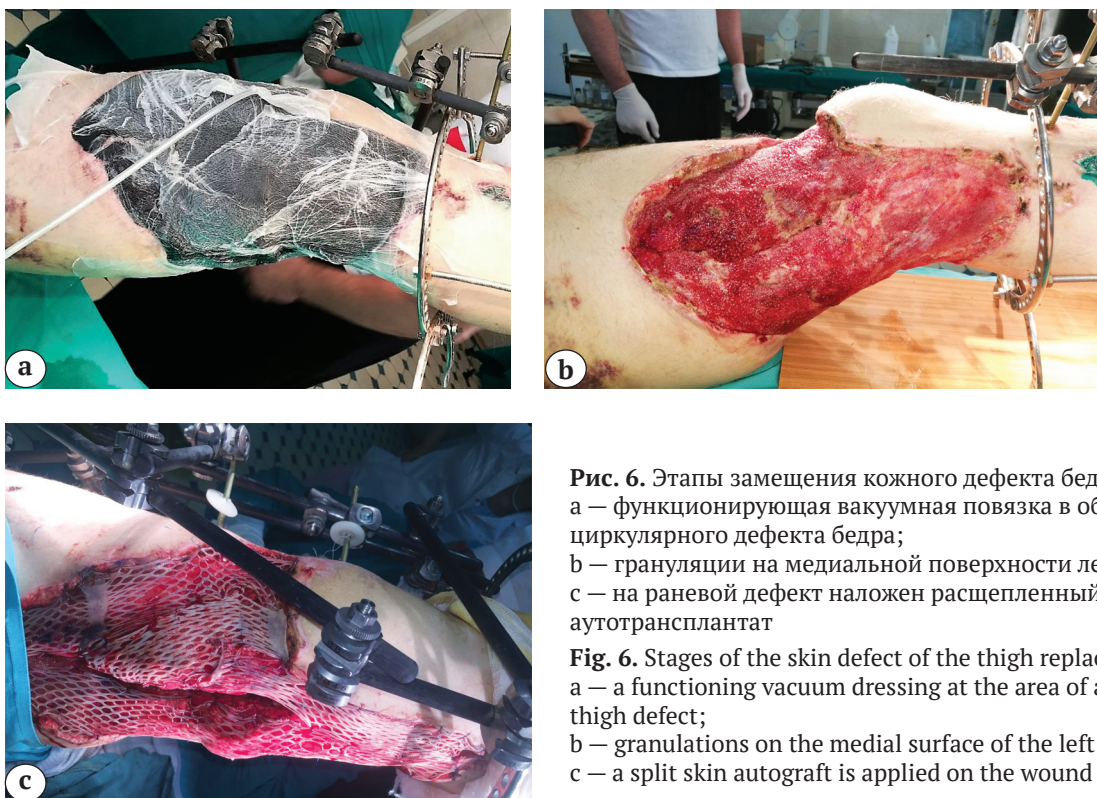
К этому этапу лечения пострадавший находился в четвертом периоде травматической болезни, что позволило приступить к активизации больного, замещению дефектов кожи и выполнению ортопедических операций.

5. *Замещение дефектов кожи.* После купирования инфекционного осложнения на первый план вышла проблема замещения циркулярного дефекта кожи бедра после некрэтомии, выполненной по поводу ее отслойки. Для подготовки реципи-

ентной зоны применена терапия отрицательным давлением в течение 10 сут., после чего выполнено закрытие дефекта расщепленным кожным ауто-трансплантатом. Этапы замещения кожного дефекта бедра показаны на рисунке 6. Приживление ауто-трансплантата прошло без осложнений. Раны после открытой фасциотомии на голени были ушиты. Значительный дефицит мышц после некрэтомии позволил ушить раны без натяжения кожи (рис. 7).

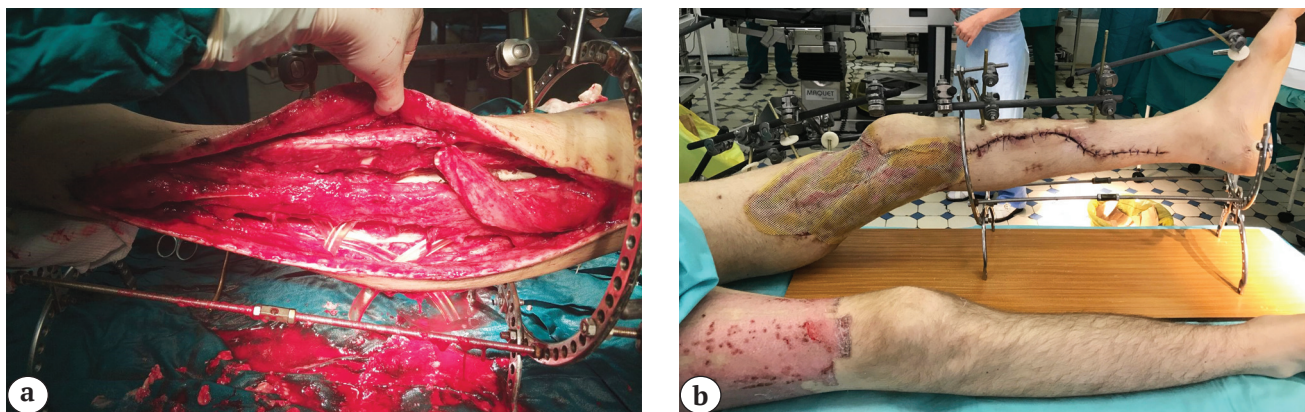
6. *Выполнение ортопедической коррекции положения стопы* потребовалось вследствие стойкого эквинусного положения и когтеобразной деформации пальцев. Учитывая бесперспективность восстановления движений в голеностопном суставе, мы выполнили фиксацию голеностопного сустава в аппарате Илизарова в среднефизиологическом положении, удобном для опоры после удлиняющей ахиллотомии и пересечения сухожилий сгибателей пальцев стопы. Пальцы интраоссально зафиксированы спицами в выпрямленном положении. Фиксация голеностопного сустава в аппарате до достижения фиброзного анкилоза потребовалась в течение 2,5 мес. (рис. 8).

Метод внешнего остеосинтеза для сращения бедренной кости выбран как окончательный. Стержневой аппарат КСВП заменен на аппарат Илизарова через 1,5 мес. после травмы (рис. 9).



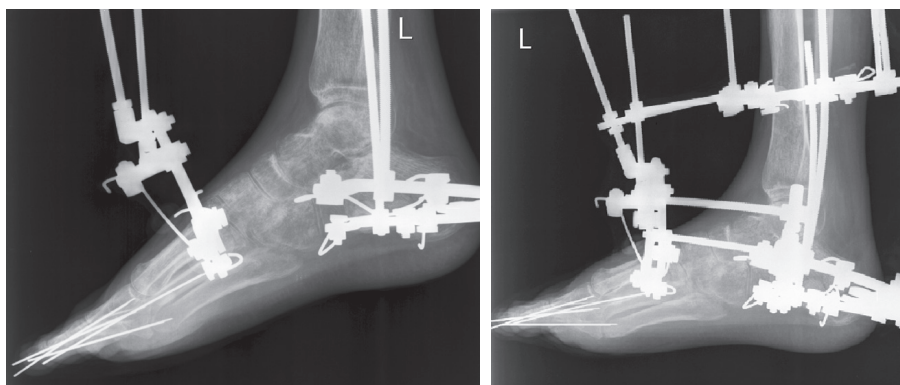
**Рис. 6.** Этапы замещения кожного дефекта бедра: а — функционирующая вакуумная повязка в области циркулярного дефекта бедра; б — грануляции на медиальной поверхности левого бедра; с — на раневой дефект наложен расщепленный кожный ауто-трансплантат

**Fig. 6.** Stages of the skin defect of the thigh replacement: а — a functioning vacuum dressing at the area of a circular thigh defect; б — granulations on the medial surface of the left thigh; с — a split skin autograft is applied on the wound defect



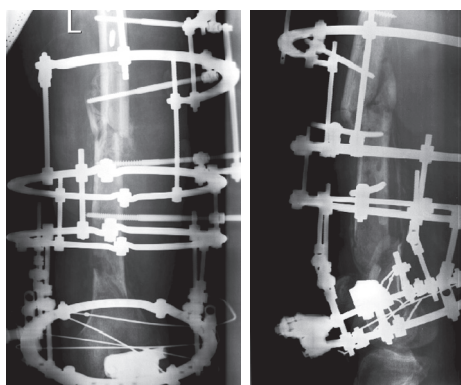
**Рис. 7.** Дефицит мышц после некрэтомии левой голени (а), рана после открытой фасциотомии на голени ушита без натяжения (b)

**Fig. 7.** Muscle deficiency after necrectomy of the left lower extremity (a); the wound after open fasciotomy on the lower extremity is sutured without tension (b)



**Рис. 8.** Этапы устранения эквинусного положения стопы при помощи аппарата Илизарова

**Fig. 8.** Stages of eliminating the equinus position of the foot using the Ilizarov apparatus



**Рис. 9.** Рентгенограммы левой бедренной кости в прямой и боковой проекциях после остеосинтеза аппаратом Илизарова

**Fig. 9.** X-ray of the left femur in the direct and lateral projections after osteosynthesis with Ilizarov apparatus

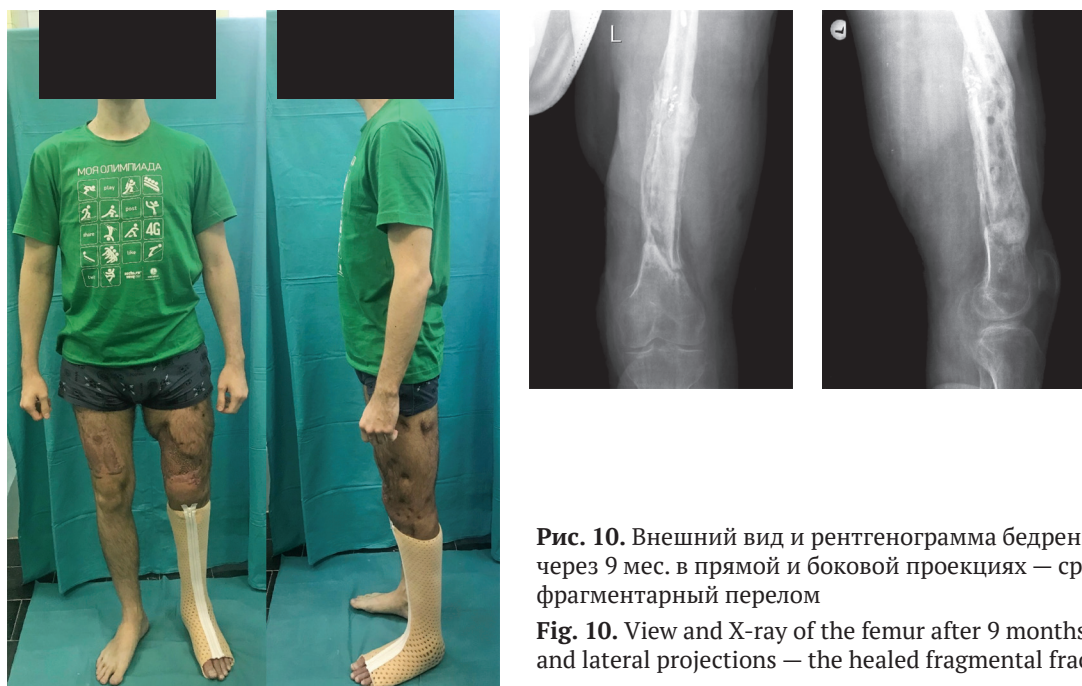
На протяжении всего лечения пострадавший получал реабилитационное лечение: ГБО, ЛФК, нутриционную терапию. Срок стационарного лечения в клинике составил 3 мес. В последующем пациент находился под наблюдением специалистов клиники с возможностью проведения медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения. Перелом бедренной кости сросся через 9 мес. Аппарат Илизарова снят.

В настоящее время у больного имеются:

- сросшийся перелом бедренной кости,
- компенсированное кровообращение левой нижней конечности,
- сохраненная проприоцептивная чувствительность левой стопы,
- стойкая разгибательная контрактура левого коленного сустава,
- фиброзный анкилоз левого голеностопного сустава (рис. 10).

Пациент ходит без дополнительных средств опоры.





**Рис. 10.** Внешний вид и рентгенограмма бедренной кости через 9 мес. в прямой и боковой проекциях — сросшийся фрагментарный перелом

**Fig. 10.** View and X-ray of the femur after 9 months in the direct and lateral projections — the healed fragmental fracture

## Обсуждение

Лечение пострадавших с тяжелой скелетной травмой, сопровождающейся повреждением магистральных сосудов, является сложной проблемой как для принятия тактических решений, так и непосредственной реализации хирургической программы.

В настоящее время традиционная тактика лечения таких пострадавших основывается на классификации В.А. Корнилова (1978), которая предполагает выполнение ампутации сегмента конечности при необратимой, а также при продолжительной некомпенсированной ишемии [13].

Также в качестве алгоритма могут быть рассмотрены клинические рекомендации Ассоциации сердечно-сосудистых хирургов Российской Федерации (АССХ РФ), согласно которым при степени ишемии 3А – 3Б могут быть выполнены как экстренная ревазуляризирующая операция, так и ампутация [8].

Например, И.Е. Новак с соавторами в статье, посвященной тактике лечения пострадавших с вывихом голени, осложненным повреждением подколенной артерии, подтверждают необходимость ампутации на уровне бедра при развитии острой почечной недостаточности после ревазуляризации [14]. Также, по мнению Д.Д. Султанова с соавторами, хирургическая тактика при травматических повреждениях артерий голени зависит от тяжести общего состояния и степени ишемии конечности. При этом частота показаний к ампутациям по первичным и вторичным показаниям достигает 26,6% [15].

Необходимо отметить, что в изученных нами литературных источниках, посвященных проблеме принятия тактических решений при развитии осложнений в виде реперфузионного и мионекротического синдромов после ревазуляризации, однозначно рекомендована ампутация сегмента конечности по жизненным показаниям [16, 17, 18].

В представленном нами клиническом случае успешного лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне длительной некомпенсированной ишемии, развившейся в результате повреждения и тромбоза подколенной артерии и артерий голени, запрограммированное применение селективного плазмообмена и активной хирургической тактики позволило купировать жизнеугрожающие осложнения, сохранить жизнеспособность конечности и создать условия для восстановления ее опорной функции.

Несмотря на благоприятный исход, подобная тактика не может быть рекомендована для широкого применения. Решение о ревазуляризации и сохранении конечности должно приниматься взвешенно и коллегиально с детальным учетом состояния, прежде всего, самого больного и конечности в частности, а также возможностей лечебного учреждения.

## Этика публикации

Пациент дал информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### Вклад авторов

Хоминец В.В. — подготовка, редактирование текста.

Шукин А.В. — написание текста, подготовка иллюстраций.

Михайлов С.В. — редактирование текста, обзор литературы.

Шакун Д.А. — редактирование текста.

Ендовицкая М.В. — редактирование текста, обзор литературы.

Захаров М.В. — редактирование текста.

#### Литература [References]

1. Абышов Н.С., Алиев Э.Н. Результаты хирургического лечения сочетанных травм сосудов и костей конечностей. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2007;(9):54-58.  
Abyshov N.S., Aliev E.N. [Results of surgical treatment of combined trauma of extremities vessels and bones]. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova* [Pirogov Russian Journal of Surgery]. 2007;(9):54-58. (In Russian).
2. Губочкин Н.Г., Гайдуков В.М., Микитюк С.И. Лечение пострадавших с огнестрельными ранениями и повреждениями сосудов конечностей. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2015;(4):38-41.  
Gubochkin N.G., Gaidukov V.M., Mikityuk S.I. [Treating patients with gunshot wounds and injuries of limb vessels]. *Mediko-biologicheskiye i sotsial'no-psikhologicheskoye problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015;(4):38-41. (In Russian).
3. Самохвалов И.М., Рева В.А., Пронченко А.А., Петров А.Н. Оказание догоспитальной помощи пострадавшим с повреждениями магистральных сосудов конечностей в мегаполисе. *Врач скорой помощи*. 2012;(9):17-23.  
Samokhvalov I.M., Reva V.A., Pronchenko A.A., Petrov A.N. [Prehospital medical aid administration for sufferers having damage to the main vessels of the extremities in megapolis]. *Vrach skoroy pomoshchi*. 2012;(9):17-23. (In Russian).
4. Clouse W.D., Rasmussen T.E., Peck M.A., Eliason J.L., Cox M.W., Bowser A.N. et al. In-theater management of vascular injury: 2 years of the Balad Vascular Registry. *J Am Coll Surg*. 2007;204(4):625-632. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.01.040.
5. Owens B.D., Belmont P.J. Combat orthopedic surgery: lessons learned in Iraq and Afghanistan. Thorofare: SLACK Incorporated; 2011. 328 p.
6. Covey D.C., Born C.T. Blast injuries: mechanics and wounding patterns. *J Surg Orthop Adv*. 2010;19(1):8-12.
7. Самохвалов И.М., Рева В.А. Вклад профессора В.А. Корнилова (1937-1993) в сосудистую хирургию. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014;(3):142-144.  
Samokhvalov I.M., Reva V.A. [Contribution of professor V.A. Kornilov (1937-1993) to vascular surgery]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2014;(3):142-144. (In Russian).
8. Заболевания артерий нижних конечностей: клинические рекомендации. 2016. Режим доступа: <https://racvs.ru/clinic/files/2016/Diseases-lower-limb-arteries.pdf>.  
Arterial disease of the lower extremities: clinical recommendations. 2016. Available from: <https://racvs.ru/clinic/files/2016/Diseases-lower-limb-arteries.pdf>.
9. Савельев В.С., Затевахин И.И., Степанов Н.В., Кошкин В.М. Клиническая классификация ишемии конечностей и тактика лечения при острой эмболической артериальной непроходимости. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1974;(11):7-13.  
Savel'ev V.S., Zatevahin I.I., Stepanov N.V., Koshkin V.M. [Clinical classification of limb ischemia and treatment tactics in acute embolic arterial obstruction]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova* [Grekov's Bulletin of Surgery]. 1974;(11):7-13. (In Russian).
10. Schirò S.R., Sessa S., Piccioli A., Maccauro G. Primary amputation vs limb salvage in mangled extremity: a systematic review of the current scoring system. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;(16):372. doi: 10.1186/s12891-015-0832-7.
11. Bosse M.J., MacKenzie E.J., Kellam J.F., Burgess A.R., Webb L.X., Swiontkowski M.F. et al. A prospective evaluation of the clinical utility of the lower-extremity injury-severity scores. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83(1):3-14. doi: 10.2106/00004623-200101000-00002.
12. Гуманенко Е.К., Козлов В.К. Политравма. М.: ГЭОТАР-Медицина; 2008. с. 71-73; 86-95.  
Gumanenko E.K., Kozlov V.K. Politravma [Politrauma]. М.: GEOTAR-Medicine; 2008. p. 71-73; 86-95. (In Russian).
13. Клиническая ангиология : руководство для врачей. Под ред. А.В. Покровского. Москва: Медицина; 2004. Т. 1. 808 с.  
[Clinical Angiology]. Ed. by A.V. Pokrovsky. Moscow: Medicine; 2004. Vol. 1. 808 p.
14. Новак И.Е., Федоров К.С., Савчук А.В. Алгоритм лечения вывиха голени, осложненного повреждением подколенной артерии. В кн.: *Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины*. Волгоград; 2018. с. 148-149.  
Novak I.E., Fedorov K.S., Savchuk A.V. [Algorithm for the treatment of dislocation of the leg, complicated by damage to the popliteal artery]. In: [Actual problems of experimental and clinical medicine]. Volgograd; 2018. p. 148-149. (In Russian).
15. Султанов Д.Д., Усманов Н.У., Курбанов У.А., Баратов А.К., Курбанов Н.Р. Хирургическая тактика при травматических повреждениях артерий голени. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2003;9(2):111-117.  
Sultanov D.D., Usmanov N.U., Kurbanov U.A., Baratov A.K., Kurbanov N.R. [Surgical tactics for traumatic injuries of the lower leg arteries] *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2003;9(2):111-117. (In Russian).
16. Костырной А.В., Потапенков М.А., Аргунова А.Э., Чорнобрывый В.И. Выбор тактики хирургического вмешательства при травматическом повреждении сосудов. *Вестник науки и образования*. 2017;(1):95-97.  
Kostyrnoj A., Potapenkov M., Argunova A., Chornobryvyj V. [Choice of tactics of surgical interventions for traumatic vascular injury] *Vestnik nauki*

- i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education]. 2017;(1):95-97. (In Russian).
17. Султанов Д.Д., Усманов Н.У., Баратов А.К., Гаиров А.Д., Курбанов У.А., Курбанов Н.Р. Травматические повреждения подколенной и берцовых артерий: особенности ишемии конечности и вопросы хирургической тактики. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2004;10(3):104-113.
- Sultanov D.D., Usmanov N.U., Baratov A.K., Gaibov A.D., Kurbanov U.A., Kurbanov N.R. [Traumatic injuries of the popliteal and tibial arteries: limb ischemia and problems of surgical management]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2004;(3):104-113. (In Russian).
18. Catalano M. Epidemiology of critical limb ischaemia: north Italian data. *Eur J Med*. 1993;2(1):11-14.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Хоминец Владимир Васильевич* — д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры (клиники) военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии, главный травматолог МО РФ, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Шукун Алексей Вячеславович* — канд. мед. наук, начальник отделения клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Михайлов Сергей Владимирович* — канд. мед. наук, доцент кафедры военной травматологии и ортопедии, Военно-медицинской академии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Шакун Дмитрий Анатольевич* — канд. мед. наук, старший преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Ендовицкая Мария Владимировна* — сосудистый хирург клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

*Захаров Михаил Владимирович* — канд. мед. наук, заместитель начальника кафедры нефрологии и эфферентной терапии, Военно-медицинской академии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург

## AUTHORS' INFORMATION:

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

*Aleksei V. Shchukin* — Cand. Sci. (Med.), Head of the Traumatology and Orthopedics Clinic's Unit, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Sergei V. Mikhailov* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of the Military Traumatology and Orthopedics Department, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitrii A. Shakun* — Cand. Sci. (Med.), Senior Professor of the Military Traumatology and Orthopedics Department, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Maria V. Endovitskaya* — Vascular Surgeon of the Military Traumatology and Orthopedics Department, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Mikhail V. Zakharov* — Cand. Sci. (Med.), Deputy Head of the Department of Nephrology and Efferent Therapy, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

## Киста головки плечевой кости как следствие локального введения бетаметазона (случай из практики)

П.Г. Коган, И.Ш. Курбанов, С.А. Ласунский, Д.В. Чугаев, Е.П. Сорокин,  
А.И. Гудз, М.А. Лиськов, В.В. Трушников

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

### Реферат

Мощный противовоспалительный эффект и широта применения кортикостероидов стали причиной их широкого использования в лечении заболеваний и травм плечевого сустава. Мы описываем случай опухолеподобной кисты проксимального отдела плечевой кости после внутрисуставной инъекции глюкокортикоидов (ГКС) у 43-летней женщины. В современной медицинской литературе описаны разнообразные осложнения после инъекций ГКС, но мы не обнаружили других описанных случаев опухолеподобной кисты проксимального отдела плечевой кости, ассоциированной с внутрисуставной инъекцией ГКС. Это может быть недооцененным явлением или уникальным случаем. В любом случае, о данном клиническом примере должны быть осведомлены все врачи, выполняющие лечебно-диагностические медикаментозные блокады крупных суставов. Мы предполагаем, что это осложнение может быть предотвращено путем четкого понимания анатомии плечевого сустава и современных методов визуализации, таких, как УЗИ-навигация.

**Ключевые слова:** плечевой сустав, киста плечевой кости, разрыв надостной мышцы, ротаторная манжета, костная аллопластика, глюкокортикоиды.

doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-164-172

## Bone Cyst of Proximal Humerus after Local Betamethasone Injection (Case Report)

P.G. Kogan, I.Sh. Kurbanov, S.A. Lasunsky, D.V. Chugaev, E.P. Sorokin, A.I. Gudz,  
M.A. Lis'kov, V.V. Trushnikov

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

### Absrtact

A potent anti-inflammatory effect and wide application of corticosteroids were the origin of their extensive use for treatment of diseases and injuries of the shoulder joint. The authors describe a clinical case of tumor-like cyst in the proximal humerus after intra-articular injection of glucocorticosteroid (GCS) in a 43 year old woman. Current medical literature reports various complications following GCS injections but the authors found no other cases of tumor-like cyst in proximal humerus associated with intra-articular GCS injection. This can be an underestimated phenomenon or a unique case. In any case, all physicians performing treatment and diagnostics medication blockades of the large joints should be aware of this occurrence. The authors assume that such complication can be prevented by clear understanding of shoulder joint anatomy and current visualization techniques such as ultrasound navigation.

**Keywords:** shoulder joint, humerus cyst, rupture of supraspinatus muscle, rotator cuff, bone allografting, glucocorticosteroids.

Коган П.Г., Курбанов И.Ш., Ласунский С.А., Чугаев Д.В., Сорокин Е.П., Гудз А.И., Лиськов М.А., Трушников В.В. Киста головки плечевой кости как следствие локального введения бетаметазона (случай из практики) Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):164-172. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-164-172.

**Cite as:** Kogan P.G., Kurbanov I.Sh., Lasunsky S.A., Chugaev D.V., Sorokin E.P., Gudz A.I., Lis'kov M.A., Trushnikov V.V. [Bone Cyst of Proximal Humerus after Local Betamethasone Injection (Case Report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):164-172. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-164-172. (In Russian).

✉ Коган Павел Геннадьевич / Pavel G. Kogan; e-mail: pgkogan@rniito.ru

Рукопись поступила/Received: 04.10.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 10.12.2019.

## Введение

Боль в области плечевого сустава занимает третье место среди всех видов мышечно-скелетной боли [1]. В литературе отмечается большая вариативность данных о частоте болевого синдрома. Так, H.S. Picavet и J.S. Schouten сообщают, что до 20,9% людей в популяции отмечают боль в области плечевого сустава [2]. J.J. Luime с соавторами обнаружили, что от 4,6 до 47,0% людей страдают от хронической боли в области плечевого сустава [3]. Разброс цифр объясняется различными причинами болевого синдрома, возрастной категорией больных, гендерными различиями [4, 5, 6, 7]. В подавляющем большинстве случаев такие патологические состояния не всегда правильно диагностируются и, как следствие, подвергаются некорректному лечению. К наиболее частым повреждениям плечевого сустава, приводящим к развитию хронического болевого синдрома, относятся частичные или неполнослойные разрывы сухожилий ротаторной манжеты плеча различной этиологии. Разбору одного из таких клинических случаев и посвящена данная статья.

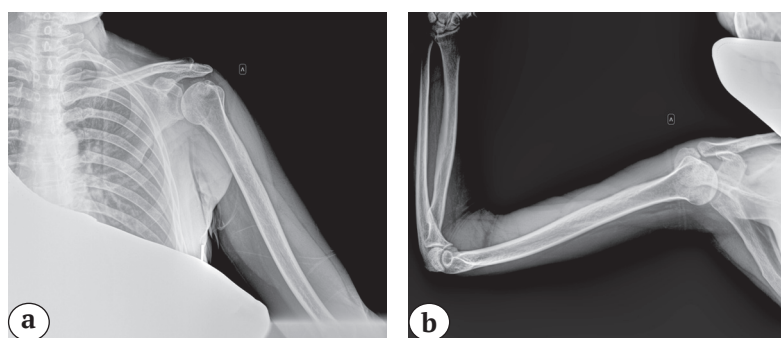
## Материал и методы

Больная К., 43 лет, поступила в клинику с диагнозом: киста головки левой плечевой кости неясной этиологии, частичное повреждение сухожилий мышц ротаторной манжеты левого плеча, синдром субакромиального импиджмента.

На рентгенограммах левого плечевого сустава в прямой и аксиальной проекциях в области боль-

шого бугорка плечевой кости было визуализировано просветление овальной формы размерами 1,5×1,0 см с зоной склероза по периферии и признаками кальцифицирующего тендинита сухожилия надостной мышцы (рис. 1).

Из анамнеза стало известно, что около года назад больная получила бытовую низкоэнергетическую травму в результате рывкового действия левой верхней конечностью, после чего появился выраженный болевой синдром в плечевом суставе с ограничением объема движений в нем. При обращении к врачу амбулаторно данное патологическое состояние было расценено как левосторонний плече-лопаточный периартрит. В течение месяца пациентка лечилась консервативно: принимала нестероидные противовоспалительные препараты (местно и внутрь). Болевой синдром не был купирован, и хирургом в поликлинике пациентке была однократно выполнена медикаментозная блокада левого плечевого сустава с введением суспензии бетаметазона. Пациентка отмечает, что при непосредственном введении препарата ощущала «невыносимую боль на кончике иглы». После выполненной лечебной манипуляции больная ощутила временный положительный эффект, боль в плечевом суставе уменьшилась. Однако через месяц она начала отмечать появление иного по характеру интенсивного болевого синдрома в области плеча, особенно в точке, где была произведена инъекция. Появилось нарастающее ограничение движений в плечевом суставе, в связи с чем пациентке была выполнена МРТ (рис. 2).



**Рис. 1.** Рентгенограммы левого плечевого сустава пациентки:

а — прямая проекция: визуализируется просветление овальной формы 1,5×1,0 см с зоной склероза по периферии и признаками кальцифицирующего тендинита надостной мышцы;

б — аксиальная проекция: образование в этой проекции не визуализируется из-за плоскостного наложения акромиального отростка лопатки

**Fig. 1.** X-rays of left shoulder of the patient:

а — AP view: a lucent oval shape with dimensions of 1.5×1.0 cm is visualized with a circumferential sclerosis and signs of calcifying tendinitis of supraspinatus muscle;

б — axial view: formation is not seen in this plane due to superposition of acromion



**Рис. 2.** МРТ левого плечевого сустава пациентки: томограммы во фронтальной (T1 режим) (а), сагиттальной (T2 режим) (b) и горизонтальной (T2 режим) (с) плоскостях. Во всех проекциях визуализируется объемное внутрикостное образование 1,5×1,0×1,0 см, с четкими границами, дегенеративное повреждение сухожилия надостной мышцы. Признаки кальцифицирующего тендинита надостной мышцы

**Fig. 2.** MRI of the left shoulder: frontal scans (T1 mode) (a), sagittal scans (T2 mode) (b) and horizontal scans (T2 mode) (c). All planes demonstrate an infrabony formation with dimensions of 1.5×1.0×1.0 cm with clear contours, degenerative injury of supraspinatus tendon. Signs of calcifying tendinitis of supraspinatus muscle

Заключение врача-рентгенолога: МР-картина участка структурных изменений в переднем отделе большого бугорка головки левой плечевой кости размером 1,5×1,0×1,0 см. МР-признаки повреждения надостной мышцы, вероятно дегенеративного генеза, МР-картина мелких участков понижения интенсивности МР-сигнала во всех типах взвешенности в структуре сухожильной части надостной мышцы — вероятно, участки обызвествления как проявление кальцифицирующего тендинита. Умеренный теносиновит сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча. Минимальный бурсит подсухожильных сумок клювоплечевой и подлопаточной мышц. МР-признаки деформирующего артроза левого плечевого сустава I ст. с мелкими костными кистами головки плечевой кости. МР-картина небольших дегенеративных изменений сухожилий подлопаточной и подостной мышц, внутрисуставной части сухожилия длинной головки бицепса. МР-признаки линейного участка повышенного МР сигнала в проекции передне-верхних отделов суставной губы гленоида. Нельзя исключить ее повреждение.

После выполнения МРТ пациентка была проконсультирована в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, где онкопатология была исключена, но для установки корректного диагноза было рекомендовано выполнение гистологического исследования содержимого.

Во время госпитализации пациентке было выполнено стандартное клиническое обследование, которое не выявило отклонений от референтных

значений. Сбор анамнеза жизни, лабораторно-инструментальные исследования не показали какого-либо отклонения от нормальных показателей, установили отсутствие признаков системных заболеваний, а также воздействия профессиональных и иных экзогенных вредностей.

После обследования и клинического обсуждения 21.11.2018 пациентке было выполнено открытое оперативное вмешательство: артротомия, эксхохлеация кисты, костная аллопластика, шов надостной мышцы. В ходе операции был выполнен верхнелатеральный доступ к плечевому суставу (по Bigliani): тупо разведена дельтовидная мышца, дополнительно частично отсепарована от акромиального отростка лопатки. Обнажена и удалена поддельтовидная сумка. Продольно рассечена надостная мышца, определена локализация кисты. Выявлен частичный разрыв надостной мышцы в зоне ее фиксации к большому бугорку и проекции костной кисты. Надостная мышца мобилизована от места прикрепления в области большого бугорка плечевой кости и зоны костной кисты (рис. 3). При вскрытии кисты выделилась коллоидная взвесь молочного цвета, по периферии кисты визуализирована фиброзная капсула белого цвета с кристаллическими включениями.

Капсула и киста были эксхохлеированы до здоровой кости. Произведена костная аллопластика дефекта (губчатая аллокость с кортикальной пластинкой адаптированы по размеру дефекта и плотно импактированы в него). Объем восполненного дефекта составил примерно 2,5 см<sup>3</sup>. Произведены шов и фиксация надостной мышцы якорным фик-

сатором и чрескостным швом. Чрескостно к акромиальному отростку лопатки была рефиксирована отсепарованная часть дельтовидной мышцы. Дренажирование раны не осуществляли. Левая верхняя конечность была иммобилизирована ортезом с отведением до 40–45°. Послеоперационный период протекал благоприятно, рана зажила первичным натяжением, пациентка выписана на 7-е сутки. Протокол послеоперационного ведения соответствовал протоколу послеоперационного ведения больных с повреждениями надостной мышцы. На послеоперационных рентгенограммах, выполненных на следующие сутки после операции, визуализировалось полное заполнение дефекта костной ткани (рис. 4).

При гистологическом исследовании тканевого биоптата была выявлена картина, напоминающая начальную стадию подагры: гомогенные массы с дольчатостью структуры и включениями кристаллов (по предварительному заключению патоморфолога, кристаллов мочевой кислоты) со слабой перифокальной клеточной реакцией (что также не характерно для подагрического поражения, так как инфильтрация значительно более выражена при подагрических очагах в тканях) (рис. 5). Учитывая неоднозначные выводы, было

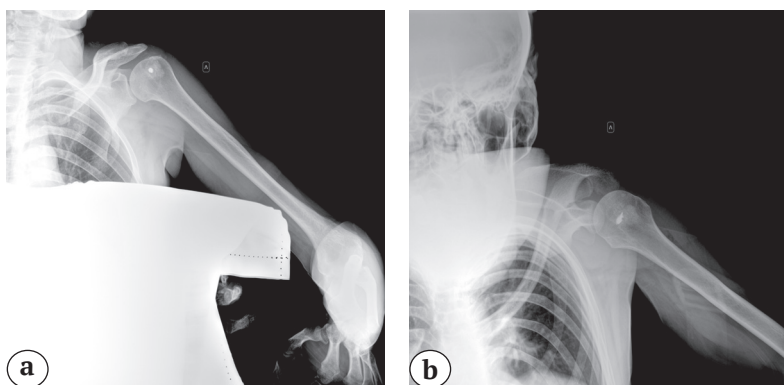
выполнено повторное исследование препарата с учетом интраоперационных, клинико-лабораторных и инструментальных данных. Гомогенные массы возможно трактовать как некротический детрит с включениями кристаллов бетаметазона дипропионата. Учитывая иммуносупрессивный эффект последнего, возможно этим и объясняется слабая перифокальная клеточная реакция.

На контрольном осмотре через месяц после оперативного вмешательства объем движений в плечевом суставе после снятия отводящей шины: сгибание 40°, разгибание 0°, отведение 35°, приведение 0°, внутренняя ротация 10°, наружная ротация 5°. Послеоперационный рубец без особенностей. Периферических неврологических и сосудистых расстройств нет. Жалобы на незначительную боль при движениях и ограничение амплитуды движений в плечевом суставе. Характер болевого синдрома изменился. Рентгенологически не отмечается признаков лизиса аллотрансплантата (рис. 6). На контрольном осмотре через 2 мес. после выполненной операции: больная жалоб не предъявляет, болевой синдром отсутствует, отмечается хороший функциональный результат, объем движений полный. Оценка по шкале Constant — 92 балла.



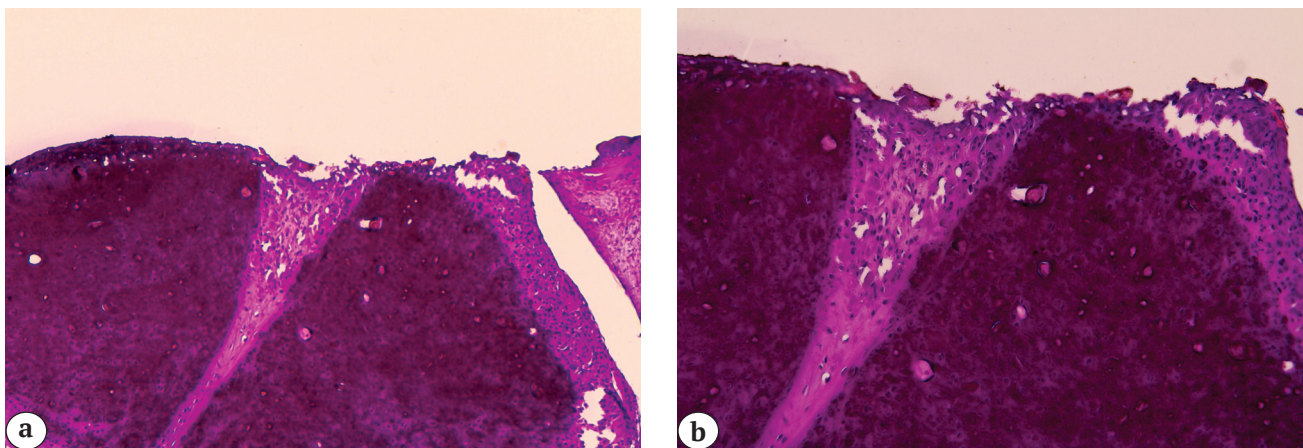
**Рис. 3.** Вид операционной раны. Визуализируется акромиальный отросток лопатки, разведенные между передней и средней порциями края дельтовидной мышцы. Сухожилие надостной мышцы прошито, взято на держалки и отведено дорсально. На дне раны визуализируется отверстие экскохлеированной кисты

**Fig. 3.** Surgical wound image. Acromion, borders of deltoid muscle divided between anterior and medial portions. Sutured supraspinatus tendon moved dorsally. Wound floor visualizes the opening of removed cyst



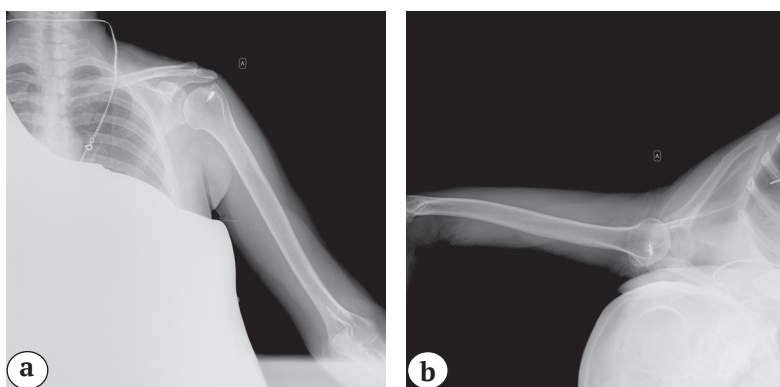
**Рис. 4.** Рентгенограммы плечевого сустава в прямой (а) и аксиальной (б) проекциях; визуализируются импактированный костный трансплантат и титановый якорный фиксатор

**Fig. 4.** Shoulder X-rays in AP (a) and axial (b) views; impacted bone graft and titanium anchor fixator



**Рис. 5.** Результаты гистологического исследования содержимого кисты. Визуализируется гомогенная масса с вкраплениями белых кристаллов. Отчетливо отмечается дольчатость структуры ткани и незначительная инфильтрация по периферии долек. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 200$  (a),  $\times 250$  (b).

**Fig. 5.** Homogenous mass with speckles of white crystals. Lobulated tissue structure is clearly visualized together with minor infiltration. Staining by hematoxylin and eosin. Mag.  $\times 200$  (a),  $\times 250$  (b)



**Рис. 6.** Рентгенограммы в прямой (a) и аксиальной (b) проекциях плечевого сустава. Визуально определяется частичная перестройка трансплантата и отсутствие признаков нестабильности якорного фиксатора

**Fig. 6.** AP (a) and axial (b) view X-rays of the shoulder. Partial graft restructuring and no instability sign of anchor fixator

## Обсуждение

Консервативное лечение полиэтиологических патологических состояний, поражающих плечевой сустав, направлено на купирование болевого синдрома, редукцию воспаления и восстановление амплитуды движений [8, 9]. В настоящее время препаратами выбора, позволяющими воздействовать на боль и воспалительный процесс, служат нестероидные и стероидные лекарственные средства [10]. Наиболее распространенным среди глюкокортикоидов (ГКС) является фторированный глюкокортикостероид бетаметазон, который характеризуется хорошей переносимостью и быстрым терапевтическим эффектом, хотя существуют данные о том, что при системном применении больших доз развиваются остеонекротические и миолитические процессы в тканях организма [11]. Согласно рекомендациям от 2018 г., опубликованным ведущими специалистами России, занимающимися

лечением боли, этот препарат не вызывает местных микрокристаллических реакций и дистрофических изменений [12]. Однако в профессиональном ортопедическом сообществе существует неофициальное мнение о том, что внутрисуставные инъекции ГКС, не контролируемые дополнительными средствами визуализации (такими как УЗИ), опасны и могут приводить к развитию локальных литических процессов в тканях.

Среди специалистов-альгологов, занимающихся лечением болевого синдрома, давно сделан выбор в пользу прецизионного введения препаратов, что снижает риск развития сопутствующих осложнений. В конце 2018 г. были опубликованы клинические рекомендации Ассоциации интервенционного лечения боли «Интервенционное лечение пациентов с хроническим болевым синдромом». Согласно этим рекомендациям, выполнение всех инъекционных процедур необходимо осу-



ществлять с применением флюороскопии и/или ультразвука. Однако на данный момент эти клинические рекомендации окончательно не приняты, проводится их доработка [13].

В современной отечественной литературе есть указания на вероятность развития литических осложнений в мягких тканях, при инъекциях ГКС, однако публикаций, описывающих данные специфические локальные изменения в костной ткани плечевой кости, нами найдено не было. В зарубежной и отечественной литературе встречаются описания схожих патологических состояний, локализованных в проксимальном отделе плечевой кости: солитарные костные кисты [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22], перегрузочные кисты большого бугорка при повреждениях вращательной манжеты и омартрозах [14, 23, 24, 25], энхондромы [21, 26, 27, 28, 29, 30, 31], хондробластомы проксимального отдела плечевой кости [27, 28, 29, 32, 33], хондромиксоидные фибромы [18, 21, 34, 35, 36, 37], аневризмальные костные кисты (АКК) проксимального отдела плечевой кости [27, 28, 29, 38], гигантоклеточная опухоль (ГКО) [27, 28, 29, 39, 40]. Вышеперечисленные доброкачественные опухоли и опухолеподобные состояния, за исключением АКК и ГКО, имеют сходную рентгенологическую картину. Учитывая размеры, оптимальным объемом оперативного вмешательства является эксхондрекция образования, костная аутопластика дефекта, что нами и было выполнено. АКК и ГКО имеют отличную рентгенологическую картину, в связи с чем были исключены из дифференциально-диагностического поиска.

В некоторых научных статьях, посвященных внутрикостным подагрическим тофусам, описывалась манифестная клиника подагры с ее лабораторным подтверждением, и отсутствовала связь образования кист с инъекциями ГКС [41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]. Статей, описывающих локализацию тофусов в проксимальном отделе плечевой кости, не было обнаружено. Существуют публикации с описанием кистозных образований проксимального отдела плечевой кости при нейропатической артропатии (Шарко) плечевого сустава [50, 51], однако неврологического дефицита у пациентки в нашем случае не наблюдалось. Литературных данных об осложнениях инъекций ГКС достаточно много, однако каждое из них имеет этиологический агент. Так, острый остеомиелит лопатки [52], некротизирующий фасциит [53], газовая гангрена [54] имеют бактериальную причину. Синдром Николау возникает при медикаментозной эмболизации кожи [55], кандидозный артрит [56] является результатом поражения одноименным грибом. Дегенеративные повреждения надостной мышцы и сухожилия бицепса, повреждения надлопаточного, подмышечного нервов, хондромалиция [57, 58], имеют меха-

ническую причину. Большинство из рассмотренных осложнений имеют сходную рентгенологическую картину. В своем исследовании W. Zink и B.M. Graf установили, что использование локальных анестетиков продленного действия в сочетании с ГКС является фактором риска поражения мягких тканей, а именно развития мионекроза [59].

Учитывая вышесказанное, рассмотренный нами клинический случай лечения пациентки, может быть, и не является редким, однако подобные ему прежде в литературе задокументированы не были.

Однозначные выводы по клиническому случаю сделать достаточно сложно, однако мы считаем, что одной из причин образования кисты с содержанием, сходным по гистологической картине с подагрой, у больной без подтверждения данной нозологии может являться следствием инъекции ГКС в костную ткань проксимального отдела плечевой кости.

По нашему мнению, рутинное введение ГКС в область плечевого сустава без ультразвуковой ассистенции требует переосмысления показаний и техники выполнения манипуляции, так как неконтролируемая интервенционная процедура может не только снижать эффективность метода, но и в некоторых случаях ухудшать течение заболевания, приводя к развитию неблагоприятных последствий и ятрогенных осложнений.

#### **Этика публикации**

Пациентка дала добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### **Вклад авторов**

*Коган П.Г.* — разработка концепции и дизайна публикации, сбор клинического материала, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование текста.

*Курбанов И.Ш.* — сбор литературных данных их систематизация, обработка и анализ, подготовка текста и его редактирование.

*Ласунский С.А.* — координация участников исследования.

*Чугаев Д.В.* — сбор литературных данных, их обработка и редактирование.

*Сорокин Е.П.* — сбор литературных данных их обработка и редактирование.

*Гудз А.И.* — сбор литературных данных, редактирование.

*Лиськов М.А.* — анализ литературных данных, редактирование.

Трушников В.В. — проведение гистологической части исследования, интерпретация полученных данных.

### Литература [References]

1. Engebretsen K.B., Grotle M., Natvig B. Patterns of shoulder pain during a 14-year follow-up: results from a longitudinal population study in Norway. *Shoulder Elbow*. 2015;7(1):49-59. doi: 10.1177/1758573214552007.
2. Picavet H.S., Schouten J.S. Musculoskeletal pain in the Netherlands: prevalences, consequences and risk groups, the DMC(3)-study. *Pain*. 2003;102(1-2):167-178. doi: 10.1016/s0304-3959(02)00372-x.
3. Luime J.J., Koes B.W., Hendriksen I.J., Burdorf A., Verhagen A.P., Miedema H.S., Verhaar J.A. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol*. 2004;33(2):73-81. doi: 10.1080/03009740310004667.
4. McBeth J., Jones K. Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2007;21(3):403-425. doi: 10.1016/j.berh.2007.03.003.
5. Huisstede B.M., Wijnhoven H.A., Bierma-Zeinstra S.M., Koes B.W., Verhaar J.A., Picavet S. Prevalence and characteristics of complaints of the arm, neck, and/or shoulder (CANS) in the open population. *Clin J Pain*. 2008;24(3):253-259. doi: 10.1097/AJP.0b013e318160a8b4.
6. Jordan K.P., Kadam U.T., Hayward R., Porcheret M., Young C., Croft P. Annual consultation prevalence of regional musculoskeletal problems in primary care: an observational study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11:144. doi: 10.1186/1471-2474-11-144.
7. Ahacic K., Kåreholt I. Prevalence of musculoskeletal pain in the general Swedish population from 1968 to 2002: age, period, and cohort patterns. *Pain*. 2010;151(1):206-214. doi: 10.1016/j.pain.2010.07.011.
8. House J., Mooradian A. Evaluation and management of shoulder pain in primary care clinics. *South Med J*. 2010;103(11):1129-1135; quiz 1136-1137. doi: 10.1097/SMJ.0b013e3181f5e85f.
9. Mitchell C., Adebajo A., Hay E., Carr A. Shoulder pain: diagnosis and management in primary care. *BMJ*. 2005;331(7525):1124-1128. doi: 10.1136/bmj.331.7525.1124.
10. Пиляев В.Г., Терешенков В.П., Титов С.Ю. Внутрисуставное введение препаратов в комплексном лечении заболеваний суставов. *Российский медицинский журнал*. 2013;(6):30-33. Pilyaev V.G., Tereshenkov V.P., Titov S.Yu. [Intraarticular drug injections in the treatment of joint diseases] *Rossiiskiy medicinskiy zhurnal* [Russian Medical Journal]. 2013;(6):30-33. (In Russian).
11. Игнатенко О.В., Водоевич В.П. Глюкокортикоидные гормоны в практике терапевта. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2006;(1):7-13. Ignatenko O.V., Vodoevich V.P. [Glucocorticoid hormones in therapeutic practice] *Zhurnal Grodnenskogo Gosudarstvennogo medicinskogo universiteta* [Journal of the Grodno State Medical University]. 2006;(1):7-13. (In Russian).
12. Давыдов О.С., Яхно Н.Н., Кукушкин М.Л., Чурюканов М.В., Абузарова Г.Р., Амелин А.В. и др. Невропатическая боль: клинические рекомендации по диагностике и лечению Российского общества по изучению боли. *Российский журнал боли*. 2018;58(4):5-41. doi: 10.25731/RASP.2018.04.025. Davydov O.S., Yakhno N.N., Kukushkin M.L., Churukanov M.V., Abuzarova G.R., Amelin A.V. et al. [Neuropathic pain: clinical guidelines on the diagnostics and treatment from the Russian Association for the Studying of Pain]. *Rossiiskii zhurnal boli* [Russian Journal of Pain]. 2018;58(4):5-41. doi: 10.25731/RASP.2018.04.025. (In Russian).
13. От редакции. *Российский журнал боли*. 2019;17(1):73-74. [Editorial]. *Rossiiskii zhurnal boli* [Russian Journal of Pain]. 2019;17(1):73-74. (In Russian).
14. Lin Y.C., Wu J., Mhuirheartaigh J. Bone tumor mimickers: A pictorial essay. *Indian J Radiol Imaging*. 2014;24(3):225-236. doi: 10.4103/0971-3026.137026.
15. Noordin S., Allana S., Umer M., Jamil M., Hilal K., Uddin N. Unicameral bone cysts: Current concepts. *Ann Med Surg (Lond)*. 2018;34:43-49. doi: 10.1016/j.amsu.2018.06.005.
16. Wilkins R.M. Unicameral bone cysts. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8(4):217-224. doi: 10.5435/00124635-200007000-00002.
17. Pretell-Mazzini J., Murphy R.F., Kushare I., Dormans J.P. Unicameral bone cysts: general characteristics and management controversies. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(5):295-303. doi: 10.5435/JAOS-22-05-295.
18. Bagewadi R.M., Nerune S.M., Hippargi S.B. Chondromyxoid fibroma of radius: a case report. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(5):ED01-ED2. doi: 10.7860/JCDR/2016/17967.7728.
19. Mascard E., Gomez-Brouchet A., Lambot K. Bone cysts: unicameral and aneurysmal bone cyst. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101(1 Suppl):119-127. doi: 10.1016/j.otsr.2014.06.031.
20. Митрофанов А.И., Борзунов Д.Ю. Результаты лечения пациентов с активными солитарными костными кистами с применением чрезкостного остеосинтеза. *Геній ортопедіи*. 2010;(2):55-59. Mitrofanov A.I., Borzunov D.Yu. [Results of treatment in patients with active solitary bone cysts using transosseous osteosynthesis]. *Genij Ortopedii* [The Ilizarov Journal of Clinical and Experimental Orthopaedics]. 2010;(2):55-59. (In Russian).
21. Андреев П.С., Скворцов А.П., Хасанов Р.Ф., Яшина И.В. Хирургическое лечение костных кист и опухолевидных образований длинных трубчатых костей метадиафизарной локализации. *Практическая медицина*. 2015;(4):12-15. Andreev P.S., Skvortsov A.P., Khasanov R.F., Yashina I.V. [Surgical treatment of bone cysts and tumour-like neoplasms of long cortical bones of metadiaphyseal localization]. *Prakticheskaya medicina* [Practical Medicine]. 2015;(4):12-15. (In Russian).
22. Шевцов В.И., Митрофанов А.И., Борзунов Д.Ю. Комплексный подход к лечению костных кист. *Травматология и ортопедия России*. 2007;(1):59-62. Shevtsov V.I., Mitrofanov A.I., Borzunov D.Yu. [An integrated approach to the treatment of bone cysts]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2007;(1):59-62. (In Russian).
23. Fritz L.B., Ouellette H.A., O'Hanley T.A., Kassarian A., Palmer W.E. Cystic changes at supraspinatus and infraspinatus tendon insertion sites: association with age and rotator cuff disorders in 238 patients. *Radiology*. 2007;244(1):239-248.
24. Kanatli U., Ozturk B.Y., Esen E., Bolukbasi S. Humeral head cysts: association with rotator cuff tears and age. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(5):733-739. doi: 10.1007/s00590-013-1247-5.
25. Williams M., Lambert R.G., Jhangri G.S., Grace M., Zelazo J., Wong B., Dhillon S.S. Humeral head cysts and

- rotator cuff tears: an MR arthrographic study. *Skeletal Radiol.* 2006;35:909-914.
26. Fonseca E.K.U.N., Castro A.D.A.E., Kubo R.S., Miranda F.C., Taneja A.K., Santos D.D.C.B, Rosemberg L.A. Musculoskeletal “don’t touch” lesions: pictorial essay. *Radiol Bras. Radiol Bras.* 2019;52(1):48-53. doi: 10.1590/0100-3984.2016.0225.
  27. Subramanian S., Viswanathan V.K. Lytic Bone Lesions. 2019 Apr 4. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539837>.
  28. Ritchie D.A., Davies A.M. MR imaging of tumors and tumor-like lesions of the shoulder girdle. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2004;12(1):125-141. doi: 10.1016/j.mric.2004.01.002.
  29. Lee D.H., Hills J.M., Jordanov M.I., Jaffe K.A. Common Tumors and Tumor-like Lesions of the Shoulder. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(7):236-245. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00449.
  30. Hong E.D., Carrino J.A., Weber K.L., Fayad L.M. Prevalence of shoulder enchondromas on routine MR imaging. *Clin Imaging.* 2011;35(5):378-384. doi: 10.1016/j.clinimag.2010.10.012.
  31. Семенова Л.А., Бульчева И.В. Хондромы (энхондрома, периостальная хондрома, энхондроматоз). Архив патологии. 2007;(5):45-48. Semenova L.A., Bulycheva I.V. [Chondromas (enchondroma, periosteal chondroma, enchondromatosis)]. *Arkhiv Patologii* [Archive of Pathology] 2007;69(5):45-48. (In Russian).
  32. Xu H., Nugent D., Monforte H.L., Binitie O.T., Ding Y., Letson G.D. et al. Chondroblastoma of bone in the extremities: a multicenter retrospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(11):925-931. doi: 10.2106/JBJS.N.00992.
  33. Ramappa A.J., Lee F.Y., Tang P., Carlson J.R., Gebhardt M.C., Mankin H.J. Chondroblastoma of bone. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(8):1140-1145.
  34. Unni K.K., Inwards C.Y. Dahlin’s bone tumors: general aspects and data on 10,165 cases. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
  35. International Agency for Research on Cancer. In: Fletcher CDM, Bridge J.A., Hogendoorn P, Mertens F, editors. WHO classification of tumors of soft tissues and bone. 4th ed. Geneva: WHO Press; 2013.
  36. Desai S.S., Jambhekar N.A., Samanthray S, Merchant N.H., Puri A., Agarwal M. Chondromyxoid fibromas: a study of 10 cases. *J Surg Oncol.* 2005;89(1):28-31. doi: 10.1002/jso.20113.
  37. Bhamra J.S., Al-Khateeb H., Dhinsa B.S., Gikas P.D., Tirabosco R., Pollock R.C., Briggs T.W. Chondromyxoid fibroma management: a single institution experience of 22 cases. *World J Surg Oncol.* 2014;12:283. doi: 10.1186/1477-7819-12-283.
  38. Mascard E., Gomez-Brouchet A., Lambot K. Bone cysts: unicameral and aneurysmal bone cyst. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101(1 Suppl):S119-127. doi: 10.1016/j.otsr.2014.06.031.
  39. Niu X., Zhang Q., Hao L., Ding Y., Li Y., Xu H., Liu W. Giant cell tumor of the extremity: retrospective analysis of 621 Chinese patients from one institution. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(5):461-467. doi: 10.2106/JBJS.J.01922.
  40. Блудов А.В., Неред А.С., Замогилина Я.А., Кочергина Н.В. Гигантоклеточная опухоль кости. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2014;(1):16-34. Bludov A.V., Nered A.S., Zamogilnaya Ya.A., Kochergina N.V. [Giant cell tumor of the bone]. *Sarkomy kostei, myagkikh tkaney i opukholi kozhi* [Sarcoma of bones, soft tissues and skin tumors]. 2014;(1):16-34. (In Russian).
  41. Konatalapalli R.M., Demarco P.J., Jelinek J.S., Murphey M., Gibson M., Jennings B., Weinstein A. Gout in the Axial Skeleton. *J Rheumatol.* 2003;36(3):609-613. doi: 10.3899/jrheum.080374.
  42. Volkov A., Rhoiney D. L., Claybrooks R. Tophaceous Gout of the Lumbar Spine: Case Report and Review of the Literature. *Turk Neurosurg.* 2015;25(6):954-958. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.11612-14.1.
  43. Cohn B.T., Ibarra J.A., Jackson D.W. Erosion of the patella secondary to gout. Acase report. *Am J Sports Med.* 1988;16(4):421-423. doi: 10.1177/036354658801600422.
  44. Morino T., Fujita M., Kariyama K., Yamakawa H., Ogata T., Yamamoto H. Intraosseous gouty tophus of the talus, treated by total curettage and calcium phosphate cement filling: a case report. *Foot Ankle Int.* 2007;28(1):126-128. doi: 10.3113/FAI.2007.0021.
  45. Foucar E., Buckwalter J., El-Khoury G.Y. Gout presenting as a femoral cyst. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(2):294-297.
  46. Dos Santos V.M., Passini Soares V.V., de Faria P.S., Borges Viana FGM, Duarte M.L. A 52-year-old man with gouty arthritis and erosive lesion in the hip. *Rom J Morphol Embryol.* 2017;58(2):557-560.
  47. Liu S.Z., Yeh L., Chou Y.J., Chen C.K., Pan H.B. Isolated intraosseous gout in hallux sesamoid mimicking a bone tumor in a teenaged patient. *Skeletal Radiol.* 2003;32(11):647-650. doi: 10.1007/s00256-003-0692-3.
  48. Clark S., Evans J.M., Armstrong N., Schnitz W. Tophaceous gout with rare involvement of the patella. *Radiol Case Rep.* 2016;11(4):380-385. doi: 10.1016/j.radcr.2016.07.002.
  49. Mahapatro R.C., Sylvia L.C., Becker S.M. Case report: intraosseous gouty tophus. *J Med Soc N J.* 1985;82(1):41-42.
  50. Snoddy M.C., Lee D.H., Kuhn J.E. Charcot shoulder and elbow: a review of the literature and update on treatment. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(3):544-552. doi: 10.1016/j.jse.2016.10.015.
  51. Su J., Al-Delfi F., Mills G., Peddi P. Charcot’s osteoarthropathy mimicking an osteosarcoma of humerus. *BMJ Case Rep.* 2016;2016. pii: bcr2015212638. doi: 10.1136/bcr-2015-212638.
  52. Buckley S.L., Alexander A.H., Barrack R.L. Scapular osteomyelitis. An unusual complication following subacromial corticosteroid injection. *Orthop Rev.* 1989;18(3):321-324.
  53. Birkinshaw R., O’Donnell J., Sammy I. Necrotising fasciitis as a complication of steroid injection. *J Accid Emerg Med.* 1997;14(1):52-54. doi: 10.1136/emj.14.1.52.
  54. Yangco B.G., Germain B.F., Deresinski S.C. Case report. Fatal gas gangrene following intra-articular steroid injection. *Am J Med Sci.* 1982;283(2):94-98. doi: 10.1097/0000441-198203000-00008.
  55. Beisser S., Presser D., Rütter A., Metz D., Luger T.A., Schwarz T. [Embolia cutis medicamentosa (Nicolau syndrome) after intra-articular injection]. *Hautarzt.* 1999;50(3):214-216. (In German).
  56. Christensson B., Ryd L., Dahlberg L., Lohmander S. Candida albicans arthritis in a nonimmunocompromised patient. Complication of placebo intraarticular injections. *Acta Orthop Scand.* 1993;64(6):695-698.
  57. Nichols AW. Complications associated with the use of corticosteroids in the treatment of athletic injuries. *Clin J Sport Med.* 2005;15(5):370-375. doi: 10.1097/01.jsm.0000179233.17885.18.

58. Cheng J., Abdi S. Complications of joint, tendon, and muscle injections. *Tech Reg Anesth Pain Manag.* 2007;11(3):141-147. doi: 10.1053/j.trap.2007.05.006.
59. Zink W., Graf B.M. Local anesthetic myotoxicity. *Reg Anesth Pain Med.* 2004;29(4):333-340. doi: 10.1016/j.rapm.2004.02.008.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Коган Павел Геннадьевич* — канд. мед. наук, младший научный сотрудник отделения лечения травм и их последствий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Курбанов Ильяс Шуайифович* — клинический ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Ласунский Сергей Анатольевич* — канд. мед. наук, заведующий отделением № 7, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Чугаев Дмитрий Валерьевич* — канд. мед. наук, лаборант-исследователь отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Сорокин Евгений Петрович* — канд. мед. наук, научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Гудз Антон Игоревич* — лаборант-исследователь отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Лиськов Михаил Анатольевич* — врач анестезиолог-реаниматолог, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Трушников Владислав Вячеславович* — заведующий патолого-анатомическим отделением, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

## AUTHORS' INFORMATION:

*Pavel G. Kogan* — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Ilias Sh. Kurbanov* — Clinical Resident, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Sergey A. Lasunskiy* — Cand. Sci. (Med.), Head of 7<sup>th</sup> Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitry V. Chugaev* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Evgeniy P. Sorokin* — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Anton I. Gudz* — Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Mikhail A. Lis'kov* — Anesthesiologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Vladislav V. Trushnikov* — Head of Pathoanatomical Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

## Особенности течения спондилита у пациентов, находящихся на программном гемодиализе (клиническое наблюдение)

М.А. Мушкин<sup>1</sup>, А.К. Дулаев<sup>1,2</sup>, А.Н. Цед<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, Россия

### Резюме

**Актуальность.** Хирургическое лечение заболеваний и травм позвоночника у пациентов, находящихся на гемодиализе, является одной из самых сложных проблем хирургической вертебрологии, поскольку связано с повышенным риском инфекционных осложнений и периоперационной летальности. **Описание случая.** Пациентка 59 лет обратилась в клинику с жалобами на боли в спине. Выявлен спондилит Th8-9 позвонков, осложненный эпидуральным и паравerteбральным абсцессом с неврологическими нарушениями, возникшими на фоне двусторонней пневмонии. Пациентка в течение 18 лет получает гемодиализ по поводу терминальной стадии ХБП, осложненной уремической остео дистрофией. Хирургическая санация и стабилизация позвоночника проведена в один этап из заднего доступа с использованием титанового сетчатого имплантата в сочетании с костной аутопластикой и задней инструментацией. Достигнут регресс неврологических нарушений, купирован болевой синдром. В позднем послеоперационном периоде дважды развивалась нестабильность задней фиксации, потребовавшая рестабилизации. В течение 3,5 лет после операции повторных обращений в связи с болевым синдромом в спине не было. **Заключение.** Наличие аппаратуры для проведения гемодиализа и мультидисциплинарный подход позволяют добиться положительных результатов хирургического лечения воспалительных заболеваний позвоночника у пациентов с терминальной стадией ХБП.

**Ключевые слова:** инфекционный спондилит, хирургическое лечение, хронический гемодиализ, хроническая болезнь почек.

doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-173-180

## Peculiarities of Spondylitis in the Patients Undergoing Program Hemodialysis (Case Report)

М.А. Mushkin<sup>1</sup>, А.К. Dulaev<sup>1,2</sup>, А.Н. Tsed<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Dzhanelidze Saint Petersburg Scientific Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** The surgical treatment of spinal diseases and injuries in the patients on hemodialysis is one of the most complicated problems of the spine surgery, since such a surgery is associated with an increased risk of infectious complications and perioperative mortality. **The case description.** A 59-year-old female came to the clinic complaining back pain. Th8-9 vertebrae spondylitis complicated by an epidural and paravertebral abscess with

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.

Cite as: Mushkin M.A., Dulaev A.K., Tsed A.N. [Peculiarities of Spondylitis in the Patients Undergoing Program Hemodialysis (Case Report)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):173-180. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-173-180. (In Russian).

Мушкин Михаил Александрович / Mikhail A. Mushkin; e-mail: mikhail\_mushkin@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 03.09.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 13.11.2019

pertinent neurological disorders and bilateral pneumonia were diagnosed. The patient had been on hemodialysis for 18 years due to the end-stage chronic kidney disease complicated by uremic osteodystrophy. The surgical debridement and stabilization of the spine were performed in one stage posterior approach using a titanium mesh implant in combination with autologous bone and posterior instrumentation. A regression of neurological disorders and the pain syndrome relief were achieved. In the late postoperative period, the instability of the posterior fixation developed twice, requiring restabilization. Within the following 3.5 years after the operation, the pain syndrome had not returned. **Conclusion.** The presence of equipment for hemodialysis and a multidisciplinary approach allow to achieve the positive results in the surgical treatment of inflammatory diseases of the spine in the patients with end-stage chronic kidney disease.

**Keywords:** infectious spondylitis, surgical treatment, chronic hemodialysis, chronic kidney disease.

## Введение

Хирургическое лечение заболеваний и травм позвоночника у пациентов, находящихся на программном гемодиализе, является одной из самых сложных проблем хирургической вертебрологии. В первую очередь она связана с повышенным риском периоперационной летальности [1, 2]. Ренальная остеодистрофия, проявляющаяся в снижении качества костной и хрящевой тканей, обуславливает развитие деструктивной спондилоартропатии, которая является наиболее частой патологией позвоночника при терминальной стадии хронической болезни почек (ХБП) [3, 4]. Наличие сопутствующих заболеваний на фоне проведения программного гемодиализа, таких как сахарный диабет, анемия, сердечно-сосудистая недостаточность, увеличивает также риск инфекционных осложнений [5, 6, 7]. На сегодняшний день в отечественной и зарубежной литературе этой проблеме несправедливо уделяется мало внимания.

**Цель публикации** — представить это наблюдение для понимания сложности протекания тяжелой патологии позвоночника и потенциальной возможности развития осложнений: как прогнозируемых ортопедических (учитывая уремическую дистрофию), ассоциированных с проведением инструментальной фиксации, так и не прогнозируемых, потенциально являющихся жизнеугрожающими (кровотечения, тромбозы, сердечно-сосудистые осложнения) у пациентов, находящихся на программном гемодиализе.

Пациентка, 59 лет, впервые обратилась в клинику ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» в начале сентября 2015 г. с жалобами на боли в спине.

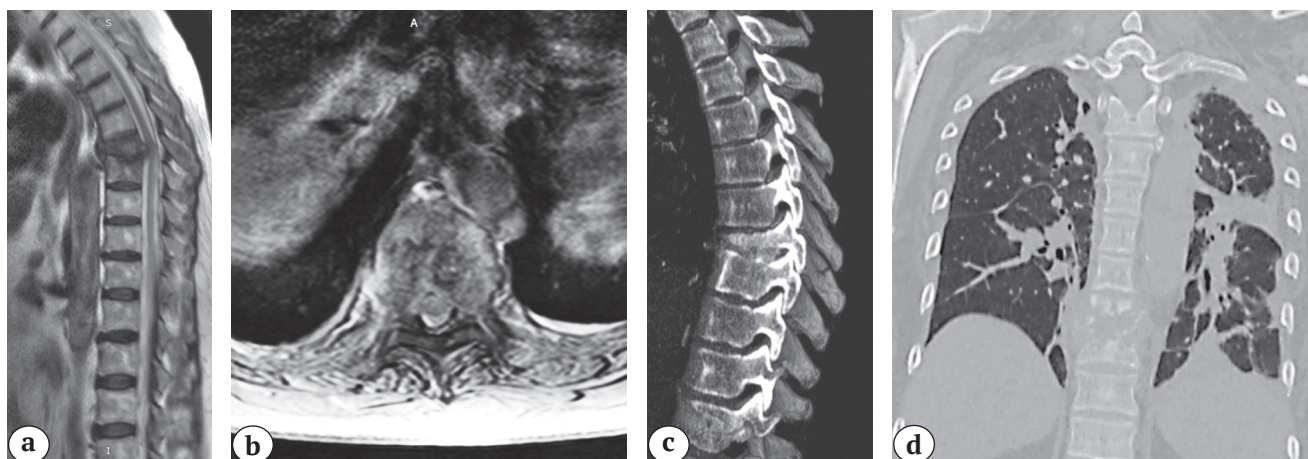
Из анамнеза известно, что пациентка в течение 18 лет находится на программном гемодиализе по поводу терминальной стадии ХБП 5Д, осложненной уремической остеодистрофией. За 3 мес. до госпитализации у больной диагностирована двусторонняя внебольничная пневмония, по поводу которой она получала лечение в терапевтическом отделении. Тогда же установлен диагноз:

спондилит Th8–9 позвонков, по поводу которого она в течение 2 мес. неоднократно обращалась в различные ортопедические и нейрохирургические отделения и получала эмпирическую антибактериальную терапию. Однако в госпитализации и хирургическом лечении больной было отказано в связи с необходимостью проведения гемодиализа.

На момент госпитализации состояние пациентки тяжелое, обусловлено вынужденным положением (лежа на спине) и выраженным болевым синдромом в области грудного отдела позвоночника, усиливающимся при попытке изменения положения тела. Интенсивность болевого синдрома — 9 баллов по ВАШ. Кроме того, отмечалась иррадиация по ходу реберной дуги и в левое подреберье. Процедура гемодиализа из-за выраженных болей проводилась с применением наркотических анальгетиков. Клиническая симптоматика интоксикации выражена умеренно — подъем температуры до субфебрильных значений. Неврологических нарушений по шкале Frankel [8] не отмечалось (тип E). Синдром системного воспалительного ответа (SIRS) — 3 балла (лейкоцитоз —  $16,7 \times 10^9/\text{л}$ , частота дыхания — 22, частота сердечных сокращений — 94 уд. в мин.). Оценка органной недостаточности SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) — 4 балла (за счет ренального компонента). В лабораторных показателях крови — повышение СОЭ до 55 мм/ч. Состояние расценено как сепсис.

При комплексном лучевом исследовании (МРТ, МСКТ) выявлена субтотальная деструкция тела Th8 и тотальная — Th9 с формированием пре- и паравертебрального, а также эпидурального абсцессов; локальная кифотическая деформация Th7–9 20° по Коббу; двусторонняя пневмония на фоне пневмофиброза (рис. 1).

Характер патологии позвоночника расценен как спондилит, осложненный паравертебральным и эпидуральным абсцессами с выраженной механической нестабильностью, сопровождающейся болевым синдромом. Общесоматическое состояние пациентки на фоне ренальной остеодистрофии и программного гемодиализа прогрессивно ухудшалось.



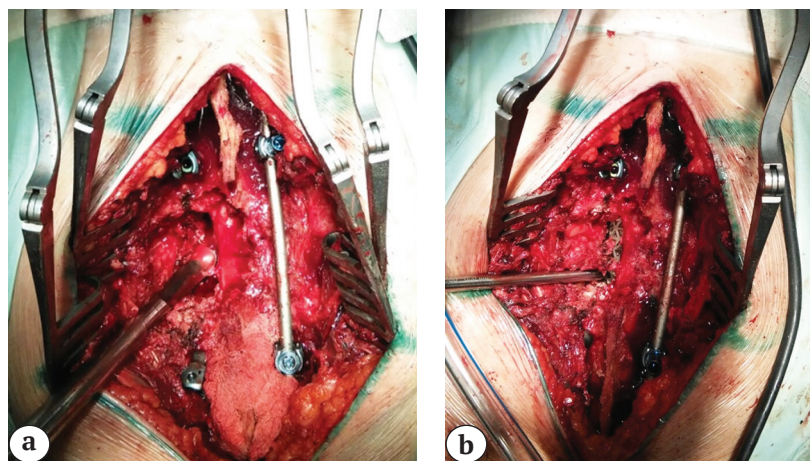
**Рис. 1.** МРТ и МСКТ позвоночника и грудной клетки пациентки, находящейся на программном гемодиализе, на момент госпитализации. Сагиттальный (а) и аксиальный (b) срезы, T2-взвешенные изображения; с — сагиттальный срез КТ грудного отдела позвоночника; d — коронарный срез грудной клетки (пояснение в тексте)

**Fig. 1.** Spine and chest MRI and MSCT images of the patient on admission: a, b — T2-weighted sagittal and transverse planes; c — sagittal plane of the thoracic spine; d — MSCT coronal plane of the chest (see explanation in the text)

17.09.2015 г. с целью верификации возбудителя инфекции выполнена транспедикулярная трепанобиопсия тела Th8 позвонка справа с проведением цитологического и гистологического исследований. При оценке результатов посева на чувствительность к антибиотикам роста флоры не получено. После проведения биопсии по согласованию с клиническим фармакологом начата эмпирическая антибактериальная терапия препаратами имипинем+циластатин — 500 мг 2 раза в сутки внутривенно, ванкомицин по 1 г один раз в 5 дней с учетом продолжающихся сеансов программного гемодиализа. Необходимо отметить, что проведение антибиотикотерапии у пациентов, находящихся на программном гемодиализе, является дискуссионным вопросом, поскольку связано с большим количеством осложнений на фоне кумуляции

лекарственных препаратов. В связи с этим состояние пациентки прогрессивно ухудшалось: в течение недели отмечено нарастание неврологического дефицита — правосторонний дистальный нижний монопарез до 3–4 баллов. Ухудшение неврологической симптоматики, а также общесоматического состояния явилось абсолютным показанием к хирургическому лечению. Риск оперативного вмешательства расценен как ASA 4.

01.10.2015 г. в один этап из заднего доступа выполнены правосторонняя костотрансверзэктомия, санации очага деструкции тел позвонков (субтотальная резекция Th8, резекция тела Th9 позвонков), стабилизация позвоночника 360° (транспедикулярная фиксация Th6–10, корпородез Th7–9 с использованием титановой блоксетки с аутокостью) (рис. 2).



**Рис. 2.** Удаление тел позвонков Th8–9 и циркулярная декомпрессия спинного мозга (а) и установка опорного сетчатого имплантата (b)

**Fig. 2.** Removal of Th8–9 vertebrae bodies and the circular decompression of the spinal cord (a); a support mesh implant placement (b)

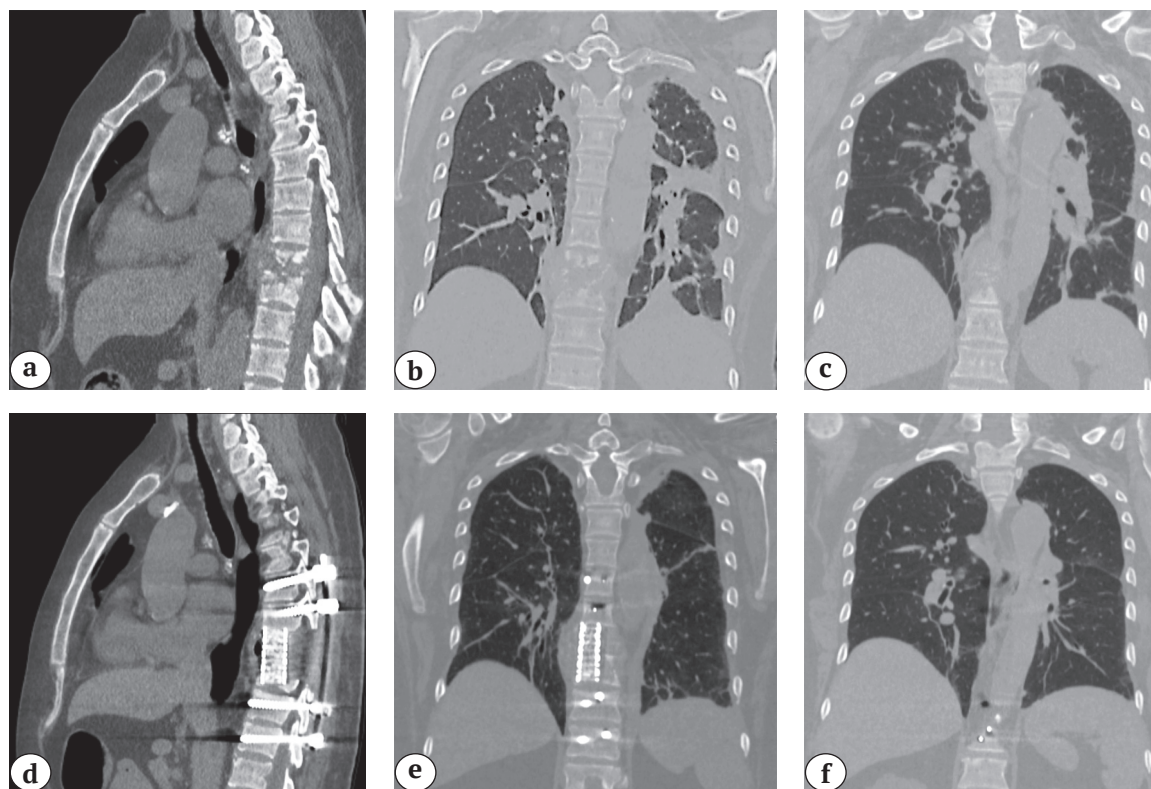
Ранний послеоперационный период протекал без осложнений с регрессом неврологических нарушений и снижением болевого синдрома. При этом результаты бактериологического исследования операционного материала были по-прежнему отрицательными (результат гистологии: неспецифический воспалительный процесс).

При выполнении МСКТ позвоночника и грудной клетки перед выпиской (10-е сут. после операции) отмечено стабильное положение металлоконструкций и значительное уменьшение инфильтративных изменений легочной ткани (рис. 3). На 4-е сут. пациентка вертикализована, после заживления раны (на 12-е сут.) выписана на амбулаторное лечение.

Спустя 2 мес. после операции на фоне стабильного общего состояния сформировался свищевой ход в зоне послеоперационного рубца. В посеве отделяемого отмечен рост *Klebsiella pneumoniae*, чувствительной к имипенему, амикацину, цiproфлоксацину. Для антибактериальной терапии

выбран моксифлоксацин ввиду чувствительности и отсутствия необходимости коррекции его дозировки у больных с ХБП. Длительность монотерапии составила 2 мес. В результате отмечено заживление свищевого хода.

На протяжении последующих 1,5 лет (до апреля 2017 г.) пациентка не отмечала ухудшения состояния. Однако затем появились и стали нарастать боли в спине при перемене положения тела и вертикализации. При контрольном обследовании в июне 2017 г. признаков интоксикационного синдрома не было. По результатам МСКТ выявлена нестабильность задних металлоконструкций с адаптацией трансплантата внутри сетчатого имплантата с верхним блокируемым позвонком (4/5 баллов по Баулину [9]) и пролабированием в нижний диск с небольшой резорбтивной полоской вокруг MESH (3/5 баллов) (рис. 4). Учитывая клинические и рентгенологические признаки нестабильности, а также общую тяжесть соматического заболевания, мы приняли решение о перемонтаже задней конструкции.



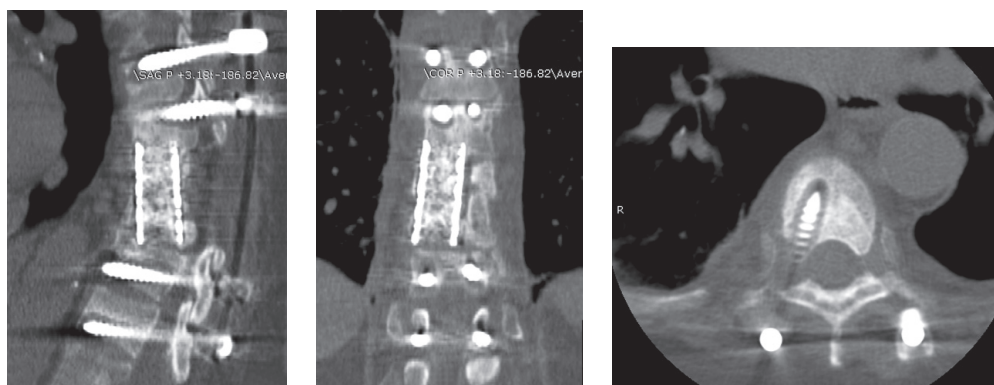
**Рис. 3.** МСКТ грудной клетки и позвоночника, сагиттальные и коронарные срезы:

a, b, c – до хирургического лечения; d, e, f – на 10-е сутки после операции: визуализируется стабильное положение металлоконструкций и значительное уменьшение инфильтративных изменений легочной ткани

**Fig. 3.** MSCT of the chest and spine, sagittal and coronal planes:

a, b, c – before surgery; d, e, f – on the 10<sup>th</sup> day after: a stable position of the metal structures and a significant reduction of the lung infiltration are visualized





**Рис. 4.** МСКТ позвоночника через 1,5 года после первичной операции: нестабильность задних металлоконструкций, адаптация трансплантата внутри сетчатого имплантата с верхним блокируемым позвонком, пролабирование в нижний диск с небольшой резорбтивной полоской вокруг сетчатого имплантата

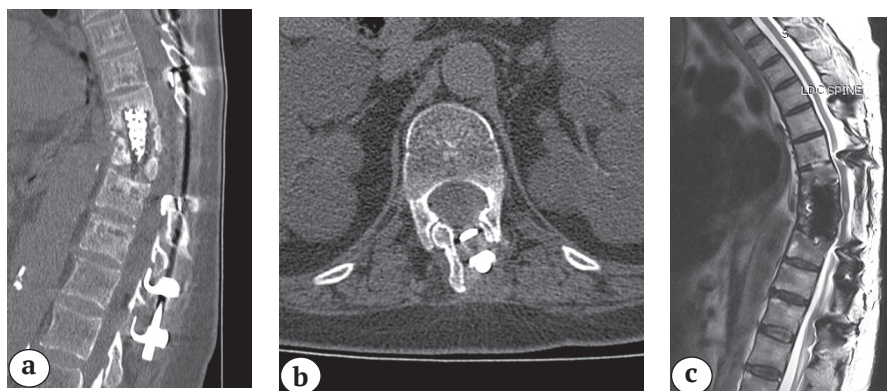
**Fig. 4.** MSCT of the spine 1.5 years after the initial surgery: instability of the posterior metal structures, adaptation of the graft inside the mesh implant with the upper blocked vertebra, prolapse into the lower disk with a small radiolucent line around the titanium mesh

09.06.2017 г. выполнена рестабилизация позвоночника. Учитывая уремическую остеоидиострофию, потенциальные риски повторной периимплантной резорбции, фиксация проведена ламинарной системой с промежуточными точками фиксации. В интраоперационных посевах роста не получено (посев на низкопатогенную флору с ультразвуковой обработкой имплантатов не проводился).

На протяжении последующих 1 года 2 мес. (до августа 2018 г.) пациентка расценивала состояние как стабильное. К этому времени пациентка стала отмечать умеренные боли в спине при движениях, а также слабость правой нижней конечности. При этапном лучевом исследовании выявлена остеорезорбция вокруг концевых элементов фиксирующей ламинарной системы на уровне Th5–12,

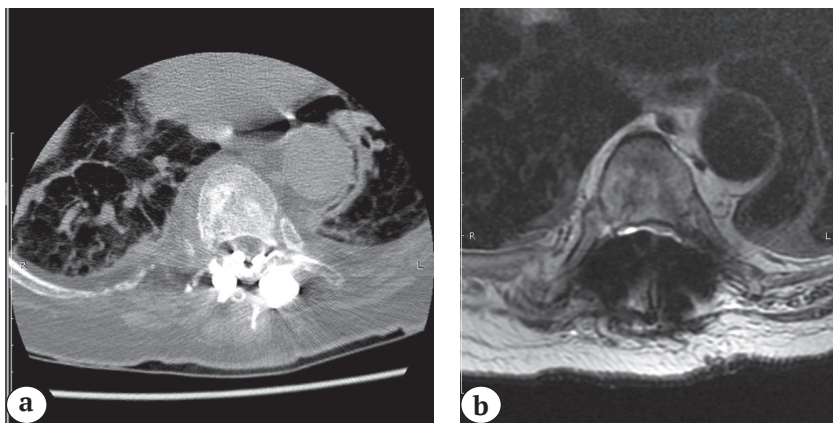
а также миелоишемический очаг на уровне Th8–9 (рис. 5). Положение межтелового сетчатого имплантата не изменилось.

Принято решение о повторной задней рестабилизации позвоночника с изменением точек ламинарной фиксации и минимальным напряжением конструкции. Операция проведена 25.09.2018 г. и дополнена задним костнопластическим спондилодезом. Сразу после операции у больной выявлен глубокий монопарез правой нижней конечности с сохранением чувствительности. Данные МСКТ и МРТ оказались неинформативными для исключения компрессии спинного мозга элементами металлоконструкции, в связи с чем проведена экстренная ревизионная операция, на которой признаков сдавления дурального мешка не выявлено (рис. 6).



**Рис. 5.** МСКТ (а, б) и МРТ (с) позвоночника через 2 года 9 мес. после первичной реконструкции позвоночника и 13 мес. после задней рестабилизации: резорбция дужки Th12 под каудальным опорным крючком. Миелопатический очаг обозначен стрелкой

**Fig. 5.** MSCT (a, b) and MRI (c) of the spine in 2 years and 9 months after the initial spine reconstruction and in 13 months after the posterior stabilization: resorption of the Th12 vertebra arch under the caudal support hook. Myelopathic lesion is indicated by an arrow



**Рис. 6.** Аксиальный срез МСКТ (а) и аксиальное T2-взвешенное МРТ-изображение (b) позвоночника на уровне Th7 позвонка. Артефакты от ламинарной системы на МРТ, симулирующие критический стеноз позвоночного канала

**Fig. 6.** The transverse planes of MSCT (a) and T2-weighted MRI image (b) of the spine at the Th7 vertebra level. Artifacts from the laminar system on MRI simulate critical spinal stenosis

В течение последующих трех недель отмечено восстановление моторных функций нижних конечностей с 25 до 40 баллов по шкале ASIA (max = 50), при этом у больной за это время случилось 6 эпизодов кровотечения из впервые возникших язв прямой кишки, потребовавших неоднократных гемотрансфузий и хирургического гемостаза. Сложность остановки кровотечений, а также их рецидивирующий характер были обусловлены невозможностью полного отказа от антикоагулянтной терапии у больной, которой требовалось продолжение гемодиализа по жизненным показаниям.

Дальнейший катамнез прослежен на протяжении еще одного года (суммарно — 3 года 10 мес. от реконструкции позвоночника). Повторных обращений в связи с болевым синдромом в спине не было, отмечался однократный эпизод ректального кровотечения, купированный консервативно.

### Обсуждение

Неспецифические спондилиты и спондилодисциты составляют 5–7% воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата [10]. У пациентов, находящихся на гемодиализе, эти показатели увеличиваются вдвое и могут достигать 11,9% [11, 12], а среди причин смерти пациентов, находящихся на программном гемодиализе, инфекционные осложнения составляют около 12% [13]. Однако в работе Y. Nogi с соавторами не было отмечено статистически значимых отличий в частоте инфекционных осложнений и дестабилизации фиксирующих систем при декомпрессивно-стабилизирующих операциях на поясничном отделе позвоночника у пациентов с терминальной стадией ХБП и без нее [14]. При этом авторы указывают на увеличение частоты ревизионных оперативных вмешательств в целом у спинальных больных, находящихся на программном гемодиализе. Кроме того, в работах T. Yamada с соавторами и M. Sasaki с соавторами сообщается о 27,6% и 12,5% ревизий в ранние сроки наблюдения соответственно [15, 16].

Согласно систематическому обзору публикаций за 20 лет, проведенному K. Madhavan с соавторами в 2019 г., были получены данные относительно наиболее часто встречающегося микробного спектра при проявлении спондилодисцитов у больных гемодиализного профиля. Наиболее распространенной флорой являются *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* и грамотрицательные бактерии. При этом антибактериальная монотерапия применяется в 76,8% случаев [17].

Хирургические вмешательства проводятся только при неврологическом дефиците, который проявляется у 1/4 больных, находящихся на программном гемодиализе. В исследованиях других авторов приводятся данные, свидетельствующие о проявлении в 1/3 случаев инфекционных поражений позвоночника *Escherichia coli* [18, 19]. Входными воротами бактериемии, по данным G. Куо с соавторами, является сосудистый доступ для гемофильтрации на гемодиализном аппарате [20]. В 30,5% случаев опосредованных спондилодисцитов MRSA связано именно с воспалительными проявлениями артериовенозных фистул.

Еще одной актуальной проблемой лечения пациентов, получающих гемодиализ, является развитие тяжелых периоперационных кровотечений [21, 22]. Причем источником кровотечения может служить как сама операционная рана, так и другие органы (желудочно-кишечные кровотечения, инсульты). Причиной кровотечений может быть длительное использование антикоагулянтов во время процедуры гемодиализа, а также нарушение факторов свертывающей системы крови, развивающееся на фоне накопления уремических токсинов. Смертность при кровотечении из стеркоральных язв может достигать 50% [23]. Показатели внутригоспитальной летальности среди больных, находящихся на хроническом гемодиализе, выше в 2,2 раза по сравнению с больными обычной популяции [24].

Функциональные и неврологические результаты хирургического лечения пациентов с терминальной стадией ХБП, согласно литературным данным, имеют худшие показатели в сравнении с больными обычной популяцией. Так, в исследовании Y.H. Yu с соавторами средний уровень выраженности болевого синдрома по ВАШ был выше у пациентов, получавших гемодиализ [7]. Однако в работах других авторов статистической разницы в степени выраженности болевого синдрома и неврологического дефицита не отмечалось [14].

Таким образом, хирургическое лечение пациентов с инфекционным поражением позвоночника на фоне терминальной стадии ХБП сопряжено с более высокими рисками интра- и послеоперационных осложнений. Наличие аппарата «искусственная почка» и мультидисциплинарный подход к лечению позволяет улучшить качество и увеличить продолжительность жизни этой группы пациентов.

#### Этика публикации

Пациентка дала добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### Вклад авторов:

Мушкин М.А. — сбор и обработка материала, проведение литературного анализа, интерпретация полученных результатов, подготовка текста.

Дулаев А.К. — координация участников исследования, интерпретация и анализ полученных данных.

Цед А.Н. — разработка концепции и дизайна статьи, проведение литературного анализа, подготовка и редактирование текста.

#### Литература [References]

- Jassal S.V., Karaboyas A., Comment L.A., Bieber B.A., Morgenstern H., Sen A. et al. Functional Dependence and Mortality in the International Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis.* 2016;67(2):283-292. doi: 10.1053/j.ajkd.2015.09.024.
- Chikuda H., Yasunaga H., Horiguchi H., Takeshita K., Kawaguchi H., Matsuda S., Nakamura K. Mortality and morbidity in dialysis-dependent patients undergoing spinal surgery: analysis of a national administrative database in Japan. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(5):433-438. doi: 10.2106/JBJS.K.00183.
- Abumi K., Ito M., Kaneda K. Surgical treatment of cervical destructive spondyloarthropathy (DSA). *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(22):2899-2905. doi: 10.1097/00007632-200011150-00011.
- Yamamoto T., Matsuyama Y., Tsuji T., Nakamura H., Yanase M., Ishiguro N. Destructive spondyloarthropathy in hemodialysis patients: comparison between patients with and those without destructive spondyloarthropathy. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18(3):283-285.
- Tolkoff-Rubin N.E., Rubin R.H. Uremia and host defenses. *N Engl J Med.* 1990;322(18):1277-1289. doi: 10.1056/NEJM199003153221109.
- Van Driessche S., Goutallier D., Odent T., Piat C., Legendre C., Buisson C. et al. Surgical treatment of destructive cervical spondyloarthropathy with neurologic impairment in hemodialysis patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(6):705-711. doi: 10.1097/01.brs.0000203716.99392.bf.
- Yu Y.H., Chen W.J., Chen L.H., Niu C.C., Fu T.S., Lai P.L. Posterior instrumented lumbar spinal surgery in uremic patients under maintenance hemodialysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36(8):660-666. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181dc9a33.
- 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. *I Paraplegia.* 1969;7(3):179-192. doi: 10.1038/sc.1969.30.
- Баулин И.А., Гаврилов П.В., Советова Н.А., Мушкин А.Ю. Лучевой анализ формирования костного блока при использовании различных материалов для переднего спондилодеза у пациентов с инфекционным спондилитом. *Хирургия позвоночника.* 2015;12(1):83-89. doi: 10.14531/ss2015.1.83-89.
- Baulin I.A., Gavrilov P.V., Sovetova N.A., Mushkin A.Y. [Radiological analysis of the bone block formation in using different materials for anterior fusion in patients with infectious spondylitis]. *Hirurgiâ pozvonočnika [Spine Surgery].* 2015;12(1):83-89. (In Russian). doi: 10.14531/ss2015.1.83-89.
- Гуща А.О., Семенов М.С., Полторако Е.А., Кашеев А.А., Вершинин А.В. Клинические рекомендации по диагностике и лечению воспалительных заболеваний позвоночника и спинного мозга. Москва: Ассоциация нейрохирургов России; 2015. 34 с. (In Russian).
- Gushcha A.O., Semenov M.S., Poltorak E.A., Kashcheev A.A., Vershinin A.V. [Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of inflammatory diseases of the spine and spinal cord]. Moscow: Association of Neurosurgeons of Russia; 2015.34 s. (In Russian).
- Schimmel J.J.P., Horsting P.P., de Kleuver M. Risk factors for deep surgical site infections after spinal fusion. *Eur Spine J.* 2010;19(10):1711-1719.
- Weinstein M.A., McCabe J.P., Cammisa F.P. Postoperative spinal wound infection a review of 2,391 consecutive index procedures. *J Spinal Disord.* 2000;13(5):422-426. doi: 10.1097/00002517-200010000-00009.
- Lu Y.A., Hsu H.H., Kao H.K., Lee C.H., Lee S.Y., Chen G.H. et al. Infective spondylodiscitis in patients on maintenance hemodialysis: a case series. *Ren Fail.* 2017;39(1):179-186. doi: 10.1080/0886022X.2016.1256313.
- Hori Y., Takahashi S., Terai H., Hoshino M., Toyoda H., Suzuki A. et al. Impact of Hemodialysis on Surgical Outcomes and Mortality Rate after Lumbar Spine Surgery: A Matched Cohort Study. *Spine Surg Relat Res.* 2018;3(2):151-156. doi: 10.22603/ssr.2018-0025.
- Yamada T., Yoshii T., Hirai T., Inose H., Kato T., Kawabata S., Okawa A. Clinical Outcomes of Spinal Surgery for Patients Undergoing Hemodialysis. *Orthopedics.* 2016;39(5):e863-868. doi: 10.3928/01477447-20160509-06.
- Sasaki M., Abekura M., Morris S., Akiyama C., Kaise K., Yuguchi T. et al. Microscopic bilateral decompression through unilateral laminotomy for lumbar canal ste-

- nosis in patients undergoing hemodialysis. *J Neurosurg Spine*. 2006;5(6):494-499. doi: 10.3171/spi.2006.5.6.494.
17. Madhavan K., Chieng L.O., Armstrong V.L., Wang M.Y. Spondylodiscitis in end-stage renal disease: a systematic review. *J Neurosurg Spine*. 2019;30(5):674-682. doi: 10.3171/2018.9.spine18824.
  18. Kehrer M., Pedersen C., Jensen T.G., Lassen A.T. Increasing incidence of pyogenic spondylodiscitis: a 14-year population-based study. *J Infect*. 2014;68(4): 313-320. doi: 10.1016/j.jinf.2013.11.011.
  19. Renz N., Hauptenthal J., Schuetz M.A., Trampuz A. Hematogenous vertebral osteomyelitis associated with intravascular device-associated infections – A retrospective cohort study. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2017;88(1): 75-81. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2017.01.020.
  20. Kuo G., Sun W.C., Lu Y.A., Chen C.Y., Kao H.K., Lin Y.Jr. et al. Chronic dialysis patients with infectious spondylodiscitis have poorer outcomes than non-dialysis populations. *Ther Clin Risk Manag*. 2018;14:257-263. doi: 10.2147/TCRM.S153546.
  21. Дулаев А.К., Цед А.Н., Муштин Н.Е. Применение транексамовой кислоты при эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2018;177(4):47-51. doi: 10.24884/0042-4625-2018-177-4-47-51.
  22. Lasocki S., Krauspe R., von Heymann C., Mezzacasa A., Chainey S., Spahn D.R. PREPARE: the prevalence of perioperative anaemia and need for patient blood management in elective orthopaedic surgery: a multicentre, observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32(3):160-167. doi: 10.1097/EJA.000000000000202.
  23. Saeed F., Agrawal N., Greenberg E., Holley J.L. Lower gastrointestinal bleeding in chronic hemodialysis patients. *Int J Nephrol*. 2011;2011:272535. doi: 10.4061/2011/272535.
  24. Sarnak M.J., Jaber B.L. Mortality caused by sepsis in patients with end-stage renal disease compared with the general population. *Kidney Int*. 2000;58(4):1758-1764. doi: 10.1111/j.1523-1755.2000.00337.x.

## 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, Санкт-Петербург

Дулаев Александр Кайсинович — д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»; заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Цед Александр Николаевич — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, руководитель отделения травматологии и ортопедии № 2, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург

## AUTHORS' INFORMATION:

Mikhail A. Mushkin — Assistant, Department of Traumatology and Orthopedics, Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Alexander K. Dulaev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine; Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Alexander N. Tsed — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Head of Department of Traumatology and Orthopedics No. 2, Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

## Костные ксеноматериалы в травматологии и ортопедии (аналитический обзор литературы)

М.В. Стогов<sup>1</sup>, Д.В. Смоленцев<sup>2</sup>, Е.А. Киреева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

<sup>2</sup> ООО «Мед-Инж-Био», г. Пенза, Россия

### Резюме

**Цель** аналитического обзора — оценить опыт применения костных ксеноматериалов в травматологии и ортопедии. **Методы.** Поиск литературных источников проводился в открытых электронных базах данных научной литературы PubMed и eLIBRARY. Глубина поиска — 20 лет. **Результаты.** Обнаружено 13 источников, в которых описан опыт клинического применения костнопластических материалов костного ксеногенного происхождения в травматологии и ортопедии. Отмечено, что наибольшая эффективность (от 92 до 100%) обнаруживается в случаях применения ксеноматериала для замещения дефектов при внутрисуставных переломах и ревизионном эндопротезировании. Случаи неудовлетворительных исходов связаны с отсутствием интеграции материала и его отторжением. Наименьшая эффективность (от 41,9 до 46,1%) отмечена при реконструктивных операциях на стопе. Отмечено отсутствие эффекта после применения ксеногенных костных материалов для замещения дефектов при псевдоартрозе. Основное встречаемое осложнение — инфицирование материала. Расчетный процент осложнений при применении ксеноматериалов после суммирования данных литературы составил 7,53% (18 случаев из 239, ДИ 5–95%: 4,53–11,21). Выделено два направления улучшения технических и биологических характеристик костных ксеноматериалов: 1. Модификация исходного ксеноматрикса (развитие технологии очистки, изменение структуры и химического состава матрикса кости); 2. Введение в объем матрикса дополнительных элементов (биологически активные вещества, стволовые клетки). Отмечено, что ксеноматериалы в травматологии и ортопедии могут быть более востребованными за счет уточнения и расширения показаний к их применению. **Заключение.** Ксеногенный костный материал в современной практике травматологии и ортопедии нашел свое применение для восполнения недостатка костной ткани при ревизионных операциях по эндопротезированию, а также для замещения дефектов кости при некоторых видах переломов. Этот материал относительно безопасен, а возможность его модифицирования позволяет улучшать его биологические характеристики.

**Ключевые слова:** костный аллотрансплантат, костный ксенотрансплантат.

doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-181-189

## Bone Xenografts in Trauma and Orthopaedics (Analytical Review)

M.V. Stogov<sup>1</sup>, D.V. Smolentsev<sup>2</sup>, E.A. Kireeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

<sup>2</sup> Med-Inz-Bio LLC, Penza, Russian Federation

### Abstract

Purpose of the analytical review — to evaluate the application experience of bone xenografts in trauma and orthopaedics surgery. **Methods.** Data search was performed in the electronic databases of PubMed and eLIBRARY with depth of 20 years. **Results.** The authors identified 13 papers which described the application experience of bone

Стогов М.В., Смоленцев Д.В., Киреева Е.А. Костные ксеноматериалы в травматологии и ортопедии (аналитический обзор литературы). Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):181-189. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-181-189.

**Cite as:** Stogov M.V., Smolentsev D.V., Kireeva E.A. [Bone Xenografts in Trauma and Orthopaedics (Analytical Review)]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):181-189. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-181-189 (In Russian).

Стогов Максим Валерьевич / Maksim V. Stogov; e-mail: stogo\_off@list.ru

Рукопись поступила/Received: 25.03.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 09.07.2019.

xenografts in trauma surgery and orthopaedics. The highest efficiency (from 92 to 100%) was reported for cases of xenografts use to replace defects in intraarticular fractures and revision arthroplasty. Unsatisfactory outcomes were related to cases with no integration and graft rejection. The least efficiency (from 41,9 to 46,1%) was reported in reconstructive foot surgery. No effect of bone xenografts was observed for replacement of defects in cases of pseudoarthrosis. The most frequent complication was graft material infection. The summarized literature data provided the calculated share of complications following xenograft use of 7,53% (18 out of 239 cases, CI 5-95%, 4,53-11,21). Two areas were identified for improvement of technical and biological properties of bone xenografts: 1. Modification of original xeno-matrix (enhancement of purification technique, alteration of structure of chemical composition of the bone matrix); 2. Augmentation of matrix volume by additional elements (biologically active agents, stem cells). It's noted that demand for xenografts in traumatology and orthopaedics can increase after refining and expanding the indications for clinical use. **Conclusion.** Bone xenografts used in the modern trauma surgery and orthopaedics to replace bone defects in revision arthroplasty as well as in certain fracture types. Such material is relatively safe and its ability to be modified allows to improve its biological properties.

**Keywords:** bone allograft, bone xenografts.

## Введение

Сейчас в травматологии и ортопедии для решения задач восполнения недостатка костной ткани не обходятся без использования костнопластических материалов алло- и ксеногенного происхождения [1, 2]. Оба эти материала отличаются от аутологичной кости более низкими остеогенными свойствами, наличием потенциального антигенного ответа и передачи заболевания, измененными биологическими и механическими свойствами в результате их обработки [3].

Несмотря на то, что в ряде работ показано, что костный ксеноматериал относительно алломатериала имеет сравнимую или даже повышенную эффективность при восполнении недостатка кости [4, 5, 6], в отечественной клинической практике предпочтение отдается костнопластическому материалу аллогенного происхождения [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Ксеноматериалы, по нашему мнению, являются недооцененными, хотя их доступность позволяет:

- обеспечить возрастающую потребность в костнопластическом материале, в основном за счет его использования при ревизионном эндопротезировании [14];

- снизить стоимость конечного продукта (производство ксеноматериалов имеет значительный потенциал к удешевлению при массовом производстве и, по некоторым оценкам, дешевле аллогенных более чем в 3 раза [15]);

- значительно модифицировать материал в целях улучшения его биологических характеристик (остеоиндукция, остеоиндукция, безопасность), а также увеличения срока хранения [16];

- более качественно производить отбраковку и подбирать материал с оптимальными физико-механическими свойствами.

Эти преимущества в настоящее время реализуются в стоматологической практике и челюстно-лицевой хирургии, где костные материалы ксеногенного происхождения получили доволь-

но широкое клиническое применение [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25]. Данные же о применении костных ксеноматериалов в травматологии и ортопедии носят достаточно разрозненный характер.

**Цель** аналитического обзора — оценить опыт применения костных ксеноматериалов в травматологии и ортопедии.

## Стратегия поиска литературных источников

Поиск источников проводился в открытых электронных базах научной литературы PubMed и eLIBRARY. Для поиска использовали ключевые слова: ксенокость, ксенотрансплантат, ксеноматриал, bone AND xenograft. Глубина поиска — 20 лет.

Для проведения анализа и оценки литературных данных были определены критерии включения источников в аналитическое исследование:

Критерием включения источников в аналитическое исследование являлось наличие полного текста статьи или структурированного, с указанием конкретных количественных данных, реферата.

Критерии исключения:

1. Клинические примеры, тезисы докладов, неопубликованные работы.

2. Исследования, имеющие признаки «дублирования» (схожий протокол исследования, группы и число пациентов и др.). В случае обнаружения «дублирующих» статей выбирали более поздний по дате публикации источник.

3. Статьи по стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

## Результаты

**Опыт клинического применения.** Мы обнаружили 13 источников, в которых описан опыт применения костнопластических материалов костного ксеногенного происхождения в практической травматологии и ортопедии (табл. 1).

**Литературные данные о клиническом применении костнопластических материалов  
костного ксеногенного происхождения в травматологии и ортопедии**

Применение (количество наблюдений)	Эффективность лечения*	Осложнения, связанные с имплантатом	Источник
Перелом плато большеберцовой кости ( $n = 19$ )	19 (100%)	Нет	[26]
Внутрисуставные переломы ( $n = 19$ )	18 (94,7%)	2 случая (10,5%) инфицирования	[27]
Остеотомия пяточной кости по Evans ( $n = 29$ )	Сопоставима с алломатериалом	Нет	[28]
Дефекты костей ( $n = 116$ )	107 (92,2%)	16 случаев (13,8%) инфицирования	[29]
Замещение дефектов гребня подвздошной кости после забора аутологичной кости ( $n = 16$ )	15 (93,8%)	Нет	[30]
Ревизионное эндопротезирование ( $n = 27$ )	27 (100%)	Нет	[31]
Ревизионное эндопротезирование ( $n = 15$ )	14 (93,3%)	Нет	[32]
Клиновидная остеотомия большеберцовой кости ( $n = 4$ ); ревизионное эндопротезирование ( $n = 3$ )	7 (100%)	Нет информации	[33]
Клиновидная остеотомия большеберцовой кости ( $n = 31$ )	24 (77,4%)	5 случаев (16,1%): 2 инфицирования и 3 случая выделений в области имплантации	[34]
Ревизионное эндопротезирование ( $n = 27$ ) с применением ксено- и аутоматериала	21 (77,8%)	1 случай (4,8%) инфицирования	[35]
Реконструктивные операции на стопе ( $n = 31$ )	13 (41,9%)	Нет информации	[36]
Реконструктивные операции на стопе ( $n = 13$ )	6 (46,2%)	Нет информации	[37]
Псевдоартроз ( $n = 2$ )	0 (остеолиз)	Нет информации	[38]

\* Эффективность лечения определяли как количество положительных исходов лечения в процентах от общего числа наблюдений.

Анализ литературных данных показал, что:

– клиническое применение костных ксеноматериалов в травматологии и ортопедии достаточно ограничено;

– наибольшая эффективность (от 92 до 100%) обнаруживается в случаях применения материала для замещения дефектов при внутрисуставных переломах и ревизионном эндопротезировании. Случаи неудовлетворительных исходов связаны с отсутствием интеграции материала и его отторжением;

– наименьшая эффективность (от 41,9 до 46,2%) отмечена при реконструктивных операциях на стопе;

– отмечено отсутствие эффекта при применении ксеногенных костных материалов для замещения дефектов при псевдоартрозе;

– наиболее частое осложнение при использовании костных ксеноматериалов — их инфицирование.

Расчетный процент осложнений при применении ксеноматериалов по данным работ, в которых есть информация об осложнениях [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35], составляет 8,45% (24 случая из 284, ДИ 5–95%: 5,50–11,96). При этом стоит отметить, что осложнения, встречаемые в работах J.P. Levai с соавторами и С. Charalambides с соавторами [34, 35], датированных 2003 и 2005 г., можно связать с тем, что технологии обработки материала в тот период были несовершенны. Поэтому, включая эти данные из статистики, можно получить процент осложнений, равный 7,53% (18 случаев из 239, ДИ 5–95%: 4,53–11,21).

Подробный анализ осложнений приведен в работе E.J. Kubosch с соавторами, где на достаточно большом объеме данных показано, что частота осложнений при применении ксеноматериалов для замещения дефектов костей зависела от локализации дефекта, а степень интеграции снижалась с возрастом пациента [29]. Это исследование позволяет говорить о том, что процент осложнений может быть снижен при выработке противопоказаний к применению ксеноматериалов, связанных с локализацией дефекта и возрастом пациента.

Улучшение эксплуатационных характеристик костных ксеноматериалов. Несмотря на имеющийся опыт клинического применения ксеноматериалов и наличие достаточного числа разрешенных к применению материалов [2, 39, 40], улучшение их эффективности и безопасности продолжается. В таблице 2 представлены основные экспериментальные работы в этой области.

Среди представленных статей можно выделить два основных направления по улучшению техни-

ческих и биологических характеристик костных ксеноматериалов:

– модификация исходного ксеноматрикса (развитие технологии очистки, изменение структуры и химического состава матрикса кости) [58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68];

– введение в объем матрикса дополнительных элементов (биологически активные вещества, стволовые клетки) [41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57].

На наш взгляд, наиболее разработанным выглядит направление по импрегнации различных биологически активных компонентов в объем и/или на поверхность ксеноматрикса: факторы роста и лекарственные субстанции [41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]. Достаточно актуальным является направление тканевой инженерии, где на поверхность ксеноматериала прививают стволовые клетки [51, 52, 53, 54, 55, 56, 57].

Продолжается поиск новых сырьевых источников для получения костного матрикса [67, 68].

Таблица 2

**Направления по улучшению эксплуатационных характеристик костных ксеноматериалов**

Направление	Тип модификации	Источник
Импрегнация биологически активными веществами	Факторы роста	[41, 42, 43, 44, 45]
	Антибиотики	[46, 47]
	Антибиотики + Факторы роста	[48]
	Бисфосфонаты	[49]
	Плазма, обогащенная тромбоцитами	[50]
Тканевая инженерия	Обогащение ксеноматрикса стволовыми клетками	[51, 52, 53, 54, 55, 56, 57]
Химическая модификация ксеноматрикса	Включение ионов фтора	[58]
	Включение ионов хлора	[59]
	Включение ионов магния	[60]
	Химическая сшивка биополимеров	[61]
Физическая модификация ксеноматрикса	Изменение пористости	[62, 63]
	Изменение кристалличности	[64]
Совершенствование технологии очистки	Депротенинизация	[65]
	Извлечение липидов	[66]
Новые источники ксеноматериала	Роговая кость	[67]
	Кролики, лошадь	[68]



Выполненный анализ показал, что костнопластические материалы ксеногенного происхождения в настоящее время в практической травматологии и ортопедии используются при лечении ограниченного спектра патологий, в отличие от челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, где накоплен большой опыт применения этих материалов для замещения костных дефектов, а также сформированы собственные протоколы имплантации. Тем не менее, можно ожидать рост востребованности ксеноматериалов в травматологии и ортопедии, связанный с увеличением клинического спроса на костнопластические материалы, который, в частности, вызван увеличением числа ревизионных операций эндопротезирования, требующих восполнения недостатка костной ткани.

Относительно редкое применение ксеноматериалов в современной практике травматологии и ортопедии можно объяснить как консерватизмом хирургов, не рискующих применять имплантируемые материалы биологического происхождения из-за опасения осложнений, так и недостаточной информированностью о рынке подобных материалов. Так или иначе, следствием этого является то, что применение костнозамещающих материалов ксеногенного происхождения происходит нерегулярно, поэтому результатов рутинного использования в случаях, поддающихся стандартизации, не хватает. Недостаточен и объем научной оценки опыта применения этих материалов.

Несомненно, такая картина связана еще и с тем, что технические характеристики и показатели эффективности присутствующих на рынке ксеноматериалов ограничивают их востребованность в травматологии и ортопедии. Расширение же показаний к применению этого материала и рост объемов его использования могут быть достигнуты за счет дополнительной модификации материала, улучшающей, прежде всего, его остеоиндуктивные и остеокондуктивные характеристики. Актуальность этой тематики подтверждает количество экспериментальных работ, выполняемых в этом направлении в последнее время (см. табл. 2).

Проведенный анализ литературы позволяет также заключить, что имеющиеся плюсы ксеноматериала (его доступность и модифицируемость, относительно низкая стоимость и приемлемая безопасность) делают потенциал его дальнейшего применения достаточно высоким. В этом плане можно выделить три основные задачи, которые нужно решить для того, чтобы применение ксеноматериалов в практике травматологии и ортопедии было более востребованным.

1. Уточнение показаний к применению и разработка протоколов лечения костной патологии с использованием ксеноматериалов (на это в сво-

их работах также указывают ряд авторов [28, 69, 70]). Решение этой задачи может быть достигнуто при проведении доказательных клинических исследований. Как показало наше исследование, несмотря на то, что на рынке появляется все большее количество зарегистрированных материалов ксеногенного происхождения, доказательных, хорошо структурированных и, возможно, что еще более важно, независимых клинических исследований пока нет.

2. Расширение показаний к применению костных ксеноматериалов. Решение этой задачи видится в совершенствовании технологии получения и модификации ксеноматрикса, что позволит улучшить технические и биологические характеристики материала и, соответственно, расширить показания к его применению в травматологии и ортопедии. Актуальным направлением здесь является создание материала, позволяющего восполнять крупные дефекты кости [29, 41, 70].

3. Определение возможности применения ксеноматериала в комбинации с другими заместителями кости. Работы в этом направлении также проводятся [71, 72].

Конечно, определение преимуществ костных ксеноматериалов над материалами аллогенной, и, тем более, аутогенной природы требует выполнения доказательных исследований. Однако уже сейчас можно сказать, что сфера применения этого материала определена: эндопротезирование и замещение небольших костных дефектов. Можно также полагать, что развитие технологий получения и рост рынка ксеногенных костных материалов сделает их более доступными для практического использования.

## Заключение

Проведенный аналитический обзор показал, что ксеногенный костный материал в современной практике травматологии и ортопедии нашел свое применение для восполнения недостатка костной ткани при ревизионных операциях эндопротезирования, а также для замещения дефектов кости при некоторых видах переломов. Показана возможность модифицирования этого материала для улучшения его биологических характеристик. Это открывает дополнительные перспективы для применения ксеногенного костного материала в практике травматологии и ортопедии.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование выполнено в рамках государственного задания, номер регистрации АААА-А18-118011190124-9.

**Вклад авторов**

*Стогов М.В.* — идея работы, анализ и описание результатов поиска.

Смоленцев Д.В. — подбор публикаций, анализ и описание результатов поиска.

Киреева Е.А. — подбор публикаций, подготовка и оформление статьи.

### Литература [References]

- Li D., Bi L., Meng G.L., Liu M., Jin J., Liu Y. et al. Multi-variety bone bank in China. *Cell Tissue Bank*. 2010;11(3):233-240. doi: 10.1007/s10561-009-9151-2.
- Oryan A., Alidadi S., Moshiri A., Maffulli N. Bone regenerative medicine: classic options, novel strategies, and future directions. *J Orthop Surg Res*. 2014;9(1):18. doi: 10.1186/1749-799X-9-18.
- Dimitriou R., Jones E., McGonagle D., Giannoudis P.V. Bone regeneration: current concepts and future directions. *BMC Med*. 2011;9:66. doi: 10.1186/1741-7015-9-66.
- Накоскин А.Н., Силантьева Т.А., Накоскина Н.В., Талашова И.А., Тушина Н.В. Репаративные процессы при алло- и ксеиноимплантации внеклеточного матрикса кости. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2018;62(3):60-66. doi: 10.25557/0031-2991.2018.03.60-66. Nakoskin A.N., Silantjeva T.A., Nakoskina N.V., Talashova I.A., Tushina N.V. [Reparative processes in alloand xenoinplantation of extracellular bone matrix]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya* [Pathological Physiology and Experimental Therapy]. 2018;62(3):60-66. (In Russian). doi: 10.25557/0031-2991.2018.03.60-66.
- Athanasiou V.T., Papachristou D.J., Panagopoulos A., Saridis A., Scopa C.D., Megas P. Histological comparison of autograft, allograft-DBM, xenograft, and synthetic grafts in a trabecular bone defect: an experimental study in rabbits. *Med Sci Monit*. 2010;16(1):BR24-31.
- Galia C.R., Lourenço A.L., Rosito R., Souza Macedo C.A., Camargo L.M. Physicochemical characterization of lyophilized bovine bone grafts. *Rev Bras Ortop*. 2015;46(4):444-451. doi: 10.1016/S2255-4971(15)30260-3.
- Анастасиева Е.А., Садовой М.А., Воропаева А.А., Кирилова И.А. Использование ауто и аллогрант-сплантатов для замещения костных дефектов при резекциях опухолей костей. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(3):148-155. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155. Anastasieva E.A., Sadovoy M.A., Voropaeva V.V., Kirilova I.A. [Reconstruction of bone defects after tumor resection by autoand allografts (review of literature)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):148-155. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155.
- Бовкис Г.Ю., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Компенсация дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей при ревизионном эндопротезировании коленного сустава — способы и результаты их применения (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(2):101-113. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-101-113. Bovkis G.Y., Kulyaba T.A., Kornilov N.N. [Management of femur and tibia metaphyseal bone defects during revision total knee arthroplasty — methods and outcomes (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(2):101-113. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-2-101-113.
- Ваза А.Ю., Файн А.М., Иванов П.А., Ключкин И.Ю., Сластилин В.В., Боровкова Н.В., Хватов В.Б. Анализ применения различных вариантов костной пластики у пострадавших с внутрисуставными переломами. *Трансплантология*. 2015;(4):6-12. Vaza A.Y., Fayn A.M., Ivanov P.A., Klyukvin I.Y., Slastinin V.V., Borovkova N.V., Khvatov V.B. [Analysis of the application of different bone grafting procedures in patients with intra-articular fractures]. *Transplantologiya* [The Russian Journal of Transplantation]. 2015;(4):6-12. (In Russian).
- Зуев П.А., Павленко Н.Н., Зуев П.П. Поиск оптимального способа операции ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2011;(1):134-139. Zuyev P.A., Pavlenko N.N., Zuyev P.P. [The search of the best way for the hip surgical revision endoprosthesis]. *Genij Ortopedii*. 2011;(1):134-139. (In Russian).
- Кирилова И.А., Садовой М.А., Подорожная В.Т. Сравнительная характеристика материалов для костной пластики: состав и свойства. *Хирургия позвоночника*. 2012;(3):72-83. doi: 10.14531/ss2012.3.72-83. Kirilova I.A., Sadovoy M.A., Podorozhnaya V.T. [Comparative characteristics of materials for bone grafting: composition and properties]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2012;(3):72-83. (In Russian). doi: 10.14531/ss2012.3.72-83.
- Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Селин А.В., Разоренов В.Л., Кройтору И.И., Петухов А.И. и др. Способы компенсации костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2011;61(3):5-12. doi: 10.21823/2311-2905-2011-0-3-5-12. Kulyaba T.A., Kornilov N.N., Selin A.V., Razorenov V.I., Kroitoru I.I., Petukhov A.I. et al. [The ways of bone defects compensation in revision knee arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(3):5-12. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2011-0-3-5-12.
- Слизовский Г.В., Кужеливский И.И. Современное состояние проблемы лечения костной патологии у детей. *Бюллетень сибирской медицины*. 2012;11(2):64-76. doi: 10.20538/1682-0363-2012-2-64-76. Slizovsky G.V., Kuzhelivsky I.I. [State of the art of the treatment of bone pathology in children]. *Bulleten sibirskoj mediciny* [Bulletin of Siberian Medicine]. 2012;11(2):64-76. (In Russian). doi: 10.20538/1682-0363-2012-2-64-76.
- Ibrahim M.S., Raja S., Haddad F.S. Acetabular impaction bone grafting in total hip replacement. *Bone Joint J*. 2013;95-B(11 Suppl A):98-102. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.32834.
- Leung H.B., Fok M.W., Chow L.C., Yen C.H. Cost comparison of femoral head banking versus bone substitutes. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2010;18(1):50-54. doi: 10.1177/230949901001800111.
- Shibuya N., Jupiter D.C. Bone graft substitute: allograft and xenograft. *Clin Podiatr Med Surg*. 2015;32(1):21-34. doi: 10.1016/j.cpm.2014.09.011.
- Бойко Е.М., Брусницын Д.А., Долгалев А.А., Зеленский В.А. Малоинвазивный метод направленной костной регенерации при атрофии альвеолярного гребня. *Медицинский алфавит*. 2017;298(1):5-9. Boyko E.M., Brusnitsin D.A., Dolgalev A.A., Zelensky V.A. [Minimally invasive method of guided bone regeneration of alveolar ridge]. *Medicinskij alfavit* [Medical Alphabet]. 2017;298(1):5-9. (In Russian).
- Столяров М.В., Смирнова А.В., Киртаева А.В., Кандейкина Н.В. Восстановление костной ткани челюсти с применением остеотропного материала «Остеоматрикс». *Acta Medica Eurasica*. 2016;(3):39-48.

- Stolyarov M., Smirnova A., Kirtaeva A., Kandeykina N. [Restoration of jaw bony tissue with the use of bone-seeking material «Osteomatrix»]. *Acta Medica Eurasica*. 2016;(3):39-48. (In Russian).
19. Aghazadeh A., Rutger Persson G., Renvert S. A single-centre randomized controlled clinical trial on the adjunct treatment of intra-bony defects with autogenous bone or a xenograft: results after 12 months. *J Clin Periodontol*. 2012;39(7):666-673. doi: 10.1111/j.1600-051X.2012.01880.x.
  20. Al Qabbani A., Al Kawas S., A Razak N.H., Al Bayatti S.W., Enezei H.H., Samsudin A.R. et al. Three-dimensional radiological assessment of alveolar bone volume preservation using bovine bone xenograft. *J Craniofac Surg*. 2018;29(2):e203-e209. doi: 10.1097/SCS.0000000000004263.
  21. Benlidayi M.E., Tatli U., Kurkcu M., Uzel A., Oztunc H. Comparison of bovine-derived hydroxyapatite and autogenous bone for secondary alveolar bone grafting in patients with alveolar clefts. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(1):e95-e102. doi: 10.1016/j.joms.2011.08.041.
  22. De Bruyckere T., Eghbali A., Younes F., Cleymaet R., Jacquet W., De Bruyn H., Cosyn J. A 5-year prospective study on regenerative periodontal therapy of infrabony defects using minimally invasive surgery and a collagen-enriched bovine-derived xenograft. *Clin Oral Investig*. 2018;22(3):1235-1242. doi: 10.1007/s00784-017-2208-x.
  23. Jambhekar S., Kernen F., Bidra A.S. Clinical and histologic outcomes of socket grafting after flapless tooth extraction: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *J Prosthet Dent*. 2015;113(5):371-382. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.12.009.
  24. Lima R.G., Lima T.G., Francischone C.E., Turssi C., Souza Picorelli Assis N.M., Sotto-Maior B.S. Bone Volume dynamics and implant placement torque in horizontal bone defects reconstructed with autologous or xenogeneic block bone: a randomized, controlled, split-mouth, prospective clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018;33(4):888-894. doi: 10.11607/jomi.6288.
  25. Nam J.W., Khureltogtokh S., Choi H.M., Lee A.R., Park Y.B., Kim H.J. Randomised controlled clinical trial of augmentation of the alveolar ridge using recombinant human bone morphogenetic protein 2 with hydroxyapatite and bovine-derived xenografts: comparison of changes in volume. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2017;55(8):822-829. doi: 10.1016/j.bjoms.2017.07.017.
  26. Goff T., Kanakaris N.K., Giannoudis P.V. Use of bone graft substitutes in the management of tibial plateau fractures. *Injury*. 2013;44 Suppl 1:S86-94. doi: 10.1016/S0020-1383(13)70019-6.
  27. Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В., Помогаева Е.В. Аугментация костных дефектов дистального отдела большеберцовой кости синтетическим b-трикальций фосфатом и ксенопластическим материалом «Остеоматрикс» при хирургическом лечении внутрисуставных импрессионных переломов. *Гений ортопедии*. 2016;(3):14-20. doi: 10.18019/1028-4427-2016-3-14-20.  
Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V., Antoniadu Iu.V., Pomogaeva E.V. [Augmentation of distal tibial defects with synthetic b-tricalcium phosphate and Osteomatrix xenoplastic material in surgical treatment of intra-articular impression fractures]. *Genij Ortopedii*. 2016;(3):14-20. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2016-3-14-20.
  28. Rhodes J., Mansour A., Frickman A., Pritchard B., Flynn K., Pan Z. et al. Comparison of allograft and bovine xenograft in calcaneal lengthening osteotomy for flatfoot deformity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(3):e202-e208. doi: 10.1097/BPO.0000000000000822.
  29. Kubosch E.J., Bernstein A., Wolf L., Fretwurst T., Nelson K., Schmal H. Clinical trial and in-vitro study comparing the efficacy of treating bony lesions with allografts versus synthetic or highly-processed xenogeneic bone grafts. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:77. doi: 10.1186/s12891-016-0930-1.
  30. Makridis K.G., Ahmad M.A., Kanakaris N.K., Fragkakis E.M., Giannoudis P.V. Reconstruction of iliac crest with bovine cancellous allograft after bone graft harvest for symphysis pubis arthrodesis. *Int Orthop*. 2012;36(8):1701-1707. doi: 10.1007/s00264-012-1572-z.
  31. Загородний Н.В., Левин В.В., Канаев А.С., Савашчук Д.А., Павлов С.А., Панасюк А.Ф., Абакиров М.Д. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием «Остеоматрикса». *Политравма*. 2011;(3):48-54.  
Zagorodniy N.V., Levin V.V., Kanaev A.S., Savashchuk D.A., Pavlov S.A., Panasyuk A.F., Abakirov M.D. [Revision endoprosthesis of hip joint with using of Osteomatrix]. *Politravma [Polytrauma]*. 2011;(3):48-54. (In Russian).
  32. Diesel C.V., Ribeiro T.A., Guimarães M.R., Macedo C.A.S., Galia C.R. Acetabular revision in total hip arthroplasty with tantalum augmentation and lyophilized bovine xenograft. *Rev Bras Ortop*. 2017;52(Suppl 1):46-51. doi: 10.1016/j.rboe.2017.08.009.
  33. Meyer S., Floerkemeier T., Windhagen H. Histological osseointegration of Tutobone: first results in human. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(6):539-544. doi: 10.1007/s00402-007-0402-z.
  34. Levai J.P., Bringer O., Descamps S., Boisgard S. Xenograft-related complications after filling valgus open wedge tibial osteotomy defects. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2003;89(8):707-711.
  35. Charalambides C., Beer M., Cobb A.G. Poor results after augmenting autograft with xenograft (Surgibone) in hip revision surgery: a report of 27 cases. *Acta Orthop*. 2005;76(4):544-549. doi: 10.1080/17453670510041547.
  36. Shibuya N., Holloway B.K., Jupiter D.C. A comparative study of incorporation rates between non-xenograft and bovine-based structural bone graft in foot and ankle surgery. *J Foot Ankle Surg*. 2014;53(2):164-167. doi: 10.1053/j.jfas.2013.10.013.
  37. Ledford C.K., Nunley J.A. 2nd, Viens N.A., Lark R.K. Bovine xenograft failures in pediatric foot reconstructive surgery. *J Pediatr Orthop*. 2013;33(4):458-463. doi: 10.1097/BPO.0b013e318287010d.
  38. Elliot R.R., Richards R.H. Failed operative treatment in two cases of pseudarthrosis of the clavicle using internal fixation and bovine cancellous xenograft (Tutobone). *J Pediatr Orthop B*. 2011;20(5):349-353. doi: 10.1097/BPB.0b013e328346c010.
  39. Волокитина Е.А., Хабиб М.С.С. Эндопротезирование тазобедренного сустава при деформациях и дефектах вертлужной впадины (обзор литературы). *Уральский медицинский журнал*. 2018;156(1):56-63.  
Volokitina E.A., Habib M.S.S. [Total hip replacement in cases of acetabular bone defects and deformations (review)]. *Uralskii meditsinskii zhurnal [Ural Medical Journal]*. 2018;156(1):56-63. (In Russian).
  40. Сорокин Г.В., Боровков В.Н., Еремин А.В., Орлов А.А. Методы стимуляции репаративной регенерации при лечении переломов конечностей с применением новых биотехнологий. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2012;(2):36-40.  
Sorokin G.V., Borovkov V.N., Eremin A.V., Orlov A.A. [Methods of stimulation of reparative regeneration in

- the treatment of limb fractures using new biotechnologies]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [The Department of Traumatology and Orthopedics]. 2012;(2):36-40. (In Russian).
41. Li X., Lin Z., Duan Y., Shu X., Jin A., Min S., Yi W. Repair of large segmental bone defects in rabbits using BMP and FGF composite xenogeneic bone. *Genet Mol Res.* 2015;14(2):6395-6400. doi: 10.4238/2015.June.11.15.
  42. Liu F., Wells J.W., Porter R.M., Glatt V., Shen Z., Schinhan M. et al. Interaction between living bone particles and rhBMP-2 in large segmental defect healing in the rat femur. *J Orthop Res.* 2016;34(12):2137-2145. doi: 10.1002/jor.23255.
  43. Long B., Dan L., Jian L., Yunyu H., Shu H., Zhi Y. Evaluation of a novel reconstituted bone xenograft using processed bovine cancellous bone in combination with purified bovine bone morphogenetic protein. *Xenotransplantation.* 2012;19(2):122-132. doi: 10.1111/j.1399-3089.2012.00694.x.
  44. Oryan A., Alidadi S., Moshiri A., Bigham-Sadegh A. Bone morphogenetic proteins: a powerful osteoinductive compound with non-negligible side effects and limitations. *Biofactors.* 2014;40(5):459-481. doi: 10.1002/biof.1177.
  45. Tovar N., Jimbo R., Gangolli R., Witek L., Lorenzoni F., Marin C. et al. Modification of xenogeneic graft materials for improved release of P-15 peptides in a calvarium defect model. *J Craniofac Surg.* 2014;25(1):70-76. doi: 10.1097/SCS.0b013e3182a2dfe7.
  46. Bi L., Hu Y., Fan H., Meng G., Liu J., Li D., Lv R. Treatment of contaminated bone defects with clindamycin-reconstituted bone xenograft-composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007;82(2):418-427. doi: 10.1002/jbm.b.30747.
  47. Lewis C.S., Katz J., Baker M.I., Supronowicz P.R., Gill E., Cobb R.R. Local antibiotic delivery with bovine cancellous chips. *J Biomater Appl.* 2011;26(4):491-506. doi: 10.1177/0885328210375729.
  48. Skelly J.D., Lange J., Filion T.M., Li X., Ayers D.C., Song J. Vancomycin-bearing synthetic bone graft delivers rhBMP-2 and promotes healing of critical rat femoral segmental defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(12):4015-4023. doi: 10.1007/s11999-014-3841-1.
  49. Lozano-Carrascal N., Satorres-Nieto M., Delgado-Ruiz R., Maté-Sánchez de Val J.E., Gehrke S.A., Gargallo-Albiol J., Calvo-Guirado J.L. Scanning electron microscopy study of new bone formation following small and large defects preserved with xenografts supplemented with pamidronate-A pilot study in Fox-Hound dogs at 4 and 8 weeks. *Ann Anat.* 2017;209:61-68. doi: 10.1016/j.aanat.2016.09.009.
  50. Oryan A., Alidadi S., Moshiri A. Platelet-rich plasma for bone healing and regeneration. *Expert Opin Biol Ther.* 2016;16(2):213-232. doi: 10.1517/14712598.2016.1118458.
  51. Бухарова Т.Б., Волков А.В., Воронин А.С., Филимонов К.А., Чаплыгин С.С., Мурушиди М.Ю. и др. Разработка тканеинженерной конструкции на основе мультипотентных стромальных клеток жировой ткани человека, трансфицированных геном костного морфогенетического белка BMP-2. *Клиническая и экспериментальная морфология.* 2013;5(1):45-51.
  52. Brett E., Tevlin R., McArdle A., Seo E.Y., Chan C.K.F., Wan D.C., Longaker M.T. Human adipose-derived stromal cell isolation methods and use in osteogenic and adipogenic in vivo applications. *Curr Protoc Stem Cell Biol.* 2017;43:2H.1.1-2H.1.15. doi: 10.1002/cpsc.41.
  53. Chen M., Xu Y., Zhang T., Ma Y., Liu J., Yuan B. et al. Mesenchymal stem cell sheets: a new cell-based strategy for bone repair and regeneration. *Biotechnol Lett.* 2019;41(3):305-318. doi: 10.1007/s10529-019-02649-7.
  54. García J.R., García A.J. Biomaterial-mediated strategies targeting vascularization for bone repair. *Drug Deliv Transl Res.* 2016;6(2):77-95. doi: 10.1007/s13346-015-0236-0.
  55. Oryan A., Kamali A., Moshiri A., Baghaban Eslaminejad M. Role of mesenchymal stem cells in bone regenerative medicine: What is the evidence? *Cells Tissues Organs.* 2017;204(2):59-83. doi: 10.1159/000469704.
  56. Tabatabaei F.S., Samadi R., Tatari S. Surface characteristics of three commercially available grafts and adhesion of stem cells to these grafts. *Biomed Mater Eng.* 2017;28(6):621-631. doi: 10.3233/BME-171700.
  57. Zhao M., Zhou J., Li X., Fang T., Dai W., Yin W., Dong J. Repair of bone defect with vascularized tissue engineered bone graft seeded with mesenchymal stem cells in rabbits. *Microsurgery.* 2011;31(2):130-137. doi: 10.1002/micr.20854.
  58. Qiao W., Liu R., Li Z., Luo X., Huang B., Liu Q. et al. Contribution of the in situ release of endogenous cations from xenograft bone driven by fluoride incorporation toward enhanced bone regeneration. *Biomater Sci.* 2018;6(11):2951-2964. doi: 10.1039/c8bm00910d.
  59. Cho J.S., Yoo D.S., Chung Y.C., Rhee S.H. Enhanced bioactivity and osteoconductivity of hydroxyapatite through chloride substitution. *J Biomed Mater Res A.* 2014;102(2):455-469. doi: 10.1002/jbm.a.34722.
  60. Park J.W., Ko H.J., Jang J.H., Kang H., Suh J.Y. Increased new bone formation with a surface magnesium-incorporated deproteinized porcine bone substitute in rabbit calvarial defects. *J Biomed Mater Res A.* 2012;100(4):834-840. doi: 10.1002/jbm.a.34017.
  61. Oryan A., Kamali A., Moshiri A., Baharvand H., Daemi H. Chemical crosslinking of biopolymeric scaffolds: current knowledge and future directions of crosslinked engineered bone scaffolds. *Int J Biol Macromol.* 2018;107(Pt A):678-688. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.184.
  62. Antunes A.A., Grossi-Oliveira G.A., Martins-Neto E.C., Almeida A.L., Salata L.A. Treatment of circumferential defects with osseointegrative xenografts of different porosities: a histological, histometric, resonance frequency analysis, and micro-CT study in dogs. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17 Suppl 1:e202-20. doi: 10.1111/cid.12181.
  63. Paulo M.J.E., Dos Santos M.A., Cimatti B., Gava N.F., Riberto M., Engel E.E. Osteointegration of porous absorbable bone substitutes: A systematic review of the literature. *Clinics (Sao Paulo).* 2017;72(7):449-453. doi: 10.6061/clinics/2017(07)10.
  64. Go A., Kim S.E., Shim K.M., Lee S.M., Choi S.H., Son J.S., Kang S.S. Osteogenic effect of low-temperature-heated porcine bone particles in a rat calvarial defect model. *J Biomed Mater Res A.* 2014;102(10):3609-3617. doi: 10.1002/jbm.a.35022.
  65. Lei P., Sun R., Wang L., Zhou J., Wan L., Zhou T., Hu Y. A new method for xenogeneic bone graft depro-

- teinization: comparative study of radius defects in a rabbit model. *PLoS One*. 2015;10(12):e0146005. doi: 10.1371/journal.pone.0146005.
66. Смоленцев Д.В., Гурин М.В., Венедиктов А.А., Евдокимов С.В., Фадеев Р.А. Экстракционная очистка ксеногенного костного матрикса в среде сверхкритического диоксида углерода и оценка свойств полученного материала. *Сверхкритические флюиды. Теория и практика*. 2017;12(2):60-67. Smolentsev D.V., Gurin M.V., Venediktov A.A., Evdokimov S.V., Fadeev R.A. [Purification of xenogenic bone matrix by extraction with supercritical carbon dioxide and evaluation of the obtained material]. *Sverkhkriticheskie Flyuidy. Teoriya i Praktika* [Supercritical Fluids. Theory and Practice]. 2017;12(2):60-67. (In Russian).
67. Meng S., Zhang X., Xu M., Heng B.C., Dai X., Mo X. et al. Effects of deer age on the physicochemical properties of deproteinized antler cancellous bone: an approach to optimize osteoconductivity of bone graft. *Biomed Mater*. 2015;10(3):035006. doi: 10.1088/1748-6041/10/3/035006.
68. Накоскин А.Н., Ковинья М.А., Талашова И.А., Тушина Н.В., Лунева С.Н. Биохимические маркеры остеогенеза и воспаления в сыворотке крови при ксеноимплантации. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2018;13(1):82-85. doi: 10.14300/mnnc.2018.13023. Nakoskin A.N., Kovinka M.A., Talashova I.A., Tushina N.V., Luneva S.N. [Biochemical markers of osteogenesis and inflammation in the blood serum in xenoinplantation]. *Meditinskii vestnik Severnogo Kavkaza* [Medical News of North Caucasus]. 2018;13(1):82-85. doi: 10.14300/mnnc.2018.13023. (In Russian).
69. Bigham-Sadegh A., Oryan A. Basic concepts regarding fracture healing and the current options and future directions in managing bone fractures. *Int Wound J*. 2015;12(3):238-247. doi: 10.1111/iwj.12231.
70. Calori G.M., Mazza E., Colombo M., Ripamonti C. The use of bone-graft substitutes in large bone defects: any specific needs? *Injury*. 2011;42 Suppl 2:S56-63. doi: 10.1016/j.injury.2011.06.011.
71. Keskin D., Gundoğdu C., Atac A.C. Experimental comparison of bovine-derived xenograft, xenograft-autologous bone marrow and autogenous bone graft for the treatment of bony defects in the rabbit ulna. *Med Princ Pract*. 2007;16(4):299-305. doi: 10.1159/000102153.
72. Voor M.J., Yoder E.M., Burden R.L.Jr. Xenograft bone inclusion improves incorporation of hydroxyapatite cement into cancellous defects. *J Orthop Trauma*. 2011;25(8):483-487. doi: 10.1097/BOT.0b013e318224a3c2.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Стогов Максим Валерьевич* — д-р биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

*Смоленцев Дмитрий Владимирович* — директор, ООО «Мед-Инж-Био», г. Пенза

*Киреева Елена Анатольевна* — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган

#### AUTHORS' INFORMATION:

*Maksim V. Stogov* — Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Leading Researcher, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

*Dmitry V. Smolentsev* — Director, Med-Ing-Bio LLC, Penza, Russian Federation

*Elena A. Kireeva* — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

## Физические методы реабилитации пациентов с остеоартрозом: наукометрический анализ доказательных исследований

Г.Р. Абусева<sup>1</sup>, Д.В. Ковлен<sup>1,2</sup>, Г.Н. Пономаренко<sup>1,2</sup>, С.С. Хозяинова<sup>1</sup>, Б.М. Адхамов<sup>1</sup>, В.В. Ивашев<sup>1</sup>, В.Н. Ищук<sup>1</sup>, Т.Н. Карпова<sup>1</sup>, Е.Ф. Кондрина<sup>1</sup>, И.В. Коноплянкин<sup>1</sup>, Л.А. Подберезкина<sup>1</sup>, В.Д. Пронин<sup>1</sup>, С.В. Толмачев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБВУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Увеличение продолжительности жизни населения планеты, гиподинамия и рост числа людей с избыточной массой тела приводят к увеличению количества пациентов, страдающих заболеваниями опорно-двигательного аппарата, в том числе остеоартрозом. Учитывая отсутствие специфического фармакологического лечения остеоартроза, а также рост числа пациентов с коморбидной патологией, возникла необходимость поиска доказанных технологий физической и реабилитационной медицины (ФРМ). **Цель исследования** — выявить наиболее эффективные технологии ФРМ в лечении пациентов с остеоартрозом и сформулировать рекомендации по их применению для практических врачей, основанные на доказательствах, полученных в ходе анализа баз доказательных доброкачественных исследований по применению технологии ФРМ. **Материал и методы.** Статья основана на результатах наукометрического анализа 1183 исследований, проведенных с 2000 по 2019 г., посвященных использованию технологий ФРМ в лечении пациентов с остеоартрозом. В итоговый анализ технологий ФРМ преимущественно включены зарубежные клинические рекомендации/руководства (practice guidelines), систематические обзоры (СО), метаанализы РКИ, данные отдельных РКИ на английском или русском языках, оцененные на 6 баллов и выше по шкале PEDro. В результате наукометрического анализа были сформированы таблицы доказательств с присвоением каждой технологии ФРМ уровня убедительности доказательств и класса рекомендаций по GRADE в соответствии с ГОСТ Р 56034-2014. **Результаты.** За последнее десятилетие произошел ощутимый рост количества исследований, посвященных нефармакологическим методам лечения остеоартроза. Наиболее изученными из технологий ФРМ, которые имеют доказанный эффект, являются физические упражнения в сочетании с традиционной оздоровительной гимнастикой и акупунктурой, пелоидотерапия, бальнеотерапия, а также низкочастотная электротерапия, ультразвуковая терапия и инфракрасная лазеротерапия. **Заключение.** Использование технологий ФРМ в лечении пациентов с остеоартрозом должно быть основано на результатах качественных рандомизированных контролируемых клинических исследований, которые служат основой для разработки клинических рекомендаций. Анализ данных исследований должен носить регулярный характер.

**Ключевые слова:** остеоартроз, физиотерапия, реабилитация, наукометрический анализ.

Абусева Г.Р., Ковлен Д.В., Пономаренко Г.Н., Хозяинова С.С., Адхамов Б.М., Ивашев В.В., В.Н. Ищук, Карпова Т.Н., Кондрина Е.Ф., Коноплянкин И.В., Подберезкина Л.А., Пронин В.Д., Толмачев С.В. Физические методы реабилитации пациентов с остеоартрозом: наукометрический анализ доказательных исследований. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):190-200. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-190-200.

**Cite as:** Abuseva G.R., Kovlen D.V., Ponomarenko G.N., Khozyainova S.S., Adhamov B.M., Ivashchev V.V., Ishchuk V.N., Karpova T.N., Kondrina E.F., Konoplyankin I.V., Podberezkina L.A., Pronin V.D., Tolmachev S.V. [Physical Methods of Rehabilitation for Patients with Osteoarthritis: A Scientometric Analysis of Evidence-Based Studies]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):190-200. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-190-200. (In Russian).

✉ Абусева Гюльнара Рякитовна / Gulnara R. Abuseva; e-mail: bomar-oz@ya.ru

Рукопись поступила/Received: 25.12.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 07.02.2020.

## Physical Methods of Rehabilitation for Patients with Osteoarthritis: A Scientometric Analysis of Evidence-Based Studies

G.R. Abuseva<sup>1</sup>, D.V. Kovlen<sup>1,2</sup>, G.N. Ponomarenko<sup>1,2</sup>, S.S. Khozyainova<sup>1</sup>, B.M. Adhamov<sup>1</sup>, V.V. Ivashchev, V.N. Ishchuk<sup>1</sup>, T.N. Karpova<sup>1</sup>, E.F. Kondrina<sup>1</sup>, I.V. Konoplyankin<sup>1</sup>, L.A. Podberezkina<sup>1</sup>, V.D. Pronin<sup>1</sup>, S.V. Tolmachev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal Scientific Center for the Rehabilitation of Persons with Disabilities named after G.A. Albrecht, St. Petersburg, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** A rise in the life expectancy of the planet's population, lack of exercise and growth in the number of people suffering from overweight lead to an increase in the number of patients suffering from diseases of the musculoskeletal system, including osteoarthritis. Given the absence of specific pharmacological treatment of osteoarthritis, as well as the increase in the number of patients with co-morbid pathology, it became necessary to search for the proven technologies of physical and rehabilitation medicine (PRM). **The purpose of the study** was to identify the most effective PRM technologies in the treatment of patients with osteoarthritis and to formulate recommendations on their use for practitioners, based on the proof obtained through the analysis of evidence-based high quality studies on the application of PRM technology. **Materials and Methods.** Over the past decade, there has been a significant increase in the number of studies on non-pharmacological methods of osteoarthritis treatment. The most studied of the PRM technologies with the proven effect were the following: physical exercises combined with traditional healthy gymnastics, acupuncture, peloid therapy, balneo therapy, as well as low-frequency electrotherapy, ultrasound therapy and infrared laser therapy. **Conclusion.** The use of PRM technologies in the treatment of patients with osteoarthritis should be based on the results of high-quality randomized controlled clinical trials which serve as the basis for the development of clinical recommendations. The process of the obtained data analysis should be conducted on the regular basis.

**Keywords:** physical therapy, osteoarthritis, rehabilitation, scientometric analysis.

Остеоартроз (ОА) — это длительное хроническое дегенеративное заболевание суставов с преимущественным поражением суставного хряща, включающее также сопутствующие структурные и функциональные изменения всего сустава и проявляющееся болью и нарушением движения<sup>1</sup>. Болезнь чаще всего поражает коленные и тазобедренные суставы, а также суставы рук и нижней части позвоночника. ОА вызван старением и постоянной нагрузкой на эти суставы на протяжении многих лет. К факторам риска развития ОА относятся: ожирение, отсутствие физической активности, генетическая предрасположенность, плотность костной ткани, травмы и женский пол [1].

Артроз является одним из 10 наиболее инвалидизирующих заболеваний в развитых странах. Во всем мире 9,6% мужчин и 18,0% женщин в возрасте старше 60 лет имеют симптоматический остеоартрит, 80% людей с ОА будут иметь ограничения в движении, а 25% не смогут выполнять свою основную повседневную работу<sup>2</sup>. В государствах-членах ЕС диагностированная распространенность ОА варьирует от 2,8% в Румынии до 18,3% в Венгрии. В Китае выявлен аналогичный уровень распространенности. Исследование в Гонконге показало, что 7% мужчин и 13% женщин страдают ОА коленного сустава<sup>3</sup>. Предполагается, что доля пожилых людей в населении Гонконга увеличится с 16,6% в 2016 г. до 31,1% к 2036 г.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Priority Diseases and Reasons for Inclusion. 6.12 (BP6\_12Osteo.pdf). Available from: [https://www.who.int/medicines/areas/priority\\_medicines/Ch6\\_12Osteo.pdf](https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/Ch6_12Osteo.pdf).

<sup>2</sup> Chronic Rheumatic Conditions. Available from: <https://www.who.int/chp/topics/rheumatic/en/>.

<sup>3</sup> The Chinese University of Hong Kong. Osteoarthritis in Hong Kong Chinese—prevalence, Aetiology and Prevention. 2001. Available from: <http://www.cuhk.edu.hk/ipro/010306e.htm>.

<sup>4</sup> Census and Statistics Department, Hong Kong SAR Government. Hong Kong Population Projections for 2017-2066. Available from: [https://www.censtatd.gov.hk/media\\_workers\\_corner/pc\\_rm/hkpp\\_2017\\_2066/index.jsp](https://www.censtatd.gov.hk/media_workers_corner/pc_rm/hkpp_2017_2066/index.jsp).

В Российской Федерации в 2011 г. всего было зарегистрировано 4986450 случаев артропатии, что составляет 4276,0 на 100 000 населения. Из них 1432594 случая (1002,8 на 100 000 населения) с диагнозом, установленным впервые в жизни. В 2017 г. заболеваемость составила 6483746 (4416,6 на 100 000 населения) и 1121719 случаев (956,8 на 100 000 населения) соответственно<sup>5</sup>.

Распространенность ОА растет из-за старения населения и увеличения количества пациентов с ожирением. По данным ООН, к 2050 г. люди старше 60 лет будет составлять более 20% населения мира, 15% из которых будет иметь симптоматический ОА, и одна треть пациентов из этого количества будет сильно инвалидизирована. Это означает, что к 2050 г. от ОА будет страдать 130 млн человек во всем мире, из которых 40 млн будут иметь тяжелую степень заболевания<sup>6</sup>.

В настоящее время остеоартроз диагностируется при физикальном осмотре, а при необходимости с помощью рентгенографии, МРТ и артроскопии.

Лечение ОА можно разделить на консервативное и хирургическое. Консервативное включает комбинированное использование как немедикаментозных, так и фармакологических методов и средств [2, 3]. Описание хирургических подходов вполне можно опустить, так как они не являются целью нашего обзора. Из нефармакологических методов лечения ОА рекомендуются физические упражнения, контроль веса, здоровое питание. При этом необходимо учитывать, что многие факторы риска, такие как женский пол, возраст и генетика, не подлежат изменению<sup>7</sup>. Под здоровым питанием подразумевается диета, богатая фруктами, овощами, рыбой, цельным зерном и бобовыми. Такая диета у пациентов с ОА может замедлить прогрессирование рентгенологических и симптоматических признаков заболевания [4].

Физическая нетрудоспособность, возникающая из-за боли и потери функциональных возможностей, снижает качество жизни и увеличивает риск прогрессирования заболевания. Хотя существует широкий спектр вспомогательных технических средств и паллиативных лекарств, которые могут облегчить боль и улучшить качество жизни, нет фармацевтического продукта, который может остановить или обратить вспять дегенеративные

процессы в суставе<sup>7</sup>. Учитывая отсутствие фармакологического специфического лечения, актуальна необходимость поиска нефармакологических методов лечения, а именно технологий физической и реабилитационной медицины (ФРМ) по управлению ОА, основанных на доказательной базе, включающей доброкачественные рандомизированные контролируемые исследования (РКИ).

Основа поиска доказательств эффективности технологий ФРМ у пациентов с ОА — комплексный наукометрический анализ, заключающийся как в оценке количественных наукометрических показателей, так и в изучении качества исследований на основе систематического анализа научных статей (РКИ, систематические обзоры, клинические рекомендации и руководства и т.д.) [5].

Рост числа пациентов, страдающих ОА, отсутствие специфического фармакологического лечения и риск возникновения побочных эффектов при применении НПВС привели к необходимости выявления доказательных исследований использования физических методов лечения ОА с последующей разработкой практических клинических рекомендаций, что и определило актуальность данного исследования [6]<sup>8</sup>.

**Цель исследования** — выявить наиболее эффективные технологии ФРМ в лечении пациентов с остеоартрозом и сформулировать рекомендации по их применению для практических врачей, основанные на доказательствах, полученных в ходе анализа баз доказательных доброкачественных исследований по применению технологии ФРМ.

## Материал и методы

Методы исследования основаны на анализе доказательств, включающих оригинальные исследования в электронных базах данных PubMed, eLIBRARY и PEDro с последующим полнотекстовым анализом за период с 2000 по 2018 г. Поиск осуществлялся по ключевым словам на русском и английском языках: остеоартрит/остеоартроз (osteoarthritis), остеоартрит/остеоартроз коленного сустава (knee osteoarthritis), остеоартроз тазобедренного сустава (hip osteoarthritis), реабилитация (rehabilitation), физиотерапия (physiotherapy).

<sup>5</sup> Заболеваемость всего населения России в 2011 году. Статистические материалы. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Департамент анализа, прогноза, развития здравоохранения и медицинской науки. ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава. <https://www.rosminzdrav.ru>

<sup>6</sup> United Nations. World Population to 2300. Available from: <http://www.un.org/esa/population/publications/.../WorldPop2300final.pdf>

<sup>7</sup> Priority diseases and reasons for inclusion. 6.12 (BP6\_12Osteo.pdf). Available from: [https://www.who.int/medicines/areas/priority\\_medicines/Ch6\\_12Osteo.pdf](https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/Ch6_12Osteo.pdf)

<sup>8</sup> Физическая и реабилитационная медицина: национальное руководство / под ред. Г.Н. Пономаренко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 688 с.



В итоговый анализ технологий ФРМ преимущественно включены зарубежные клинические рекомендации/руководства (practice guidelines), систематические обзоры (СО), метаанализы РКИ, данные отдельных РКИ на английском или русском языках, оцененные на 6 баллов и выше по шкале PEDro. В результате наукометрического анализа были сформированы таблицы доказательств с присвоением каждой технологии ФРМ уровня убедительности доказательств и класса рекомендаций по GRADE в соответствии с ГОСТ Р 56034-2014<sup>9</sup>.

### Результаты и обсуждение

По результатам количественного наукометрического анализа публикаций выявлено, что работы, посвященные изучению эффективности технологий ФРМ у пациентов с ОА, в базе данных PubMed занимают 9,8% от всех публикаций по этому заболеванию (из них на русском языке всего 0,3%), а в базах PEDro — 92,6% (из них на русском языке 0%). В базе данных eLIBRARY выявлено 12% работ по применению технологий ФРМ у пациентов с ОА от всех публикаций по этой нозологии, все на русском языке. Следует отметить,

что большая часть исследований выполнена за последние 10 лет (табл. 1).

Итоги проведенного анализа показали также, что 67,4% всех публикаций по применению физических методов посвящены поиску доказательств эффективности применения технологий ФРМ у пациентов с ОА коленного сустава, 25,3% — у пациентов с ОА тазобедренного сустава, 7,3% — с ОА суставов кисти (рис. 1).

Основу доказательных исследований составляют публикации, включенные в базу данных PEDro. В этой базе число публикаций, посвященных применению технологий ФРМ у пациентов с ОА, в которых представлены оригинальные исследования, метаанализы и систематические обзоры, по состоянию на 2019 г. составляло 1278 источников. Из них 95 были исключены из доказательной базы: 19 имели уровень доказательности менее 1/10 и 76 работ были связаны с хирургическим лечением ОА. Таким образом, общее количество исследований составило 1183.

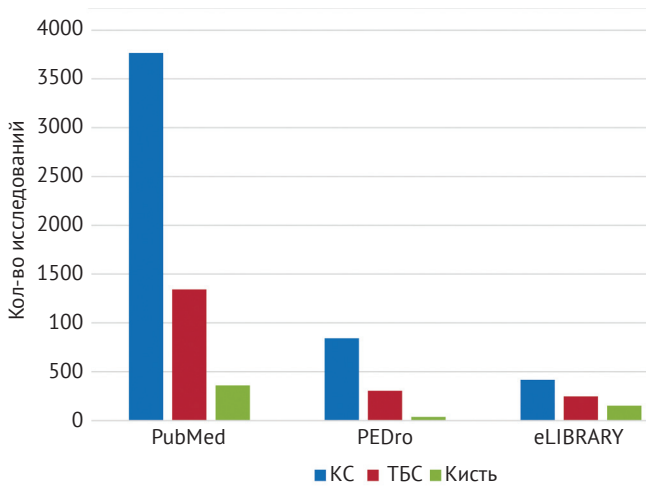
Мы выявили, что большая часть работ по применению технологий ФРМ у пациентов с ОА может быть признана в качестве доброкачественных исследований, имеющих по шкале PEDro не менее 6 баллов (рис. 2).

Таблица 1

#### Результаты количественного наукометрического анализа публикаций по применению технологий физической и реабилитационной медицины у пациентов с ОА

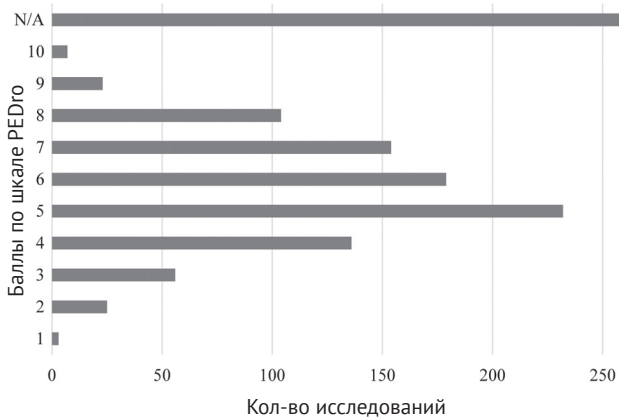
База данных	По локализации	Всего статей по ОА	Из них по применению технологий ФРМ при ОА		Из них на русском языке	
			Всего	Из них за последние 10 лет	Всего	Из них за последние 10 лет
PubMed	КС	33 528	3766 (11,2%)	2755 (73,1%)	3 (0,08%)	3 (100%)
	ТБС	17 365	1344 (7,8%)	875 (65,1%)	2 (0,15%)	2 (100%)
	Кисть	4976	360 (7,2%)	245 (68%)	11 (3,05%)	9 (81,8%)
	Всего	55 869	5470 (9,8%)	3875 (71%)	16 (0,3%)	14 (87,5%)
PEDro	КС	894	843 (94,3%)	518 (61,4%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	ТБС	347	303 (87,3%)	187 (61,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	Кисть	37	37 (100%)	21 (62,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	Всего	1278	1183 (92,6%)	726 (61,4%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
eLIBRARY	КС	3318	418 (12,6%)	274 (65,5%)	418 (100%)	274 (100%)
	ТБС	2001	247 (12,3%)	154 (62,3%)	247 (100%)	154 (100%)
	Кисть	1472	152 (10,3%)	85 (55,9%)	152 (100%)	85 (100%)
	Всего	6791	817 (12%)	513 (62,8%)	817 (100%)	513 (62,8%)

<sup>9</sup> ГОСТ Р 56034-2014. Клинические рекомендации (протоколы лечения). Общие положения. М., 2014. 23 с.



**Рис. 1.** Распределение исследований по применению технологий ФРМ у пациентов с ОА в зависимости от локализации процесса

**Fig. 1.** Distribution of studies on the application of PRM technologies in the patients with osteoarthritis depending on the localization of the arthrosis



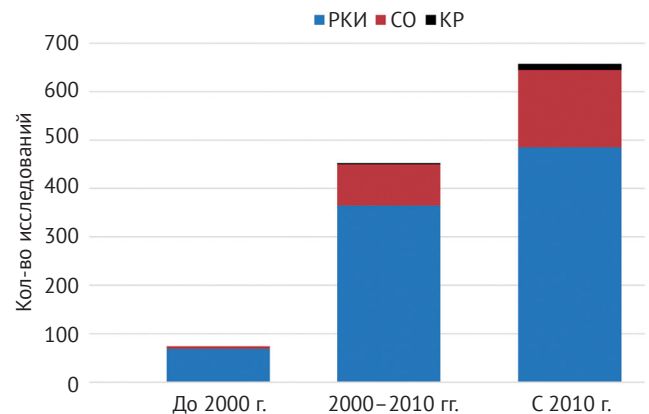
**Рис. 2.** Распределение исследований по баллам шкалы PEDro

**Fig. 2.** Distribution of studies on the application of PRM technologies in the patients with osteoarthritis according the PEDro scale

Основное количество доказательных исследований (928 или 78,4%) выполнено после 2005 г. Это объясняется увеличением продолжительности жизни населения планеты, малоподвижным образом жизни, ростом числа жителей с избыточным весом и, следовательно, увеличением количества пациентов, страдающих заболеваниями суставов. Большая часть исследований направлена на предупреждение прогрессирования заболевания, купирование болевого синдрома, сохранение опороспособности конечности и, в конечном итоге, улучшение качества жизни пациента.

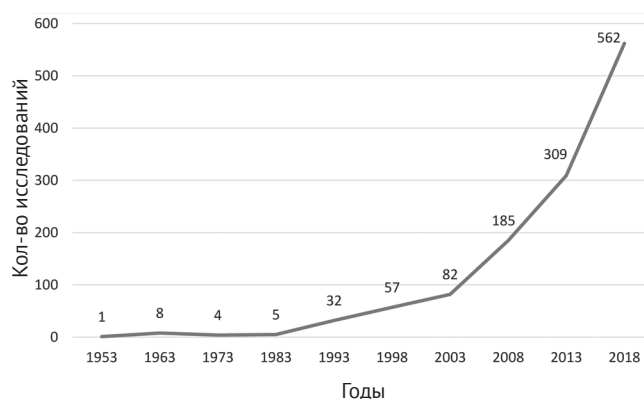
До 2000 г. в базе PEDro было всего 5 систематических обзоров и 69 РКИ различного качества в области применения технологий ФРМ у пациентов с ОА. С 2000 по 2010 г. было опубликовано 85 систематических обзоров, 365 РКИ и 2 клинических рекомендаций. После 2010 г. число систематических обзоров увеличилось в 2 раза (160 исследований), число клинических рекомендаций выросло в 6 раз (до 12), РКИ различного качества составили 485 работ. Это объясняется тем, что в этот период набралось достаточное количество исследований по отдельным методам физической терапии, которые можно систематизировать и определить их эффективность при выборе программ лечения ОА (рис. 3).

Анализ публикаций позволил нам оценить распределение применяемых методов физической и реабилитационной медицины в лечении пациентов с ОА. В ходе оценки клинических рекомендаций, систематических обзоров и РКИ выявлено, что основная часть исследований посвящена изучению эффективности применения физических упражнений — 52%. Количество исследований по применению физических упражнений у пациентов с ОА в базе данных PubMed, начиная с первой публикации в 1953 г., составило более 5000 работ (рис. 4).



**Рис. 3.** Распределение исследований в области применения технологий ФРМ у пациентов с ОА по их видам в базе PEDro

**Fig. 3.** Distribution of studies on the application of PRM technologies in the patients with osteoarthritis by the kind of technology in PEDro



**Рис. 4.** Количество исследований по применению физических упражнений у пациентов с ОА в PubMed

**Fig. 4.** Number of studies on the use of physical exercises in the patients with osteoarthritis in PubMed

Далее по частоте встречаемости следуют применение акупунктуры (электро-, лазеро- и прижигание), низкочастотной электротерапии (PES, TENS, IFT) и ортезирования (стельки, тейпы, брейсы). Исследования, в которых изучается эффективность использования ультразвуковой терапии, гидробальнеопелоидотерапии и магнитотерапии, распределились примерно поровну. С меньшим процентом, но также поровну распределились работы по применению факторов механической природы (массаж, мануальная терапия, вибротерапия), лазеротерапии (низкоинтенсивной и высокоинтенсивной), высокочастотной терапии (высокочастотная магнитотерапия, коротковолновая и радиочастотная терапия) и комбинированных методов ФРМ. Работы, в которых изучалась эффективность применения ударно-волновой терапии, заняли 0,5% от общего числа исследований. В другие методы управления ОА вошли программы обучения и контроля веса, диета.

Структура технологий ФРМ в реабилитации пациентов с ОА (не менее 6 баллов по шкале PEDro):

- физические упражнения — 52%;
- акупунктура — 12%;
- низкочастотная электротерапия — 5,6%;
- ортезы — 5%;
- комбинированные технологии ФРМ — 2%;
- ультразвуковое воздействие — 3,8%;
- бальнеотерапия, гидротерапия, пелоидотерапия — 3,3%;
- механические факторы (массаж, мануальная терапия, вибротерапия) — 2,7%;
- магнитотерапия (низкочастотное импульсное магнитное поле, постоянное магнитное поле) — 3%;

- высокочастотная терапия — 2%;
- лазеротерапия — 2,2%;
- ударно-волновая терапия — 0,5%;
- другие методы (программы обучения, диета, контроль веса) — 5,7%.

В ходе анализа доказательных исследований в области применения технологий ФРМ у пациентов с ОА были выделены технологии, представленные в таблице 2.

Некоторые доброкачественные РКИ с доказательствами эффективности технологий ФРМ представлены в таблице 3\*.

В ходе анализа клинических рекомендаций, систематических обзоров и РКИ выявлены основные направления ведения пациентов с ОА коленных и тазобедренных суставов, а также суставов кисти. Основу клинических рекомендаций или международных руководящих принципов составляют физические упражнения, программы обучения, психологические и социальные вмешательства. Успешные примеры включают программу постоянной помощи при остеоартрите в Австралии (Osteoarthritis Chronic Care Program — ОАССР), Better Management of Patients with Osteoarthritis в Швеции и Good Life with osteoArthritis в Дании. Было доказано, что все эти программы уменьшают боль, повышают подвижность суставов и физическую активность и, как конечный результат, качество жизни пациентов с ОА. Также доказано, что программа упражнений помогает снизить потребность в эндопротезировании: 11% участников программы с ОА коленного сустава и 4% участников с ОА тазобедренного сустава, ожидающих эндопротезирования, согласились, что им больше не нужна операция. Эти программы состоят из обучения, проводимого физиотерапевтами, и обмена опытом с «опытными» пациентами, поддерживающего самоконтроля и контролируемых нейромышечных упражнений с прогрессирующей интенсивностью. Эти программы обычно длятся не менее 3 мес. с последующим наблюдением в течение 12 мес.

Примером еще одной такой программы может служить COME (Гонконг). Это междисциплинарная программа упражнений для нехирургического лечения ОА коленного сустава, которая состоит из 6-недельной интенсивной программы обучения: 3-часовая учебная сессия под руководством медсестры, 12 сеансов упражнений под наблюдением физиотерапевта и 5–8 сессий программы управления, проводимой профессиональным терапевтом, с акцентом на стратегии преодоления болезни и лечения хронической усталости [33].

\* Таблица размещена в виде приложения к статье на сайте журнала.

**Технологии ФРМ, изученные в доброкачественных РКИ  
(не менее 6 баллов по шкале PEDro)**

Технологии ФРМ	Общее число исследований	Средний балл по 10-балльной шкале PEDro (M±m)
Физические упражнения	376	8,03±1,72
Акупунктура	89	7,49±1,28
ТЕНС (электростимуляция)	41	7,46±1,38
Ортезирование (ортезы, тейпы, стельки)	37	8,35±1,37
Ультразвуковая терапия	28	8,23±1,67
СПА (бальнео-, гидротерапия)	24	8,08±1,47
МТ (магнитное поле, браслеты, ИМП)	22	8,32±1,39
Комбинированные методы	15	8,27±1,69
ВЧ-терапия (СВЧ, ИДТ, РЧТ)	15	8,07±1,57
Лазеротерапия низкоинтенсивная	14	7,50±1,55
Мануальная терапия	10	8,70±1,35
Массаж	5	8,80±0,98
Вибротерапия	5	8,40±1,96
Ударно-волновая терапия	4	7,50±1,12
Другие методы (программы обучения контролю веса)	42	8,33±1,67
НЛТ (лазеротерапия высокоинтенсивная)	2	6,00±0,00
Теплотерапия	2	8,50±1,50
<i>Итого по всем технологиям ФРМ</i>	731	8,00±1,63

Помимо физических упражнений пациентам с ОА в качестве обезболивающей терапии рекомендована акупунктура в различных вариантах (обычная, электро- и лазеропунктура, а также прижигающие иглы), низкочастотная электротерапия в виде PES, TENS и IFC, высокочастотная терапия, низкоинтенсивная лазеротерапия и ультразвуковая терапия как в чистом виде, так и с применением нестероидных противовоспалительных гелей (фонофорез проксикама, диклофенака). К технологиям, уменьшающим не только боль, но и скованность, и улучшающим функцию суставов, можно отнести импульсное магнитное поле, ортезирование с применением тейпов и брейсов различной жесткости, гидробальнеопелоидотерапию, массаж,

мануальную терапию. Так как работ по применению отдельных инновационных технологий ФРМ у пациентов с ОА, таких как радиальной ударно-волновой терапии, высокоинтенсивной лазеротерапии, радиочастотной терапии и комбинированных методов воздействия невелико, определение уровня доказательств этих методов требует дальнейших исследований.

Наукометрический анализ работ по применению технологий ФРМ у пациентов с ОА позволил сформировать профиль рекомендаций по применению физических методов при этой патологии, что может служить основой для создания клинических рекомендаций для практических специалистов по ведению пациентов с ОА (табл. 4).

## Доказательный профиль применения технологий ФРМ в лечении пациентов с ОА

Доброкачественные исследования проводились			Качество исследований низкое или исследования не проводились (методика рекомендована на основании согласованного мнения экспертов)
Влияние на клинические показатели, качество жизни и/или прогноз подтвержден	Эффективность доказана в ряде исследований, однако требуется уточнения	Доказана неэффективность и/или вред от применения	
Физические упражнения (I, A)	Емкостная резистивная монополярная радиочастотная терапия (IIb, B)	Терапевтическая ядерно-магнитно- резонансная терапия (III, D)	Терапевтическое музыкально- модулированное электромагнитное поле (TAMMEF) (IIb, C)
Традиционная оздоровительная гимнастика (I, A)	Непрерывное электромагнитное поле (IIb, A)	–	Постизометрическая релаксация и реципрокное торможение (IIb, C)
Мультидисциплинарный подход (образование, физические упражнения, ортопедические, психологические и социальные вмешательства, регулирование веса, комплексная трудотерапия) (I, A)	Массаж (IIb, A)	–	Теплотерапия (IIb, C)
Акупунктура (I, A)	Высокочастотная магнитотерапия (IIa, B)	–	Криотерапия, (IIb, C)
Пелоидотерапия (I, A)	Низкочастотная магнитотерапия (IIb, B)	–	–
Бальнеотерапия (I, A)	Радиальная ударно- волновая терапия (IIb, B)	–	–
Ультразвуковая терапия (IIa, A)	Высокоинтенсивная лазерная терапия (IIb, B)	–	–
Инфракрасная лазеротерапия (IIa, A)	Микроволновая терапия (IIa, B)	–	–
Импульсная магнитотерапия (IIa, A)	Гидрокинезотерапия (IIb, A)	–	–
Низкочастотная электротерапия (IIa, A)	–	–	–
Ортезы (IIa, A)	–	–	–
Мануальная терапия (IIa, A)	–	–	–

Анализ доказательных исследований по оценке эффективности применения физических методов лечения у пациентов с ОА выявил, что в зарубежных базах данных число исследований для их анализа с целью разработки клинических рекомендаций неуклонно растет. Тем не менее, учитывая рост числа пациентов с заболеваниями суставов, связанный с увеличением продолжительности жизни населения, низкой физической активностью и повышенной массой тела, а также учитывая риск возникновения осложнений при приеме НПВС у таких пациентов, необходимо проведение дальнейших доброкачественных исследований, включая отечественные, по выявлению методов, обладающих доказанной эффективностью. Созданные на основе наукометрического анализа рекомендации позволят клиницистам повысить эффективность и качество лечения пациентов с ОА, учитывая возраст, пол, длительность заболевания и сопутствующую патологию.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования — Д.В. Ковлен; концепция и редактирование исследования — Г.Н. Пономаренко; сбор материалов — Б.М. Адхамов, В.Н. Ищук, И.В. Коноплянкин; сбор и обработка материалов — С.С. Хозяинов, Е.Ф. Кондрина; обработка материалов — Т.Н. Карпова, Л.А. Подберезкина, С.В. Толмачев, В.В. Иващев; анализ полученных данных, написание текста — Г.Р. Абусева, В.Д. Пронин.

#### Литература [References]

1. Haq I., Murphy E., Dacre J. Osteoarthritis. *Postgrad Med J*. 2003;79(933):377-383. doi:10.1136/pmj.79.933.377
2. Blagojevic M., Jinks C., Jeffery A., Jordan K.P. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010;18(1):24-33. doi: 10.1016/j.joca.2009.08.010.
3. Hunter D.J., Felson D.T. Osteoarthritis: clinical review. *BMJ*. 2006;332(7542):639-642.
4. Xu C., Marchand N.E., Driban J.B., McAlindon T., Eaton C.B., Lu B. Dietary Patterns and Progression of Knee Osteoarthritis: Data from the Osteoarthritis Initiative. *Am J Clin Nutr*. 2020;111(3):667-676. doi: 10.1093/ajcn/nqz333.
5. Ковлен Д.В., Адхамов Б.М., Мерзликин А.В., Пономаренко Г.Н. Разработка клинических рекомендаций по физической и реабилитационной медицине: современное состояние вопроса. *Современные проблемы науки и образования*. 2017;(4). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26621>. Kovlen D.V., Adkhamov B.M., Merzlikin A.V., Ponomarenko G.N. [Development of clinical guidelines on physical and rehabilitation medicine: modern status of the question]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. 2017;(4). (In Russian). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26621>.
6. Пономаренко Г.Н., Бобровницкий И.П., Ковлен Д.В. Физическая терапия больных остеоартрозом: клинические рекомендации. Москва: Научное общество физической и реабилитационной медицины; 2018. 45 с. Ponomarenko G.N., Bobrovnikskii I.P., Kovlen D.V. [Physical therapy of patients with osteoarthritis: clinical recommendations]. Moscow: Nauchnoe obshchestvo fizicheskoi i reabilitacionnoi mediciny; 2018. 45 p. (In Russian).
7. Hurley M., Dickson K., Hallett R., Grant R., Hauari H., Walsh N. et al. Exercise interventions and patient beliefs for people with hip, knee or hip and knee osteoarthritis: a mixed methods review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;4:CD010842. doi: 10.1002/14651858.CD010842.pub2.
8. Wang Y., Lu S., Wang R., Jiang P., Rao F., Wang B. et al. Integrative effect of yoga practice in patients with knee arthritis: a PRISMA-compliant meta-analysis. *Medicine*. 2018;97(31):e11742. doi: 10.1097/MD.00000000000011742.
9. Regnaud J.P., Lefevre-Colau M.M., Trinquart L., Nguyen C., Boutron I., Brosseau L., Ravaud P. High-intensity versus low-intensity physical activity or exercise in people with hip or knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;29;(10):CD010203. doi: 10.1002/14651858.CD010203.pub2.
10. Bartels E.M., Juhl C.B., Christensen R., Hagen K.B., Danneskiold-Samsøe B., Dagfinrud H., Lund H. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;23;3:CD005523. doi: 10.1002/14651858.CD005523.pub3.
11. Li S., Xie P., Liang Z., Huang W., Huang Z., Ou J. et al. Efficacy Comparison of Five Different Acupuncture Methods on Pain, Stiffness, and Function in Osteoarthritis of the Knee: A Network Meta-Analysis. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018;2018:1638904. doi: 10.1155/2018/1638904.
12. Rayegani S.M., Raeissadat S.A., Heidari S., Moradi-Joo M. Safety and effectiveness of low-level laser therapy in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *J Lasers Med Sci*. 2017;8(Suppl 1): S12-S19. doi: 10.15171/jlms.2017.s3.
13. Zhou X.Y., Zhang X.X., Yu G.Y., Zhang Z.C., Wang F., Yang Y.L. et al. Effects of low-intensity pulsed ultrasound on knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Biomed Res Int*. 2018;2018:7469197. doi: 10.1155/2018/7469197.
14. Wang H., Zhang C., Gao C., Zhu S., Yang L., Wei Q., He C. Effects of short-wave therapy in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2017;31(5):660-671. doi: 10.1177/0269215516683000.
15. Wu Z., Ding X., Lei G., Zeng C., Wei J., Li J. et al. Efficacy and safety of the pulsed electromagnetic field in osteoarthritis: a meta-analysis. *BMJ Open*. 2018;8(12):e022879. doi: 10.1136/bmjopen-2018-022879.
16. Li S., Yu B., Zhou D., He C., Zhuo Q., Hulme J.M. Electromagnetic fields for treating osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;14(12):CD003523. doi: 10.1002/14651858.CD003523.pub2.
17. Xu Q., Chen B., Wang Y., Wang X., Han D., Ding D. et al. The Effectiveness of Manual Therapy for Relieving Pain, Stiffness, and Dysfunction in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician*. 2017;20(4):229-243

18. Ouyang J.H., Chang K.H., Hsu W.Y., Cho Y.T., Liou T.H., Lin Y.N. Non-elastic taping, but not elastic taping, provides benefits for patients with knee osteoarthritis: systemic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2018;32(1):3-17. doi: 10.1177/0269215517717307.
19. Cudejko T., van der Esch M., van der Leeden M., Roorda L.D., Pallari J., Bennell K.L. et al. Effect of soft braces on pain and physical function in patients with knee osteoarthritis: systematic review with meta-analyses. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(1):153-163. doi: 10.1016/j.apmr.2017.04.029.
20. Bervoets D.C., Luijsterburg P.A.J., Alessie J.J.N., Buijs M.J., Verhagen A.P. Massage therapy has short-term benefits for people with common musculoskeletal disorders compared to no treatment: a systematic review [with consumer summary]. *J Physiotherapy.* 2015;61(3):106-116. doi: 10.1016/j.jphys.2015.05.018.
21. Negm A., Lorbergs A., Macintyre N.J. Efficacy of low frequency pulsed subsensory threshold electrical stimulation vs placebo on pain and physical function in people with knee osteoarthritis: systematic review with meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21(9):1281-1289. doi: 10.1016/j.joca.2013.06.015.
22. Fraioli A., Mennuni G., Fontana M., Nocchi S., Ceccarelli F., Perricone C., Serio A. Efficacy of spa therapy, mud-pack therapy, balneotherapy, and mud-bath therapy in the management of knee osteoarthritis. A systematic review. *Biomed Res Int.* 2018;2018:1042576. doi: 10.1155/2018/1042576.
23. Imamura M., Alamino S., Hsing W.T., Alfieri F.M., Schmitz C., Battistella L.R. Radial extracorporeal shock wave therapy for disabling pain due to severe primary knee osteoarthritis. *J Rehabil Med.* 2017;49(1):54-62. doi: 10.2340/16501977-2148.
24. Giombini A., Di Cesare A., Di Cesare M., Ripani M., Maffulli N. Localized hyperthermia induced by microwave diathermy in osteoarthritis of the knee: a randomized placebo-controlled double-blind clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(6):980-987. doi: 10.1007/s00167-010-1350-7.
25. Gökşen N., Çaliş M., Doğan S., Çaliş H.T., Özgöçmen S. Magnetic resonance therapy for knee osteoarthritis: a randomized, double blind placebo controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016;52(4):431-439.
26. Kumaran B., Watson T. Treatment using 448kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency improves pain and function in patients with osteoarthritis of the knee joint: a randomised controlled trial. *Physiotherapy.* 2019;105(1):98-107. doi: 10.1016/j.physio.2018.07.004.
27. Jacobson J.I., Gorman R., Yamanashi W.S., Saxena B.B., Clayton L. Low-amplitude, extremely low frequency magnetic fields for the treatment of osteoarthritic knees: a double-blind clinical study. *Altern Ther Health Med.* 2001;7(5):54-64, 66-69.
28. Lizis P., Kobza W., Manko G. Extracorporeal shockwave therapy vs kinesiotherapy for osteoarthritis of the knee: A pilot randomized controlled trial. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2017;30(5):1121-1128. doi: 10.1016/j.jss.2013.07.004
29. Yang Y., Zeng C., Deng Z.H., Zhang Y., Li Y.S., Li H. et al. [A meta-analysis of ultrasonic therapy on relieving pain of knee osteoarthritis patients]. *Chinese J Tissue Engineer Res.* 2014;18(33):5396-5401. (In Chinese). doi: 10.3969/j.issn.2095-4344.2014.33.026.
30. Boonhong J., Suntornpiyapan P., Piriyaajakul A. Ultrasound combined transcutaneous electrical nerve stimulation (UltraTENS) versus phonophoresis of piroxicam (PhP) in symptomatic knee osteoarthritis: A randomized double-blind, controlled trial. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2018;31(3):507-513. doi: 10.3233/BMR-150492.
31. Nazari A., Moezy A., Nejati P., Mazaherinezhad A. Efficacy of high-intensity laser therapy in comparison with conventional physiotherapy and exercise therapy on pain and function of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial with 12-week follow up. *Lasers Med Sci.* 2019;34(3):505-516. doi: 10.1007/s10103-018-2624-4.
32. Geenen R., Overman C.L., Christensen R., Åsenlöf P., Capela S., Huisinga K.L. et al. EULAR recommendations for the health professional's approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2018;77(6):797-807. doi: 10.1136/annrheumdis-2017-212662.
33. Kan H.S., Chan P.K., Chiu K.Y., Yan C.H., Yeung S.S., Ng Y.L. et al. Non-surgical treatment of knee osteoarthritis. *Hong Kong Med J.* 2019;25(2):127-133. doi: 10.12809/hkmj187600.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Абусева Гюльнара Рякитовна — старший преподаватель кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Ковлен Денис Викторович — д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

Пономаренко Геннадий Николаевич — д-р мед. наук, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России; генеральный директор ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, Санкт-Петербург

Хозяинова Стелла Самвеловна — преподаватель кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

#### AUTHORS' INFORMATION:

Gulnara R. Abuseva — Senior Lecturer, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Denis V. Kovlen — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

Gennady N. Ponomarenko — Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy; General Director of Federal Scientific Center of the Rehabilitation of Persons with Disabilities named after G.A. Albrecht, St. Petersburg, Russian Federation

Stella S. Khoziainova — Lecturer, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Адхамов Бахтияр Маркович* — канд. мед. наук, доцент кафедры общественного здоровья и экономики военного здравоохранения, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Ищук Владимир Николаевич* — канд. мед. наук, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Ивашев Владислав Владиславович* — соискатель кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Карпова Тамара Николаевна* — канд. мед. наук, преподаватель кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Кондрина Елена Федоровна* — канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Коноплянкин Иван Валентинович* — преподаватель кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Подберезкина Людмила Александровна* — канд. мед. наук, доцент кафедры физической и реабилитационной медицины ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Пронин Дмитрий Валерьевич* — адъюнкт, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Толмачев Сергей Владимирович* — преподаватель кафедры физической и реабилитационной медицины, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург

*Bahtiyar M. Adhamov* — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Public Health and Military Health Economics, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Vladimir N. Ischuk* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Vladislav V. Ivashchev* — Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Tamara N. Karpova* — Cand. Sci. (Med.), Lecturer, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Elena F. Kondrina* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Ivan V. Konoplyankin* — Lecturer, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Liudmila A. Podberezkina* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitrii V. Pronin* — Adjunct, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation

*Sergei V. Tolmachev* — Lecturer, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation



## Ильдар Фуатович Ахтямов К 60-летию со дня рождения



5 марта 2020 г. исполнилось 60 лет доктору медицинских наук, профессору, заслуженному врачу Республики Татарстан Ильдару Фуатовичу

Ильдар Фуатович родился в г. Уфе Башкирской АССР в семье медиков — мать врач-рентгенолог, отец — преподаватель кафедры рентгенологии Башкирского государственного медицинского института. Это оказало влияние на выбор его профессии.

После окончания школы он поступил в Казанский государственный медицинский институт. Еще в студенческие годы Ильдар Фуатович интересовался специальностью «травматология и ортопедия». В период учебы в институте в течение четырех лет сочетал учебу с работой в приемном покое Казанского НИИ травматологии и ортопедии в качестве санитара и медицинского брата. После окончания в 1983 г. педиатрического факультета Ильдар Фуатович начал свою трудовую деятельность врача в Казанском НИИ травматологии и ортопедии в качестве врача детского отделения. В 1990 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Совершенствование методов оперативного лечения различных форм врожденного вывиха бедра», а в 1994 г. защитил докторскую диссертацию на тему: «Хирургическое лечение подвывиха и врожденного вывиха бедра у детей старшего возраста».

В 1998 г. И.Ф. Ахтямов стал заведующим кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета. С первых дней работы на кафедре он возглавил курацию специализированных отделений ведущих медицинских учреждений — Больницы скорой медицинской помощи № 1, а в настоящее время 7-й городской больницы г. Казани и Республиканской клинической больницы Минздрава Республики Татарстан. Эффективное внедрение новых технологий лечения повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата позволило в два раза увеличить оперативную активность в травматологических отделениях названных учреждений за последние пять лет. Блолируемый интрамедуллярный и накостный остеосинтез современными конструкциями, транспедикулярная фиксация позвоночника — это далеко не полный список методов, которые внедрены в практику травматологов Республики Татарстан и Российской Федерации благодаря деятельности профессора И.Ф. Ахтямова. Особое место занимает его работа по внедрению эндопротезирования крупных суставов. Начав заниматься современными методами замены крупных суставов в 1996 г., Ильдар Фуатович вошел в число ведущих специалистов Российской Федерации по этой проблеме.

По инициативе И.Ф. Ахтямова первые операции эндопротезирования были проведены в Республиканской клинической больнице в 1999 г. В 2001 г. возглавил систему подготовки кадров по Приказу МЗ РТ. За последние десять лет он лично провел более 2000 эндопротезирований. Ильдар Фуатович провел показательные операции и подготовил бригады хирургов по этому направлению во всех крупных городах Республики Татарстан: Казани, Набережных Челнах, Нижнекамске, Альметьевске, Елабуге, Зеленодольске и др. Благодаря его непосредственному участию эндопротезирование стало для населения Республики Татарстан доступным видом лечения.

Профессор И.Ф. Ахтямов участвовал в организации и проведении обучения и показательных операциях в Екатеринбургe, Самаре, Кургане, Волгограде, Иркутске, Кирове, Йошкар-Оле, Чебоксарах, Улан-Удэ, Уфе.

Ильдар Фуатович — автор 100 изобретений, на которые получены патенты и авторские свидетельства. Разработанные методы позволяют

значительно улучшить результаты лечения пациентов и пострадавших.

В 2012 г. он был избран действительным членом Российской академии медико-технических наук. И.Ф. Ахтямов является автором более 300 научных публикаций, в том числе 9 монографий и руководств для врачей. Он является научным руководителем 12 защищенных диссертационных работ. Профессор И.Ф. Ахтямов является членом правления Ассоциации травматологов-ортопедов России, членом SICOT. За последние пять лет он вошел в состав экспертных советов Минздрава РФ по специальностям «травматология и ортопедия» и «ревматология», является членом редакционных советов 9 научных журналов, в том числе старейшего «Казанского медицинского журнала». Много лет участвует в работе диссертационных советов при Национальном медицинском исследовательском центре трав-

матологии и ортопедии им. академика Г.А. Илизарова и Башкирском государственном медицинском университете.

Профессор И.Ф. Ахтямов удостоен почетных званий «заслуженный врач Республики Татарстан» и «заслуженный изобретатель Республики Татарстан».

Ильдар Фуатович Ахтямов является одним из ведущих специалистов в области травматологии и ортопедии, талантливым педагогом, пользующимся большим уважением и заслуженным авторитетом среди врачей Республики Татарстан и Российской Федерации, профессорско-преподавательского состава и студентов Казанского государственного медицинского университета.

Разносторонняя деятельность Ильдара Фуатовича была бы невозможна без надежного тыла. Прекрасная супруга, замечательная дочь и внук — предмет его гордости.

*Коллектив кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет», многочисленные ученики, коллеги и редакция журнала поздравляют Ильдара Фуатовича с 60-летним юбилеем и желают ему доброго здоровья, новых творческих достижений и дальнейшего продолжения совместной работы!*

## Сердобинцев Михаил Сергеевич

### К 65-летию со дня рождения

В 2019 году исполнилось 65 лет со дня рождения профессора Михаила Сергеевича Сердобинцева.

Михаил Сергеевич относится к разряду врачей, о которых писать и очень просто и в то же время сложно. С одной стороны, его хирургическая работа на виду, и тысячи пациентов благодарны ему за свое выздоровление, восхищаются его профессионализмом и интеллигентностью. Он на хорошем счету у травматологов-ортопедов, фтизиатров России и коллег по Санкт-Петербургскому НИИ фтизиопульмонологии. Им опубликовано 250 работ в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, 10 монографий, 7 методических рекомендаций, 3 пособия для врачей. Он является автором 10 патентов РФ на изобретения. Михаил Сергеевич награжден почетным нагрудным знаком «Отличник здравоохранения» Минздрава России, имеет множество грамот и благодарностей от Правительства города и страны.

Но количественная оценка не всегда отражает суть сделанного в науке и верность выбранному делу. Михаил Сергеевич — один из тех, кто всецело посвятил себя профессии врача и более 30 лет занимается одним из самых трудных разделов фтизиатрии и хирургии — фтизиоosteологией, в том числе решением проблем, относящихся к гнойной ортопедии. Придя в институт в феврале 1986 года, он прошел путь от младшего научного сотрудника до руководителя крупного научного подразделения.

С первых лет работы в институте областью научно-исследовательской и лечебной деятельности М.С. Сердобинцева является диагностика и хирургическое лечение инфекционных поражений костно-суставной системы. Начало его научной карьеры совпало с поиском новых подходов в хирургическом лечении инфекционных поражений крупных суставов и методик послеоперационного ведения этой сложной категории больных. Большая часть полученных результатов легла в основу его диссертационных исследований на соискание ученой степени кандидата (1993), а в последующем и доктора медицинских наук (2003). Им разработана и внедрена в работу практических учреждений тактика хирургического лечения больных туберкулезным артритом, методы эндоскопического обследования и диагностики патологии суставов, что позволило дать новую оценку некоторым вопросам патогенеза заболеваний костей и суставов.



Продолжая экспериментальные работы профессора Э.Н. Беллиндира и доктора медицинских наук И.У. Салмаганбетова, М.С. Сердобинцев инициировал внедрение в фтизиоортопедическую практику методов реваскуляризации при пластике костных дефектов для создания дополнительных источников кровоснабжения тканей пораженного сустава; трансплантации аутоперихондрия в восстановительной хирургии туберкулезного артрита для улучшения функции пораженного сустава; малотравматических оперативных вмешательств при поражении коленного сустава с использованием эндовидеохирургических методик; новых вариантов компонентой пластики суставных дефектов с использованием остеозамещающих материалов; методов этапного хирургического лечения прогрессирующего артрита с использованием цементных спейсеров и методик эндопротезирования крупных суставов при различных стадиях туберкулеза суставов. Систематизация этих работ легла в основу написания «Клинических рекомендаций по диагностике и лечению туберкулеза костей и суставов у взрослых и фтизиатрии».

Отдельным направлением деятельности проф. М.С. Сердобинцева является экспериментальное изучение остеотропных свойств небioлогических имплантов (биокерамики, различных модификаций гидроксиапатита) в условиях туберкулезного воспаления, оценки влияния иммуномодуляторов на репаративные процессы костной ткани при экспериментальном туберкулезном

остите, оценке жизнеспособности и биосовместимости мезенхимных мультипотентных стромальных клеток на биокерамическом материале.

Научную и лечебную деятельность М.С. Сердобинцев успешно сочетает с педагогической работой. С 1997 по 2013 г. он совмещал работу на кафедре фтизиатрии Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. В 2009 г. ему присвоено ученое звание профессора по специальности «травматология и ортопедия». В настоящее время он является руководителем подготовки аспирантов, клинических ординаторов и врачей-интернов, в последиplomной подготовке — практических врачей по направлению «травматология и ортопедия». Под его руководством защищены 10 кандидатских диссертаций и выполняются 3 диссертационные работы, в которых решаются различные фундаментально-прикладные вопросы артрологии.

Он инициировал организацию и проведение в рамках ежегодных конгрессов Национальной ассоциации фтизиатров и уже в течение 7 лет является бессменным руководителем «Корневских чтений» — единственного научно-практическим

форума в стране, где обсуждаются наиболее актуальные современные проблемы диагностики и лечения туберкулеза внелегочных локализаций

Михаил Сергеевич Сердобинцев оказывает консультативную помощь по вопросам внелегочного туберкулеза практическим и научным учреждениям Российской Федерации, бывших республик Советского Союза. Он ведет большую научно-общественную работу, являясь членом Ученого и Диссертационного советов института, членом редколлегии научно-практического журнала «Медицинский альянс». В разные годы он был членом рабочей Российской группы по внелегочному туберкулезу (2006–2011), Ученым секретарем научной проблемной комиссии по внелегочному туберкулезу Научного совета РАМН и Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (2005–2009).

Можно было бы еще много рассказать об ученом, хирурге, педагоге. Он создал прекрасную семью, где царит любовь и уважение друг к другу. Но, как нам кажется, самой его большой заслугой является позитивный взгляд на жизнь и умение находить контакт с людьми в любой ситуации.

*Коллектив института, друзья и коллеги сердечно поздравляют Юбиляра, желая Михаилу Сергеевичу крепкого здоровья и творческого долголетия. Редакция журнала присоединяется к поздравлениям и желает доброго здоровья и новых творческих достижений!*