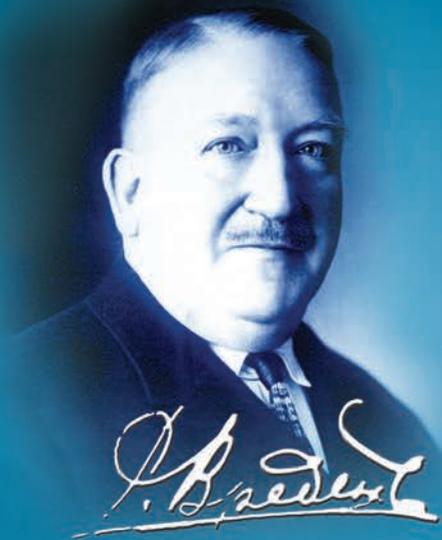


ISSN 2311-2905 (print)
ISSN 2542-0933 (online)



ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ РОССИИ

2020 • Т. 26 • № 4

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ



MEDICAL TRADING COMPANY

МЕДИЦИНСКАЯ ТОРГОВАЯ КОМПАНИЯ



СЕРВИС
КАЧЕСТВО
УДОБСТВО

Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., д. 68, к. 1, лит. И
+7 (812) 777-05-92, +7 (921) 855-51-02, www.medtradcom.ru



Рациональность.
Надёжность.
Результат

 **smith&nephew**

ACCORD[®]

Система фиксации
при перипротезных
переломах



Ориентированный на инновации

Система LEGION[®] была создана для решения различных вариантов ревизионных случаев. Большая линейка вставок, аугментов, стержней, офсетных втулок поддерживается новым поколением низкопрофильного инструментария – это дает интраоперационную свободу в решении наиболее сложных случаев. Уменьшенные резекционные блоки LEGION[®] улучшают визуализацию и позволяют делать точную обработку. С помощью широкой линейки вставок и стержней достигается лучшая стабильность и более совершенное восстановление суставной линии.





ЛИЗОФОРМИН 3000 КЛИНДЕЗИН-СПЕЦИАЛЬ

ЗАЩИТЯТ ПЕРСОНАЛ И ПАЦИЕНТОВ

- ✓ Дезинфицирующие средства для проведения текущих и генеральных уборок при выходе из карантина при коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 (Covid-19)
- ✓ Высокая антимикробная активность (бактерицидная, туберкулоцидная, вирулицидная, включая коронавирусы семейства SARS, спороцидная, фунгицидная)
- ✓ Рекомендованы ГУ НИИ ГРИППА РАМН в качестве высокоэффективного дезинфицирующего средства в отношении вируса птичьего и свиного гриппа
- ✓ Экстренная дезинфекция при чрезвычайных ситуациях, включая SARS-CoV-2 (Covid-19)
- ✓ Лизоформин 3000 в 2003 году применялся ВОЗ для обеззараживания очагов коронавирусной инфекции SARS в Юго-Восточной Азии

ИМЕЮТ ШИРОКУЮ ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МОГУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ:

- пола;
- стен;
- жёсткой мебели и прочих поверхностей;
- санитарно-технического оборудования;
- ИМН;
- стоматологических инструментов и материалов;
- эндоскопов (ручной и механизированный способы в установках «УЗО»);
- медицинских отходов (перевязочный материал, ватно-марлевые салфетки, тампоны, ИМН и бельё однократного применения перед утилизацией);
- транспорта;
- мусоросборочного оборудования, мусоропроводов и мусоросборников

КАЧЕСТВО И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕРЕННЫЕ ВРЕМЕНЕМ

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ:

- ЛПО (включая роддома при проветривании);
- Стоматология;
- Ветеринария;
- Транспорт;
- Производственные предприятия;
- ЖКХ;
- Предприятия коммунально-бытового обслуживания, пищевой промышленности, общественного питания и торговли, культуры, спорта и др.



СОВРЕМЕННЫЙ СТАНДАРТ ЗАГОТОВКИ КОСТНОЙ ТКАНИ



ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ:

- В основе концепции Марбургской системы костного банка лежит создание локальных костных банков на базе лечебных учреждений, травматолого-ортопедических центров и отделений, занимающихся тотальным эндопротезированием тазобедренного сустава.
- Костный банк компактно размещается на базе уже имеющих отделений (операционный блок, лаборатория, служба крови, патологоанатомическое отделение ЛПО).
- Проведено более 200 000 успешных операций с использованием заготовленных аллогraftов.
- Нет необходимости в карантинном хранении.
- Позволяет уйти от повторного тестирования донора.
- Простая процедура заготовки аллотрансплантата.
- Производство, обработка и хранение аллотрансплантатов происходит на базе лечебного учреждения.



ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ

Persona[®]
THE PERSONALIZED KNEE[™]

СИСТЕМА ДЛЯ ТОТАЛЬНОГО
ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА
КОГДА ИДЕАЛЬНО ПОДХОДИТ РАЗМЕР.

посетите zimmerbiomet.com для более подробной информации

Все материалы данного руководства защищены авторским правом, товарным знаком и другими применимыми правами на объекты интеллектуальной собственности, которые принадлежат компании «Зиммер Биомет» (Zimmer Biomet) или ее дочерним структурам или предоставлены таковым на основании лицензии, если не указано иное, и не должны распространяться, копироваться или раскрываться, полностью или частично, без письменного согласия компании «Зиммер Биомет» (Zimmer Biomet). Данный материал предназначен для работников сферы здравоохранения и специалистов по продажам компании «Зиммер Биомет» (Zimmer Biomet). Распространение материала любым другим получателям запрещено. Информация о продукте, включая показания к применению, противопоказания, предупреждения, меры предосторожности, потенциальные нежелательные явления, и информация для консультирования пациентов приведена в листке-вкладыше и на сайте zimmerbiomet.com. Не предназначено для распространения во Франции. Необходимо проверить наличие согласований в стране использования и ознакомиться с инструкциями по применению.

© «Зиммер Биомет» (Zimmer Biomet), 2018. Официальный производитель «Зиммер, Инк.» (Zimmer, Inc.) 1800 В. Центр Ст. Уорсо, Индиана 46580 США (1800 W. Center St. Warsaw, Indiana 46580 USA) 1750.1-GLBL-en REV0518



ZIMMER BIOMET
Your progress. Our promise.[®]



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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ 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, № 4, 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
(ККЦОЗШ, 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)

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

Рябых С.О. – д-р мед. наук (НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, 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 им. Людвига и Максимилиана, Мюнхен, Германия)

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

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

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

Шевцов В.И. – член-корр. РАН, д-р мед. наук, профессор
(Уральский ГМУ, Екатеринбург, 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. Выходит ежеквартально.

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

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

Адрес: 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8.

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

<https://journal.rniti.org>

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

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

Цена свободная.

Редакторы Колесникова И.В., Шен А.С.

Технический редактор Гаврилова С.В.



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

SCIENTIFIC AND PRACTICAL PEER-REVIEWED JOURNAL

TRAVMATOLOGIYA I ORTOPEDIYA ROSSII

TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS OF RUSSIA

Founder and Publisher

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics

Editor-in-Chief R.M. Tikhilov

Vol. 26, N 4, 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

(Kuzbass Clinical Center for Miner Health Care,
Leninsk-Kuznetsky, Russia)

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

(Kazan State Medical University, Kazan, Russia)

Aleksey G. Baidurashvili – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member
of Russian Academy of Sciences (Turner 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)

Dmitry Yu. Borzunov – Dr. Sci. (Med.)

(Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia)

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

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

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

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

Luigi Zagra – MD, Professor

(Galeazzi Orthopedic Institute, Milan, Italy)

Nikolay N. Kornilov – Dr. Sci. (Med.)

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

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

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

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

(Tsvivan 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)

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

(Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia)

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

(Chita State Medical Academy, Chita, Russia)

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

(Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia)

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

Carsten Perka – MD, Professor

(Charité – University Medicine, Berlin, Germany)

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

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

Sergey O. Ryabykh – Dr. Sci. (Med.)

(Ilizarov National Medical Research Center of Traumatology
and Orthopedics, Kurgan, 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.), Professor (Kirov Military

Medical Academy, St. Petersburg, Russia)

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

Vladimir I. Shevtsov – Dr. Sci. (Med.), Professor, Member

of Russian Academy of Sciences (Ural State Medical University,
Ekaterinburg, Russia)

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

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

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

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

**in the world's largest bibliographic database WorldCat, database of the Russian Institute for Scientific and Technical Information
at Russian Academy of Science.**

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

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

Registered by Russian State Press Committee. Media registration certificate N 0110540 dated 12.04.1993.

Founder and Publisher: Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

Address: 8, Akademika Baikova str., St. Petersburg, Russia, 195427.

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

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

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

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

Free price.

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

Computer layout: S.V. Gavrilova



СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА	7	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		Логвинов А.Н., Макарьева О.В., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Королёв А.В.	
Казанцев Д.И., Божкова С.А., Золовкина А.Г., Пелеганчук В.А., Батрак Ю.М.		Межэкспертная согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава	102
Диагностика поздней перипротезной инфекции крупных суставов. Какой диагностический алгоритм выбрать?.....	9	Ступина Т.А., Мигалкин Н.С., Щудло М.М., Судницын А.С., Мезенцев И.Н.	
Преображенский П.М., Божкова С.А., Пантелеев А.Н., Тихилов Р.М., Каземирский А.В.		Микроскопическое исследование компонентов суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом.....	112
Свищевая и несвищевая формы перипротезной инфекции коленного сустава: исходы лечения.....	21	СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ	
Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Гранкин А.С., Рикун О.В., Резванцев М.В., Федоров Р.А.		Павлов В.В., Шералиев Т.У., Кирилина С.И., Кретьен С.О.	
Особенности хирургического лечения пациентов с повреждениями крестообразных связок и стабилизаторов задне-наружного угла коленного сустава	32	Транслокация клостридиальной инфекции как осложнение эндопротезирования тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде: клинический случай	121
Наумов Д.Г., Мушкин А.Ю., Филатов Е.Ю., Рябых С.О., Челпаченко О.Б.		Чуловская И.Г., Егиазарян К.А., Лядова М.В., Космынин В.С., Стрелка Т.В.	
Экстирпация грудных и поясничных полупозвонков из дорсального доступа с применением ультразвукового костного скальпеля у детей: результат проспективного многоцентрового исследования	45	Внедрение металлической ртути в мягкие ткани кисти: клинический случай	130
Заднепровский Н.Н., Иванов П.А., Саутенко А.А., Валиева Р.И., Неведров А.В.		ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАВМАТОЛОГО-ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ	
Сравнительный анализ использования доступов Летурнеля и Стоппа с выполнением латерального окна при остеосинтезе переломов вертлужной впадины.....	56	Дубров В.Э., Злобина Ю.С., Тищенко С.А., Шахмурадян М.А., Поспелов Н.А., Шустов Е.А.	
Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Ершов Д.С., Куруч Е.А., Кузнецов В.Н., Овчаренко Н.В.		Алгоритм территориального размещения государственных травмпунктов в мегаполисах (на примере г. Москвы)	138
Среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами плечевой кости.....	68	ОБЗОРЫ	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ		Сараев А.В., Куляба Т.А., Расулов М.Ш., Корнилов Н.Н.	
Маланин Д.А., Володин И.В., Сучилин И.А., Демещенко М.В.		Артроскопия при гонартрозе в XXI веке: систематический обзор актуальных исследований высокого уровня доказательности и рекомендаций профессиональных сообществ	150
Связанные с полом особенности строения областей прикрепления передней крестообразной связки	80	Козадаев М.Н., Щаницы И.Н., Гиркало М.В., Бажанов С.П., Ульянов В.Ю., Кауц О.А.	
Варсегова Т.Н., Дюрягина О.В., Еманов А.А., Моховиков Д.С., Борзунов Д.Ю.		Лечение стойкого болевого синдрома при остеоартрите коленного сустава методом селективной эмболизации ветвей подколенной артерии: обзор литературы	163
Морфологические изменения большеберцового нерва при замещении крупных дефектов большеберцовой кости аппаратом Илизарова в комбинации с методом Masquelet: экспериментальное исследование	93	КОММЕНТАРИИ	
		Голубев И.О.	
		Комментарий к статье «Хирургическое лечение пациента с поздней стадией болезни Кинбека (асептического некроза полулунной кости): клиническое наблюдение»	175
		ЮБИЛЕИ	
		Зот Кирьянович Башуров.	
		К 90-летию со дня рождения.....	178
		НЕКРОЛОГИ	
		Карина Суреновна Соловьева	179

CONTENTS

EDITORIAL.....	7	RESEARCH METHODS	
CLINICAL STUDIES		Logvinov A.N., Makarieva O.V., Il'in D.O., Kadantsev P.M., Zariyov A.R., Frolov A.V., Magnitskaya N.E., Ryazantsev M.S., Burtsev M.E., Korolev A.V.	
Kazantsev D.I., Bozhkova S.A., Zolovkina A.G., Peleganchuk V.A., Batrak Yu.M.		Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability	102
Diagnosis of Late Periprosthetic Joint Infection. Which Diagnostic Algorithm to Choose?.....	9	Stupina T.A., Migalkin N.S., Shchudlo M.M., Sudnitsyn A.S., Mezentsev I.N.	
Preobrazhensky P.M., Bozhkova S.A., Panteleev A.N., Tikhilov R.M., Kazemirsky A.V.		Microscopic Examination of Foot Joints Components in Charcot Arthropathy Complicated by Osteomyelitis	112
Periprosthetic Joint Infection after Primary Total Knee Arthroplasty With and Without Sinus Tract: Treatment Outcomes.....	21	CASE REPORTS	
Khominets V.V., Kudyashev A.L., Bazarov I.S., Grankin A.S., Rikun O.V., Rezvantsev M.V., Fedorov R.A.		Pavlov V.V., Seraliev T.U., Kirilina S.I., Kretien S.O.	
Alternative Techniques of Ligament Reconstruction in Patients with Combined Cruciate and Postero-lateral Corner Injuries of the Knee	32	Translocation of Clostridial Infection as a Complication of Hip Arthroplasty in the Early Postoperative Period: Case Report	121
Naumov D.G., Mushkin A.Yu., Filatov E.Yu., Ryabykh S.O., Chelpachenko O.B.		Chulovskaya I.G., Egiazaryan K.A., Lyadova M.V., Kosmynin V.S., Strelka T.V.	
Extirpation of the Thoracic and Lumbar Hemivertebrae from the Dorsal Access Using the Ultrasonic Bone Scalpel in Children: The Result of a Prospective Multicenter Study	45	Metallic Mercury in the Soft Tissues of the Hand: Case Report	130
Zadneprovskiy N.N., Ivanov P.A., Sautenko A.A., Valieva R.I., Nevedrov A.V.		TRAUMA AND ORTHOPEDIC CARE	
Compare of Anterior Approaches in Acetabular Fractures Treated by the Standard Iliioinguinal Versus the Stoppa/Iliac Approaches.....	56	Dubrov V.E., Zlobina Yu.S., Tishchenko S.A., Shakhmuradyan M.A., Pospelov N.A., Shustov E.A.	
Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Ershov D.S., Kuruch E.A., Kuznetsov V.N., Ovcharenko N.V.		The Algorithm for Territorial Distribution of Public Emergency Rooms in Megapolis (by the Example of Moscow).....	138
Surgical Treatment of Humerus Fracture-Dislocations: Medium-Term Results	68	REVIEWS	
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES		Saraev A.V., Kulyaba T.A., Rasulov M.Sh., Kornilov N.N.	
Malanin D.A., Volodin I.V., Suchilin I.A., Demeshchenko M.V.		Arthroscopy for Knee Osteoarthritis in the XXI Century: a Systematic Review of Current High Quality Researches and Guidelines of Professional Societies	150
Gender Differences of the ACL Insertion Sites	80	Kozadaev M.N., Shchanitsyn I.N., Girkalo M.V., Bazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Kauts O.A.	
Varsegova T.N., Diuriagina O.V., Emanov A.A., Mokhovikov D.S., Borzunov D.Yu.		Management of Chronic Pain Syndrome in Knee Osteoarthritis with Selective Embolization of Popliteal Artery Branches: Review	163
Morphological Changes in the Tibial Nerve During the Treatment of Large Tibia Defects Using Ilizarov Apparatus Combining with the Masquelet Technique: Experimental Study	93	COMMENTS	
		Golubev I.O.	
		Comment to the Article "Surgical Treatment of Patient with Advanced Kienböck's Disease: A Case Report"	175
		JUBILEES	
		Zot K. Bashurov	
		90 th Anniversary of the Birth	178
		OBITUARIES	
		Karina S. Solovyeva	179

Дорогие читатели!

Заканчивается 2020 год, который надолго запомнится всему миру разрушительной пандемией COVID-19, изменившей всю нашу жизнь. Были отменены практически все научные симпозиумы, некоторые проводились в режиме on-line. В этих условиях многократно возросла роль научных журналов, страницы которых стали платформой для обмена научной информацией и обсуждения новых гипотез и тенденций.

Пандемия заставила все страны внести коррективы в организацию медицинской помощи, в том числе и лечения травматолого-ортопедических больных. Статьи, посвященные этой проблеме, открывают выпуски лучших ортопедических журналов мира. В них обсуждаются критерии отбора пациентов для выполнения неотложных и плановых операций, алгоритмы тестирования больных при госпитализации для предотвращения вспышек внутрибольничной инфекции, усиление роли амбулаторной травматологической помощи, надежность средств индивидуальной защиты медицинского персонала и многие другие актуальные на сегодняшний день проблемы. Во втором выпуске нашего журнала также были опубликованы две обзорные статьи: «Травматологическая помощь в условиях пандемии COVID-19» наших белорусских коллег и «Вызов COVID-19: что сделано и что надо сделать?» И.Г. Беленького. Мы и дальше будем уделять этой теме самое пристальное внимание, уже не только с позиций предупреждения инфекции, а и с точки зрения изменения технологии ведения пациентов, прежде всего «быстрой выписки» и проведения «стационарных» операций в амбулаторных условиях. Это, на наш взгляд, крайне интересный вопрос с позиции как экономической эффективности, так и качества лечения и безопасности для пациентов. Это, в свою очередь, ставит и другие актуальные вопросы: преимущества и динамического наблюдения и патронажа оперированных больных, комплексного реабилитационного лечения уже на ранних сроках после операции.

Развитие отечественной медицинской промышленности позволит постепенно увеличивать долю отечественных имплантатов, в том числе эндопротезов. В связи с этим еще одним важным



направлением исследований в отечественной травматологии и ортопедии станет объективная оценка их эффективности и безопасности, особенно в среднесрочном и долгосрочном периодах наблюдения. Однако эти показатели нельзя оценить без мониторинга отдаленных исходов, а для этого необходима прозрачная система мультицентровой регистрации, над которой сейчас идет достаточно активная работа. Только объективная и беспристрастная оценка профессионального сообщества позволит наметить пути дальнейшего развития отечественной медицинской промышленности.

Подводя итоги уходящего года, хочется отметить и положительные моменты. Несмотря на объективные трудности, все выпуски нашего журнала вышли без опоздания, были насыщенными и, надеюсь, интересными. Об этом свидетельствуют постоянно увеличивающееся число наших читателей на сайте и высокий импакт-фактор в национальном индексе цитирования.

Отдельно хочется поблагодарить рецензентов, благодаря бескорыстной помощи которых удается удерживать высокий уровень научных публикаций, и, конечно, наших авторов, без которых не может состояться ни один выпуск журнала.

Разрешите поздравить Вас с наступающим Новым Годом, пожелать, прежде всего, здоровья, успехов в профессиональной деятельности и простых человеческих радостей, и побольше.

Берегите себя!

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



Диагностика поздней перипротезной инфекции крупных суставов. Какой диагностический алгоритм выбрать?

Д.И. Казанцев¹, С.А. Божкова², А.Г. Золовкина¹, В.А. Пелеганчук¹, Ю.М. Батрак¹

¹ ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России, г. Барнаул, Россия

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. В настоящее время, по данным зарубежных и отечественных регистров, отмечается тенденция к росту числа пациентов с перипротезной инфекцией (ППИ). Раннее выявление ППИ является залогом эффективного лечения. В мире существует несколько наиболее широко применяемых алгоритмов диагностики ППИ. **Цель исследования** — сравнительная оценка диагностической значимости, точности и специфичности современных диагностических алгоритмов. **Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ 242 ревизионных вмешательства, которые выполнялись в ФЦТОЭ г. Барнаула в 2018 г. Согласно дизайну исследования в работу включено 127 клинических случаев. Диагностика ППИ проводилась по трем диагностическим алгоритмам: ICM (International Consensus Meeting 2018), WAIOT (The World Association against Infection in Orthopedics and Trauma), EBJIS (The European Bone and Joint Infection Society 2018). Рассчитывали диагностическую чувствительность, специфичность и общую точность каждого алгоритма. Оценку алгоритма ICM проводили в двух вариантах: «неубедительно = нет инфекции», «неубедительно = инфекция». Наличие инфекции определяли на основании бактериологического исследования аспирата синовиальной жидкости, интраоперационных биоптатов и эксплантированных компонентов эндопротеза (соникационная жидкость). **Результаты.** Наибольший показатель общей точности у диагностического алгоритма ICM 2018 «неубедительно = инфекция» — 91,3%, показатели чувствительности и специфичности — 89,3% и 93,0% соответственно. Лучшую специфичность показали алгоритмы WAIOT и ICM (неубедительно = нет инфекции) — 95,8%, с аналогичными показателями чувствительности и общей точности 80,4% и 89,0%. Чувствительность и специфичность алгоритма EBJIS составила 87,5% и 84,5% соответственно, общая точность — 85,8%. **Заключение.** Все включенные в исследование диагностические алгоритмы характеризуются высокими показателями диагностической значимости для выявления ППИ коленного или тазобедренного сустава без существенных различий. Наибольшие сложности вызывает диагностика ППИ с субклиническим течением, обусловленной слабовирулентными возбудителями. По-видимому, не играет принципиальной роли выбор того или иного диагностического алгоритма, однако диагностика ППИ требует комплексного подхода с использованием различных клинико-лабораторных показателей.

Ключевые слова: перипротезная инфекция, ревизионное эндопротезирование, диагностический алгоритм.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Казанцев Д.И., Божкова С.А., Золовкина А.Г., Пелеганчук В.А., Батрак Ю.М. Диагностика поздней перипротезной инфекции крупных суставов. Какой диагностический алгоритм выбрать? Травматология и ортопедия России. 2020;26(4):9-20. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-9-20.

Cite as: Kazantsev D.I., Bozhkova S.A., Zolovkina A.G., Peleganchuk V.A., Batrak Yu.M. [Diagnosis of Late Periprosthetic Joint Infection. Which Diagnostic Algorithm to Choose?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):9-20. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-9-20.

Казанцев Дмитрий Игоревич / Dmitry I. Kazantsev; e-mail: dmitry.kazantsev@inbox.ru

Рукопись поступила/Received: 12.05.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 28.09.2020.



Diagnosis of Late Periprosthetic Joint Infection. Which Diagnostic Algorithm to Choose?

Dmitry I. Kazantsev¹, Svetlana A. Bozhkova², Anna G. Zolovkina¹, Vladimir A. Peleganchuk¹, Yuriy M. Batrak¹

¹ Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Barnaul, Russia

² Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. Nowadays, according to the foreign and native registers data, the number of patients with periprosthetic infection (PJI) tends to increase. The early PJI diagnostics allows to provide timely effective treatment. Several widely used PJI diagnostic algorithms exist. **The objective of the study** is comparative analysis of diagnostic value, accuracy and specificity of contemporary diagnostic algorithms. **Materials and methods.** A post-hoc analysis of 242 patients undergoing revision arthroplasty in 2018, held at FSFI FCTOE, was carried out. According to the study design, 127 patients were included in this study. PJI was diagnosed according to three known algorithms: ICM (International Consensus Meeting 2018), WAIOT (The World Association against Infection in Orthopedics and Trauma), EBJIS (The European Bone and Joint Infection Society 2018). Diagnostic sensitivity, specificity and total accuracy of each algorithm was carried out. The evaluation of ICM diagnostic algorithm was made with 2 variants: “not convincing = no infection”, “not convincing = infection”. The presence of infection was confirmed by bacteriological examination of synovial fluid aspirate, intraoperative biopsy of materials and sonification of explanted components. **Results.** The highest value of common accuracy was achieved in ICM 2018 algorithm – “not convincing = infection” was 91.3%, with sensibility and specificity – 89.3% and 93.0% respectively. The best specificity was shown by the algorithms WAIOT and ICM (“not convincing = no infection”) – 95.8%, with sensibility and common accuracy – 80.4% and 89.0% respectively. The sensibility and specificity of EBJIS algorithm was 87.5% and 84.5%, respectively, the common accuracy – 85.8%. **Conclusion.** All included in investigation diagnostic algorithms showed high specificity values in diagnostics of hip and knee PJI without significant differences. Patients with subclinical PJI and low virulent pathogens have the biggest difficulties in PJI diagnostics. It seems that the selection of analyzed algorithms doesn't play an important role, however PJI diagnostics requires complex approach with the use of different clinical and laboratory values.

Keywords: periprosthetic joint infection, revision surgery, diagnostic algorithm, ICM 2018, EBJIS 2018, WAIOT.

Funding: state budgetary funding.

Введение

В настоящее время эндопротезирование суставов является высокоэффективным методом лечения многих заболеваний и последствий травм суставов [1]. Однако отечественные и зарубежные данные свидетельствуют о возрастающей проблеме перипротезной инфекции (ППИ), связанной с повсеместным увеличением количества операций первичного эндопротезирования и высоким процентом хронизации инфекционного процесса при его развитии [2, 3]. Лечение таких пациентов сопровождается значительными финансовыми, физическими и эмоциональными затратами. Выполнение диагностического алгоритма ППИ позволяет выбрать правильную тактику лечения пациента и снизить риск рецидива [4, 5, 6]. Значительная часть инфекции вызвана слабовирулентными возбудителями с характерным суб-

клиническим течением инфекционного процесса [7]. Наибольшую сложность для диагностики в предоперационном периоде представляет ППИ без идентифицированного возбудителя, а также инфекция, ассоциированная с биопленкой (IV тип инфекции согласно классификации Coventry–Tsukayama), когда диагноз ППИ ставится только на основании положительного бактериологического исследования интраоперационных биоптатов эксплантационного эндопротеза [8, 9, 10]. Каждый случай с болевым синдромом в области эндопротеза должен рассматриваться как потенциальное инфекционное осложнение до доказательства обратного [11, 12, 13]. Таким образом, с учетом общей тенденции к увеличению абсолютного количества пациентов с ППИ возникла необходимость в выборе алгоритма ППИ с высокой диагностической точностью.

Целью настоящего исследования было провести сравнительную оценку диагностической значимости, точности и специфичности современных диагностических алгоритмов.

Материал и методы

Дизайн исследования

Ретроспективное одноцентровое исследование. В исследование включены пациенты, которым на базе ФЦТОЭ г. Барнаула в 2018 г. было выполнено ревизионное вмешательство на тазобедренном и коленном суставах.

Критерии включения: наличие до операции клинических и рентгенологических признаков асептической или септической нестабильности компонентов эндопротеза тазобедренного или коленного суставов.

Критерии невключения: недостаточный для заполнения диагностических алгоритмов объем обследования, системное заболевание (ревматоидный артрит системная красная волчанка, подагра),

ревизионные операции по поводу перипротезного перелома или рецидивирующего вывиха, ревизионное эндопротезирование (реЭП) плечевого и локтевого суставов, второй этап двухэтапного ревизионного эндопротезирования.

Из 242 прооперированных в 2018 г. пациентов соответствовали критериям включения 127: 47 мужчин (средний возраст 57,1 лет), 80 женщин (средний возраст 63,9 года). Коленных суставов — 43, тазобедренных — 84. характеристика прооперированных пациентов представлена на рисунке 1.

За эталонный критерий наличия или отсутствия ППИ был принят результат бактериологического исследования при выполнении одного из условий:

- рост штаммов с одинаковым профилем антибиотикочувствительности из двух и более образцов биоматериала: аспират, тканевые биоптаты, соникационная жидкость с удаленных компонентов эндопротеза;
- рост из одного образца биоматериала высоковирулентного микроорганизма (грамотрицательного микроорганизма или *S. aureus*) [6].

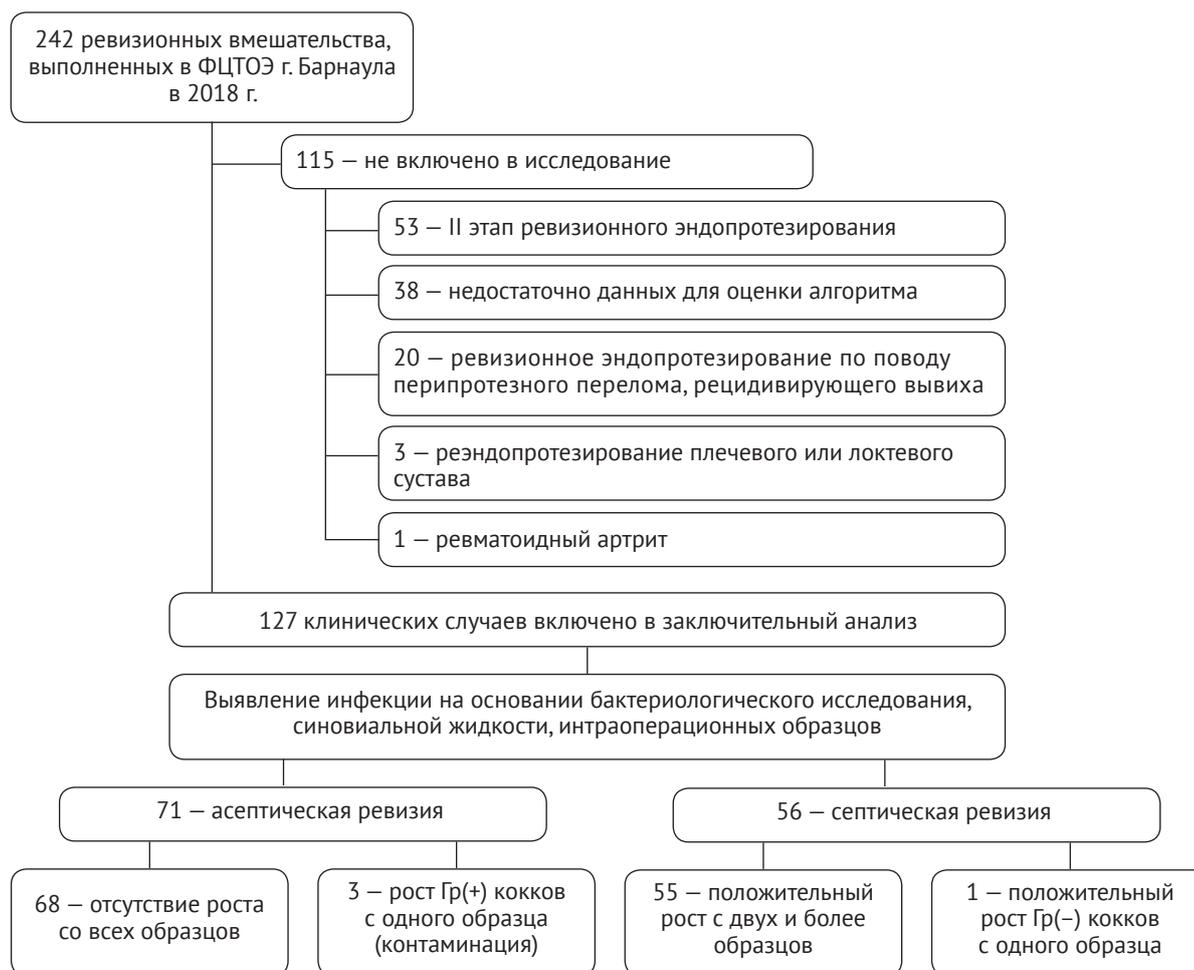


Рис. Блок-схема дизайна исследования

Fig. A patient flowchart

Положительный рост слабовирулентного возбудителя из одного образца биоматериала или с эксплантированного компонента эндопротеза после соникации считали контаминацией.

Всех пациентов обследовали на наличие ППИ в предоперационном периоде с применением диагностических алгоритмов ICM (International Consensus Meeting 2018) [14], WAIOT (The World Association against Infection in Orthopedics and Trauma) [15], EBJIS (The European Bone and Joint Infection Society 2018) [16] (табл. 1). Диагностический алгоритм ICM 2018 имеет вариант «неубедительно», в связи с чем для оценки его диагностической значимости рассматривали два условия: «неубедительно = нет инфекции» и «неубедительно = инфекция». Диагностический алгоритм WAIOT не исключает инфекцию до получения результатов бактериологического исследования интраоперационных образцов. Сумма баллов ниже нуля рассматривается как: а) нет инфекции, б) биопленочная форма ППИ, в) контаминация. Для оценки диагностической значимости алгоритма сумму баллов ниже нуля расценили как «нет инфекции».

Определение ППИ

Клинико-лабораторные показатели, используемые в исследуемых алгоритмах для диагностики ППИ:

- наличие свищевого хода, сообщающегося с полостью сустава;
- видимое нагноение мягких тканей вокруг эндопротеза;
- видимый эндопротез в ране;
- повышение уровня СОЭ крови;
- повышение уровня СРБ в сыворотке крови;
- цитологическое исследование аспирата исследуемого сустава с определением процентного содержания нейтрофилов;
- бактериологическое исследование аспирата сустава.

Лабораторные показатели

Исследование СОЭ выполняли из венозной крови методом Вестергрена с использованием анализатора Вестерлайт 1230 (Dixion, Россия).

С-реактивный белок (СРБ) измеряли в сыворотке крови методом иммунотурбидиметрии в расширенном диапазоне концентраций с использованием аналитической системы Dimension Xpand (Siemens, Германия). Исследование синовиальной жидкости включало в себя подсчет ядродержащих клеточных элементов и исследование окрашенного по Романовскому–Гимзе мазка с целью определения доли нейтрофильных лейкоцитов. Подсчет клеточных элементов выполняли с использованием бинокулярного микроскопа Carl Zeiss (Германия) с использованием пластиковых слайд-планшетов для подсчета клеточных элементов в биологических жидкостях в разведенной в 20 раз раствором 0,3% NaCl синовиальной жидкости.

Бактериологическое исследование синовиальной жидкости и интраоперационных образцов. Пункцию исследуемого сустава выполнял хирург в асептических условиях. Тазобедренные суставы пунктировали под УЗИ-контролем. После получения первой порции аспирата производили замену шприца на стерильный (с целью снижения риска контаминации), затем производили забор основной порции. Полученные образцы доставляли в лабораторию в течение 10–15 мин. в нативном состоянии. Бактериологическое исследование каждого образца включало первичный посев на чашки с колумбийским агаром с 5% бараньей кровью и тиогликолевую среду, аэробный и анаэробный флаконы для анализатора VersaTrek (Trek Diagnostic, США). Синовиальную жидкость засеивали без предварительной подготовки, биоптаты предварительно гомогенизировали, а компоненты протезов в стерильных пакетах подвергали 5-минутной соникации в растворе 0,9% NaCl с использованием ультразвуковой ванны Elmasonic S10H (Elma, Германия) с рабочей частотой 37 кГц мощностью 60 Вт. Первичные посеы инкубировали при 35°C в течение 14 суток. При обнаружении роста микроорганизмов идентификацию возбудителей с определением чувствительности выполняли на автоматическом бактериологическом анализаторе Walk Away (Siemens, Германия).

Таблица 1

Диагностические алгоритмы

Характеристики алгоритмов	ICM 2018	WAIOT	EVJIS 2018
Система оценки	1 из 2 больших критерия ИЛИ Сумма баллов малых критериев: ≥6 инфекция 3–5 неубедительно (рассмотреть дальнейшую диагностику, такую как секвенирование следующего поколения) ≤5 нет инфекции* *Действовать с осторожностью: неблагоприятная реакция тканей, заболевания отложения кристаллов, медленно растущие организмы	Сумма баллов критериев: <0 нет инфекции, контаминация, инфекция, связанная с биопленкой* ≥0 инфекция со слабыми проявлениями ≥1 ярко выраженная инфекция * В таких случаях диагностика может быть подтверждена после операции на основании гистологического и бактериологического исследования и интраоперационных образцов (с применением пролонгированного бактериологического исследования, антибиопленочной техники)	≥1 Положительный критерий
Критерии	<p>Большие: Свищ, сообщающийся с полостью сустава, или видимый эндопротез в ране Рост идентичного микроорганизма из двух и более образцов материала, полученный с использованием стандартных методов бактериологического исследования</p> <p>Малые: А) повышение СРБ (> 100 мг/л для острой инфекции; >10 мг/л для хронической инфекции) или Д-Димер (неизвестный порог для острой инфекции); >860 мкг/л для хронической инфекции) (2 балла) Б) подъем СОЭ (не играет роли для острой инфекции; >30 мм/ч для хронической инфекции) (1 балл) В) повышенное количество лейкоцитов в суставной жидкости (> 10 000 кл/мл для острой инфекции; >3 000 кл/мл для хронической инфекции) ИЛИ лейкоцитарная эстераза (++ для острой и хронической инфекции) (2 балла) Г) увеличение доли нейтрофилов в суставной жидкости (>90% для острой, >70% для хронической инфекции) (2 балла) Д) рост микроорганизма из одного образца биоматериала (2 балла) Е) положительное гистологическое исследование (3 балла) Ж) видимое интраоперационно нагноение (3 балла)</p>	<p>Подтверждающие инфекцию критерии (специфичность >90%): Каждый положительный тест +1 балл Каждый отрицательный тест 0 баллов</p> <p>1. Нагноение или функционирующий свищ или видимый в ране эндопротез 2. Повышенное количество лейкоцитов в суставной жидкости > 3 000 кл/мл 3. Рост микроорганизма из синовиальной жидкости 4. Лейкоцитарная эстераза ++</p> <p>Исключающие инфекцию критерии (чувствительность >90%): Каждый отрицательный тест -1 балл Каждый положительный тест 0 баллов</p> <p>1. Подъем СОЭ >30 мм/ч 2. Повышение СРБ >10 мг/л 3. Количество лейкоцитов в суставной жидкости <1500 кл/мл</p> <p>(Позволяет включать новые тесты или процедуры, при условии, что они соответствуют минимальной требуемой чувствительности и специфичности, без необходимости изменения структуры определения)</p>	<p>1. Видимое нагноение вокруг сустава или функционирующий свищ 2. Повышенное количество лейкоцитов в суставной жидкости (>2000 кл/мл или >70% нейтрофилов) 3. Положительное гистологическое исследование 4. Рост микроорганизмов из синовиальной жидкости или ≥2* биоптатов или из синовиальной жидкости (>50*** КОЕ/мл)</p> <p>* для высоковирулентных (грамотрицательный микроорганизм, <i>S. aureus</i>) или у пациентов на фоне антибактериальной терапии достаточен рост из одного биологического образца *** на фоне антибактериальной терапии, для <i>S. aureus</i> и анаэробов может быть <50 КОЕ/мл</p>

Статистический анализ

Регистрацию, систематизацию первичных данных и визуализацию полученных результатов выполняли в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2010. Статистический анализ проводили с использованием программы MedCalc 15.8. В случае описания количественных показателей выполняли проверку на нормальность распределения по критерию Колмогорова — Смирнова, при нормальном распределении полученные данные описывали при помощи средних арифметических величин и границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). Номинальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой на непрерывность Йетса. Критический уровень значимости (P) принят равным менее 0,05. Доверительный интервал (ДИ) для категориальных данных определяли на основе частотных распределений. С целью количественной оценки зависимости вероятности исхода от наличия фактора был рассчитан показатель отношения шансов с 95% доверительным интервалом. Оценку диагностической значимости алгоритмов диагностики ППИ проводили с использованием формул расчета чувствительности, специфичности, общей точности, прогностической ценности положительного

и отрицательного результата, отношения правдоподобия для положительного и отрицательного результата.

Результаты

Перипротезная инфекция была подтверждена в 56 (44,1%) случаях, 71 (55,9%) случай был расценен как отсутствие инфекции. т.е. подтверждена асептическая нестабильность компонентов эндопротеза (табл. 2). В 4 клинических случаях получен рост с одного образца биоматериала, в том числе в 3 случаях были выделены условно-патогенные грамположительные бактерии (коринеформные бактерии, эпидермальный стафилококк, микрококк), что расценили как контаминацию. В четвертом случае был выделен штамм грамотрицательной палочки (*Burkholderia (P.) cepacia*), что расценили как инфекцию.

Согласно диагностическому алгоритму ICM, инфекция была исключена в 72 случаях, в 48 случаях были получены убедительные данные за ППИ, при этом у 17 пациентов диагноз можно было выставить исходя из наличия большого критерия (свищ) и у 31 — по малым критериям. В 7 случаях получен результат «неубедительно». Оценку эффективности проводили по двум вариантам: «неубедительно = нет инфекции», «неубедительно = инфекция». Применение диагностического алгоритма WAIOT

Таблица 2

Сравнительная характеристика пациентов по группам

Показатель	Инфекция (n = 56)	Нет инфекции (n = 71)	p
Возраст, лет средний 95% ДИ	59,3 35–81	63,1 37,2–80,4	0,051
Пол, n (%)			
мужской	30 (53,6)	17 (23,9)	0,0012
женский	26 (46,4)	54 (76,1)	0,0012
Сустав, n (%)			
тазобедренный	36 (64,3)	48 (67,6)	0,8386
коленный	20 (35,7)	23 (32,4)	0,8386
Функционирующий свищ, n (%)	16 (28,6)	1 (1,4)	<0,001
Предоперационный лабораторный тест, n (%)			
СОЭ >30 мм	37 (66,1)	2 (2,8)	<0,0001
СРБ >10 мг/л	38 (67,9)	4 (5,6)	<0,0001
Цитоз <1500 кл/мл	9 (16,1)	55 (77,5)	<0,0001
Цитоз >2000 кл/мл	43 (76,8)	11 (15,5)	<0,001
Цитоз >3000 кл/мл	41 (73,2)	5 (7,0)	<0,0001
Нейтрофилы >70%	39 (69,6)	3 (4,2)	<0,0001
Выделен микроорганизм из аспирата, n (%)			
тазобедренный	40/56 (71,4)	2/71 (2,8)	<0,0001
коленный	23/36 (63,8)	1/48 (2,1)	<0,0001
коленный	17/20 (85,0)	1/23 (4,3)	<0,0001

исключило на дооперационном этапе инфекцию в 79 случаях, позволило диагностировать ППИ в 48 случаях, из них 37 случая соответствовали ярко выраженной инфекции и 11 — инфекции со слабыми проявлениями. Согласно критериям диагностического алгоритма EBJIS, инфекцию диагностировали в 60 случаях, ее отсутствие — в 67 клинических случаях. Результаты расчета показателей диагностической значимости сравниваемых алгоритмов представлены в таблице 3.

Далее в отдельную группу были выделены 23 клинических случая с ложными результатами хотя бы по одному из алгоритмов, из них 11 случаев были с ложноположительным результатом и 12 с ложноотрицательным (табл. 4).

Обсуждение

Во всем мире продолжается поиск новых методов и процедур для выявления ППИ [17, 18, 19, 20, 21, 22]. Однако наибольшая диагностическая точность достигается путем комбинации клинико-лабораторных критериев, что подтверждает наше исследование. Анализ научных публикаций в системе eLIBRARY показал, что данное исследование — первое в России, в котором выполнена прямая сравнительная оценка эффективности ведущих диагностических алгоритмов ППИ. Кроме того, очевидна зависимость диагностической точности алгоритмов от качества выполнения ис-

следования по каждому критерию [23, 24, 25]. Так, диагностическая ценность исследования аспирата напрямую зависит от качества проведения пункции сустава. Как правило, пункция коленного сустава не представляет сложности, чего нельзя сказать о тазобедренном суставе. По данным различных авторов, чувствительность и специфичность бактериологического исследования аспирата тазобедренного сустава составляет 59–79% и 91–96% [8, 26, 27, 28, 29], что сопоставимо с нашими результатами — 64% и 98% соответственно. Показатели цитоза и доли полиморфноядерных клеток в аспирате сустава также зависят от методов подсчета, длительности транспортировки, предотвращения образования сгустков в материале. Требуется строгое соблюдение правил доставки материала, его обработки и исследования для получения достоверных результатов.

В-третьих, достоверность диагностических критериев ППИ зависит от сопутствующей патологии. Согласно плану исследования, пациенты с подагрой, ревматоидным артритом не включались в исследование. Данные о сопутствующей патологии вносились в медицинскую карту на основании представленной медицинской документации, дополнительное обследование перед ревизионным эндопротезированием не проводилось. В связи с этим мы не исключаем вероятность участия в исследовании пациентов с невыявленными подагрой или ревматоидным артритом.

Таблица 3

Сравнительная таблица диагностической значимости алгоритмов

Показатели	ICM 2018 (неубедительно = инфекция)	ICM 2018 (неубедительно = нет инфекции)	WAIOT	EBJIS 2018
ДП	50	45	45	49
ДО	66	68	68	60
ЛП	5	3	3	11
ЛО	6	11	11	7
Чувствительность, % (ДИ)	89,3 (0,84–0,95)	80,4 (0,73–0,87)	80,4 (0,73–0,87)	87,5 (0,82–0,93)
Специфичность, % (ДИ)	93,0 (0,89–0,97)	95,8 (0,92–0,99)	95,8 (0,92–0,99)	84,5 (0,78–0,91)
Общая точность, % (ДИ)	91,3 (0,86–0,96)	89,0 (0,84–0,94)	89,0 (0,84–0,94)	85,8 (0,80–0,92)
PPV, % (ДИ)	91 (0,86–0,96)	94 (0,90–0,98)	94 (0,90–0,98)	82 (0,75–0,89)
NPV, % (ДИ)	92 (0,87–0,97)	86 (0,80–0,92)	86 (0,80–0,92)	90 (0,85–0,95)
LR+, %	12,7	19,0	19,0	5,6
LR-, %	0,12	0,21	0,21	0,15

ДП — достоверно положительный; ДО — достоверно отрицательный; ЛП — ложноположительный; ЛО — ложноотрицательный; PPV — прогностическая ценность положительного результата; NPV — прогностическая ценность отрицательного результата; LR+ — отношение правдоподобия для положительного результата; LR- — отношение правдоподобия для отрицательного результата.

Таблица 4

Сложные диагностические случаи

Номер клин. случая	Критерии						Диагностические алгоритмы				Рост из биоптатов (кол-во образцов из 6)	Рост из соникационной жидкости (кол-во компонентов)
	Свищ, видимое нагноение	СОЭ	СРБ	Цитоз	PMN, %	Бак. исследование аспирата сустава	ICM 2018	WAIOT	ЕВJIS 2018			
Клинические случаи с ложноотрицательным результатом												
ЛО 1	-	18	6	800	72	-	-	-	-	+	CoNS (3)	CoNS (4)
ЛО 2	-	7	4	220	0	-	-	-	-	-	CoNS (2)	CoNS (3)
ЛО 3	-	27	15	2200	82	-	неубедительно	-	-	+	CoNS (1)	CoNS (3)
ЛО 4	-	25	2	1800	55	-	-	-	-	-	Отриц	CoNS (4)
ЛО 5	+	27	11	1200	36	-	-	-	-	+	CoNS (2)	CoNS
ЛО 6	-	25	2	44	0	-	-	-	-	-	Отриц(2)	CoNS (2)
ЛО 7	-	11	5	24000	97	-	неубедительно	-	-	+	Отриц (6)	CoNS (2)
ЛО 8	-	51	34	44	0	-	неубедительно	-	-	-	<i>E. faecium</i> (4)	<i>E. faecium</i> (4)
ЛО 9	-	81	34	44	0	-	неубедительно	-	-	-	CoNS (2)	CoNS (4)
ЛО 10	-	9	13	264	0	-	неубедительно	-	-	-	<i>E. faecium</i> (6)	<i>E. faecium</i> (4)
ЛО 11	-	16	4	88	0	-	-	-	-	-	CoNS (2)	CoNS (1)
ЛО 12	-	2	29	2200	51	-	неубедительно	+	+	+	Отриц	<i>Burkholderia (P.) cecacia</i> (1)
Клинические случаи с ложноположительным результатом												
ЛП 1	-	3	1	5800	47	-	неубедительно	-	-	+	-	-
ЛП 2	-	17	2	3000	70	-	-	-	-	+	-	-
ЛП 3	-	19	26	23000	90	Коринеформные бактерии	+	+	+	+	-	-
ЛП 4	-	18	8	5200	40	-	неубедительно	-	-	+	-	-
ЛП 5	-	31	7	2400	47	-	-	-	-	+	-	-
ЛП 6	+	11	2	5200	73	-	-	+	+	+	-	-
ЛП 7	-	18	5	2200	62	-	-	-	-	+	-	-
ЛП 8	-	14	1	2400	8	-	-	-	-	+	-	-
ЛП 9	-	3	1	2400	62	-	-	-	-	+	-	-
ЛП 10	-	9	5	4400	71	<i>S. epidermidis</i>	+	+	+	+	-	-
ЛП 11	-	18	1	2400	51	-	-	-	-	+	-	-

PMN — процентное содержание полиморфоядерных клеток в аспирате сустава; CoNS — коагулазонегативный стафилококк; ЛП — ложноположительный; ЛО — ложно-отрицательный.

Наибольшее количество ложноотрицательных результатов было установлено при использовании алгоритма WAIOT. В 9 из 11 случаев возбудителем инфекции был коагулазонегативный стафилококк, который является слабовирулентным возбудителем с выраженной способностью к формированию микробных биопленок [7, 8, 9, 10, 30]. Трудность диагностики заключается в характерном субклиническом течении ППИ, обусловленной слабовирулентным возбудителем [8, 10, 30]. В нашем исследовании в диагностический алгоритм WAIOT включено по три критерия включения и исключения. По-видимому, можно увеличить диагностическую ценность данного алгоритма за счет включения дополнительных критериев без изменения структуры алгоритма [15] или изменив интерпретацию суммы баллов ниже нуля на вариант «биопленочная форма ППИ» вместо «нет инфекции», как было принято нами, однако это требует дальнейшего анализа. Кроме того, возможно рассмотреть модификацию алгоритма WAIOT за счет включения в него «больших» критериев, например, «наличие свищевого хода, сообщающегося с полостью сустава». Надо отметить, что хороший отток патологического отделяемого через фистулу в ряде случаев не позволяет получить аспират из сустава, а при его наличии, как правило, снижает достоверность показателей цитоза и уровня лейкоцитарных ферментов (эстеразы и альфа-дефензина). В связи с данным фактором в инструкции по применению тест-системы для определения альфа-дефензина не рекомендуют применять данную методику у пациентов со свищевыми ходами в связи с риском получения ложноотрицательного результата.

Наибольшее количество ложноположительных результатов было получено при использовании алгоритма EBJIS 2018, согласно которому цитоз аспирата более 2000 кл/мкл и/или доля нейтрофилов более 70% является подтверждением ППИ, чем и обусловлено большее количество ложноположительных результатов в сравнении с другими алгоритмами. Увеличение в нашем исследовании порогового значения цитоза до 3000 кл/мкл повысило показатели специфичности/общей точности с 84,5/85,8% до 93,0/90,6% соответственно при неизменном результате чувствительности — 87,5%.

В связи с тем, что проведенное исследование ретроспективное, оценку диагностической значимости алгоритма ICM 2018 провели в двух вариантах: «неубедительно = инфекция» и «неубедительно = нет инфекции». Наибольшую общую точность продемонстрировал вариант «неубедительно = инфекция». В клинической практике получение результата «неубедительно» требует проведения дополнительных либо повторных исследований, что позволит увеличить диагностическую ценность алгоритма.

Несмотря на высокие показатели диагностической значимости всех используемых алгоритмов, «серой зоной» остаются клинические случаи, когда интерпретация результатов дооперационного обследования пациентов не позволяет однозначно подтвердить или исключить наличие инфекции. Как правило, это пациенты с повышением уровня СРБ и/или СОЭ в крови, что является неспецифическими признаками любого воспалительного процесса, и с отсутствием выраженного цитоза и роста микроорганизмов в аспирате. В большинстве случаев ложноотрицательных результатов из интраоперационных материалов были выделены коагулазо-негативные стафилококки, фактором патогенности которых является способность к формированию микробных биопленок [7], что во многом объясняет отсутствие выраженных признаков инфекции в суставной жидкости. По нашему мнению, в клинической практике в случае получения неубедительных результатов до операции такого пациента необходимо рассматривать как «условно инфицированного» и планировать интраоперационную экспресс-диагностику с применением гистологического исследования замороженных срезов, повторного теста на лейкоцитарную эстеразу или альфа-дефензин, помимо взятия тканевых биоптатов и удаленных конструкций для микробиологического исследования. Кроме того, представляется рациональным при невозможности выполнения во время операции экспресс-диагностики назначение эмпирической антибактериальной терапии препаратами широкого спектра (с обязательной активностью в отношении метициллин-резистентных стафилококков) до получения окончательных результатов бактериального исследования взятых интраоперационно тканей и конструкций.

Ограничения исследования

Во-первых, в виду отсутствия данных гистологического исследования тканей из области оперированного сустава принятым нами эталонным критерием был результат бактериологического исследования интраоперационно полученных образцов тканей и удаленных конструкций. Как известно, два положительных посева с идентичным штаммом одного вида возбудителя является подтверждением ППИ во всех используемых алгоритмах [14, 15, 16], что и дало нам право использовать его как «золотой стандарт». Однако, как и другие диагностические критерии, любое бактериологическое исследование, культивирование интраоперационных биоптатов, эксплантационного эндопротеза также имеет свои ограничения [21] и не во всех случаях инфекции может давать положительный результат. Так, согласно установленному нами эталонному критерию, три клини-

ческих случая (ЛПЗ, ЛП6, ЛП10) из-за отсутствия роста микроорганизмов с эксплантированных эндопротезов и шести биоптатов были отнесены к ложноположительным результатам, несмотря на наличие свища, сообщающегося с полостью сустава (ЛП6), высоких показателей цитоза и нейтрофилии аспириата, а также роста условно-патогенных возбудителей в дооперационном аспириате (ЛПЗ, ЛП10). Отсюда вытекает второе ограничение, характерное для ретроспективных исследований. Поперечный характер исследования затрудняет определение влияния отдельных факторов на конечный результат, однако может послужить отправной точкой для дальнейших исследований.

Заключение

Все включенные в исследование диагностические алгоритмы характеризуются высокими показателями диагностической значимости для выявления ППИ коленного или тазобедренного сустава без существенных различий. Алгоритм ICM 2018 в варианте «неубедительно = инфекция» продемонстрировал более высокий показатель общей точности — 91,3%, диагностическая чувствительность и специфичность составили 89,3% и 93,0% соответственно. Лучшую специфичность показали алгоритмы WAIOT и ICM (неубедительно = нет инфекции) — 95,8% при чувствительности и общей точности 80,4% и 89,0% соответственно. Чувствительность и специфичность алгоритма EBJIS составила 87,5% и 84,5% соответственно, общая точность — 85,8%. Наибольшие сложности вызывает диагностика ППИ с субклиническим течением, обусловленной слабовирулентными возбудителями. Таким образом, диагностика ППИ требует комплексного подхода с использованием различных клинико-лабораторных показателей. По-видимому, не играет принципиальной роли выбор того или иного диагностического алгоритма, однако представляется важным в каждом ЛПУ, оказывающем медицинскую помощь пациентам с установленными эндопротезами, разработать локальные протоколы по диагностике и тактике ведения пациентов с подозрением на инфекцию протезированного сустава или с её наличием.

Литература [References]

1. Prokopetz J.Z., Losina E., Bliss R.L., Wright J., Baron J.A., Katz J.N. Risk factors for revision of primary total hip arthroplasty: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2012;13:251. doi: 10.1186/1471-2474-13-251.
2. Perka C., Haas N. [Periprosthetic infection]. *Chirurg.* 2011;82(3):218-226. (In German). doi: 10.1007/s00104-010-2014-3.
3. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Черный А.Ж., Муравьева Ю.В., Гончаров М.Ю. Данные регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2007-2012 годы. *Травматология и ортопедия России.* 2013;(3):167-190. doi: 10.21823/2311-2905-2013--3-167-190.
4. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Черный А.Ж., Муравьева Ю.В., Гончаров М.Ю. [Data of hip arthroplasty registry of Vreden Institute for the period 2007–2012 years]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(3):167-190. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2013--3-167-190.
4. Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Алексеев С.С., Сорокина Г.Л., Иваненко Л.Р., Ерохин Н.Е. и др. Важность выполнения алгоритма диагностики поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(4):75-87. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87.
4. Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Алексеев С.С., Сорокина Г.Л., Иваненко Л.Р., Ерохин Н.Е. et al. [Importance of the Algorithm for Diagnosis of Late Deep Periprosthetic Hip Infection]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(4):75-87. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87.
5. Gallo J., Kamínek M. Preoperative diagnosis of prosthetic joint infection. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2011;78(6):510-518. (In Czech).
6. Винклер Т., Трампуз А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1):33-45. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
6. Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip prosthetic joint infection]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):33-45. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
7. Божкова С.А., Краснова М.В., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В. Способность к формированию биопленок у клинических штаммов *S. aureus* и *S. epidermidis* – ведущих возбудителей ортопедической имплант-ассоциированной инфекции. *КМАХ.* 2014;16(2):149-156.
7. Bozhkova S.A., Krasnova M.V., Polyakova E.M., Rukina A.N., Shabanova V.V. Biofilm Formation by Clinical Isolates of *S. aureus* and *S. epidermidis* in Prosthetic Joint Infection. *СМАХ.* 2014;16(2):149-156.
8. Romanò C.L., Romanò D., Morelli I., Drago L. The Concept of Biofilm-Related Implant Malfunction and «Low-Grade Infection». *Adv Exp Med Biol.* 2017;971:1-13. doi: 10.1007/5584_2016_158.
9. Portillo M.E., Salvadó M., Alier A., Sorli L., Martínez S., Horcajada J.P. et al. Prosthesis failure within 2 years of implantation is highly predictive of infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(11):3672-3678. doi: 10.1007/s11999-013-3200-7.
10. Moojen D.J., van Hellemond G., Vogely H.C., Burger B.J., Walenkamp G.H., Tulp N.J. et al. Incidence of low-grade infection in aseptic loosening of total hip arthroplasty. *Acta Orthop.* 2010;81(6):667-673. doi: 10.3109/17453674.2010.525201.
11. Greidanus N.V., Masri B.A., Garbuz D.S., Wilson S.D., McAlinden M.G., Xu M. et al. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(7):1409-1416. doi: 10.2106/JBJS.D.02602.

12. Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Рукин Я.А., Цыгин Н.А. Перипротезная инфекция при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Врач*. 2018;29(3):17-22. doi: 10.29296/25877305-2018-03-04. Murylev V.Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Rukin Y.A., Tsygin N.A. [Periprosthetic infection during hip arthroplasty]. *Vrach [The Doctor]*. 2018;29(3):17-22. (In Russian). doi: 10.29296/25877305-2018-03-04.
13. Zimmerli W. Infection and musculoskeletal conditions: prosthetic joint-associated infections. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2006;20:1045-1063. doi: 10.1016/j.berh.2006.08.003.
14. Parvizi J., Tan T.L., Goswami K., Higuera C., Della Valle C. et al The 2018 Definition of Periprosthetic Hip and Knee Infection: An Evidence-Based and Validated Criteria. *J Arthroplasty*. 2018;33:1309-1314.e2. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.078.
15. Romanò C.L., Khawashki H.A., Benzakour T., Bozhkova S., Del Sel H., Hafez M. et al. World Association against Infection in Orthopedics and Trauma (W.A.I.O.T.) Study Group on Bone and Joint Infection Definitions. The W.A.I.O.T. Definition of High-Grade and Low-Grade Peri-Prosthetic Joint Infection. *J Clin Med*. 2019;8(5):650. doi: 10.3390/jcm8050650.
16. Renz N., Yermak K., Perka C., Trampuz A. Alpha Defensin Lateral Flow Test for Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection: Not a Screening but a Confirmatory Test. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(9):742-750. doi: 10.2106/JBJS.17.01005.
17. Karbysheva S., Yermak K., Grigorieva L., Renz N., Perka C., Trampuz A. Synovial Fluid d-Lactate-A Novel Pathogen-Specific Biomarker for the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty*. 2020;35(8):2223-2229.e2. doi: 10.1016/j.arth.2020.03.016.
18. Ntalos D., Berger-Groch J., Rohde H., Grossterlinden L.G., Both A., Luebke A. et al. Implementation of a multidisciplinary infections conference affects the treatment plan in prosthetic joint infections of the hip: a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139(4):467-473. doi: 10.1007/s00402-018-3079-6.
19. Ahmad S.S., Shaker A., Saffarini M., Chen A.F., Hirschmann M.T., Kohl S. Accuracy of diagnostic tests for prosthetic joint infection: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(10):3064-3074. doi: 10.1007/s00167-016-4230-y.
20. Pérez-Prieto D., Portillo M.E., Puig-Verdié L., Alier A., Martínez S., Sorlí L. et al. C-reactive protein may misdiagnose prosthetic joint infections, particularly chronic and low-grade infections. *Int Orthop*. 2017;41(7):1315-1319. doi: 10.1007/s00264-017-3430-5.
21. Gómez-García F., Espinoza-Mendoza R.L. [Whats new for the diagnosis of periprosthetic infections after the Philadelphia consensus?]. *Acta Ortop Mex*. 2019;33(2):127-135. (In Spanish).
22. Pannu T.S., Villa J.M., Riesgo A.M., Patel P.D., Barsoum W.K., Higuera-Rueda C.A. Serum D-Dimer in the Diagnosis of Periprosthetic Knee Infection: Where Are We Today? *J Knee Surg*. 2020;33(2):106-110. doi: 10.1055/s-0039-1698467.
23. Müller M., Morawietz L., Hasart O., Strube P., Perka C., Tohtz S. Diagnosis of periprosthetic infection following total hip arthroplasty--evaluation of the diagnostic values of pre- and intraoperative parameters and the associated strategy to preoperatively select patients with a high probability of joint infection. *J Orthop Surg Res*. 2008;3:31. doi: 10.1186/1749-799X-3-31.
24. Carli A.V., Abdelbary H., Ahmadzai N., Cheng W., Shea B., Hutton B. et al. Diagnostic Accuracy of Serum, Synovial, and Tissue Testing for Chronic Periprosthetic Joint Infection After Hip and Knee Replacements: A Systematic Review. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(7):635-649. doi: 10.2106/JBJS.18.00632.
25. Lee Y.S., Koo K.H., Kim H.J., Tian S., Kim T.Y., Maltenfort M.G. et al. Synovial Fluid Biomarkers for the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(24):2077-2084. doi: 10.2106/JBJS.17.00123.
26. Schinsky M.F., Della Valle C.J., Sporer S.M., Paprosky W.G. Perioperative testing for joint infection in patients undergoing revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(9):1869-1875. doi: 10.2106/JBJS.G.01255.
27. Fink B., Gebhard A., Fuerst M., Berger I., Schäfer P. High diagnostic value of synovial biopsy in periprosthetic joint infection of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(3):956-964. doi: 10.1007/s11999-012-2474-5.
28. Rodriguez-Merchan Carlos E. Preoperative Aspiration Culture (PAC) for the Diagnosis of Infection in a Prosthetic Knee Joint. *Arch Bone Joint Surg*. 2018;6(5):342-345.
29. Qu X., Zhai Z., Wu C., Jin F., Li H., Wang L. et al. Preoperative aspiration culture for preoperative diagnosis of infection in total hip or knee arthroplasty. *J Clin Microbiol*. 2013;51(11):3830-3834. doi: 10.1128/JCM.01467-13.
30. Mooney J.A., Pridgen E.M., Manasherob R., Suh G., Blackwell H.E., Barron A.E. et al. Periprosthetic bacterial biofilm and quorum sensing. *J Orthop Res*. 2018;36(9):2331-2339. doi: 10.1002/jor.24019.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Казанцев Дмитрий Игоревич — врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России, г. Барнаул, Россия. dmitry.kazantsev@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5498-3861>

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, заведующий отделением клинической фармакологии, профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. clinpharm-rniito@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

AUTHORS' INFORMATION:

Dmitry I. Kazantsev — Orthopedic Surgeon, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Barnaul, Russia. dmitry.kazantsev@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5498-3861>

Svetlana A. Bozhkova — Dr. Sci. (Med.), Head of the Scientific Department of Wound Infection Prevention and Treatment, Chief of the Clinical Pharmacology Department, Professor of the Traumatology and Orthopedics Chair, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. clinpharm-rniito@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

Золовкина Анна Геннадьевна — канд. мед. наук, заведующий клинико-диагностической лабораторией ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России, г. Барнаул, Россия. 297501@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2923-6511>

Пелеганчук Владимир Алексеевич — д-р мед. наук, главный врач ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России, г. Барнаул Россия. 297501@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2386-4421>

Батрак Юрий Михайлович — канд. мед. наук, заместитель главного врача по медицинской части ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России, г. Барнаул, Россия. 297501@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0489-1480>

Anna G. Zolovkina — Cand. Sci. (Med.), Chief of the Clinical Diagnostic Laboratory, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty. Barnaul, Russia. 297501@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2923-6511>

Vladimir A. Peleganchuk — Dr. Sci. (Med.), Chief Physician, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty. Barnaul, Russia. 297501@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2386-4421>

Yuriy M. Batrak — Cand. Sci. (Med.), Deputy Chief Physician (Medicine). Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty. Barnaul, Russia. 297501@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0489-1480>

Заявленный вклад авторов:

Казанцев Д.И. — разработка концепции и дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор материала и подготовка базы данных, проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Божкова С.А. — разработка концепции и дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

Золовкина А.Г. — сбор материала и подготовка базы данных, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Пелеганчук В.А. — разработка дизайна исследования, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

Батрак Ю.М. — обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка текста, редактирование.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Свищевая и несвищевая формы перипротезной инфекции коленного сустава: исходы лечения

П.М. Преображенский¹, С.А. Божкова¹, А.Н. Пантелеев¹, Р.М. Тихилов^{1,2}, А.В. Каземирский¹

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

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

Реферат

У ряда пациентов с перипротезной инфекцией (ППИ) в ходе течения инфекционного процесса формируется свищевой ход. В настоящее время существует немало исследований, анализирующих влияние факторов риска развития и рецидива ППИ, как после этапа санации, так и после реэндопротезирования. При этом практически отсутствует информация о влиянии наличия свищевого хода на исход лечения. **Цель исследования** — сравнить эффективность этапов хирургического лечения пациентов со свищевыми и несвищевыми формами ППИ коленного сустава. **Материал и методы.** В исследование включено 119 пациентов с установленным диагнозом: ППИ, прошедших этапное хирургическое лечение в клинике НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2014 по 2018 г., разделенных на группы сравнения. В первую группу вошли пациенты со свищевой формой ППИ (активно функционирующий свищ на момент поступления) — 33 пациента, во вторую группу вошли 86 пациентов с отсутствием свищевого хода в анамнезе и на момент госпитализации. Были проанализированы: вид возбудителя, наличие сопутствующих заболеваний, тип ППИ, размер костных дефектов по классификации AORI, интраоперационные показатели, эффективность эрадикации инфекции на этапах лечения. **Результаты.** Статистически значимых различий в структуре ведущих возбудителей в исследуемых группах не выявлено. В обеих группах лидировали стафилококки, составляя 64,4% и 59,1% соответственно у пациентов с несвищевой и свищевой формой ППИ, при этом в группе с НСФ ППИ наиболее частым возбудителем был *Staphylococcus epidermidis*, а в группе сравнения *Staphylococcus aureus*. Случаи полимикробной инфекции в 1,8 раз чаще встречались в группе пациентов со СФ ППИ — 27,3% по сравнению с аналогичным показателем в группе НСФ ППИ — 15,1% ($p = 0,09$). Сравнительный анализ не выявил значимых различий в частоте встречаемости сопутствующих заболеваний в группах сравнения. Структура дефектов бедренной большеберцовой кости была схожа в обеих группах, однако, наиболее выраженная деструкция костной ткани встречалась только у пациентов со свищевой формой инфекции, а санирующие операции у этих пациентов имели значимо большую продолжительность и интраоперационную кровопотерю ($p < 0,05$). Эрадикация инфекции после санирующего этапа была достигнута у 98,8% ($n = 79$) пациентов с НСФ ППИ и у 81% ($n = 17$) в группе СФ ППИ ($p < 0,05$). Эффективность этапа реэндопротезирования в группе с НСФ ППИ составила 98,7%, в группе со СФ ППИ второй этап был менее эффективен — 76,5% ($p < 0,05$). В итоге, общая эффективность двухэтапного лечения у пациентов со СФ ППИ была значимо ниже ($p < 0,05$), чем у пациентов группы сравнения: 61,9% и 97,5% соответственно. **Заключение.** Наличие активно функционирующего свищевого хода у пациентов перипротезной инфекции значимо снижает эффективность этапного лечения, что может быть связано с более агрессивным течением инфекционного процесса, обусловленным более вирулентными возбудителями, частой встречаемостью полимикробной инфекции. Установленные закономерности требуют дальнейших исследований для разработки тактики ведения данной категории пациентов для повышения эффективности этапного лечения.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование коленного сустава, перипротезная инфекция, свищевой ход, двухэтапное реэндопротезирование.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Преображенский П.М., Божкова С.А., Пантелеев А.Н., Тихилов Р.М., Каземирский А.В. Свищевая и несвищевая формы перипротезной инфекции коленного сустава: исходы лечения. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):21-31. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-21-31.

Cite as: Preobrazhensky P.M., Bozhkova S.A., Panteleev A.N., Tikhilov R.M., Kazemirsky A.V. [Periprosthetic Joint Infection after Primary Total Knee Arthroplasty With and Without Sinus Tract: Treatment Outcomes]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):21-31. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-21-31.

Преображенский Петр Михайлович / Petr M. Preobrazhensky; e-mail: Pedrro@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 17.10.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 18.11.2020.



Periprosthetic Joint Infection after Primary Total Knee Arthroplasty With and Without Sinus Tract: Treatment Outcomes

Petr M. Preobrazhensky¹, Svetlana A. Bozhkova¹, Alexander N. Pantelev¹, Rashid M. Tikhilov^{1,2}, Alexander V. Kazemirsky¹

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

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

Abstract

Background. Sinus tract appears up to 20% of patients with periprosthetic joint infection (PJI) after primary total joint arthroplasty (TJA). The adverse effect of different patient related risk factors is well known, but the role of the sinus tract in PJI recurrence wasn't properly investigated. **The purpose of the study** was to analyze the influence of a sinus tract on the effectiveness of two-stage reimplantation in PJI. **Material and Methods.** In order to reduce the influence of known risk factors on effectiveness of infection eradication several including criteria were introduced: patients with PJI after primary total knee arthroplasty (TKA), without surgeries before TKA and after infection manifestation and without attempts of antibiotic suppression. Finally, 119 of 475 patients with PJI after primary TKA, treated with two-stage protocol, were retrospectively analyzed: 33 patients with presence of the sinus tract, 86 — without sinus tract. Pathogen type, comorbidities, PJI type, bone defects, duration of surgery, intraoperative blood loss and the effectiveness of two-stage reimplantation were analyzed. **Results.** Pathogen structure in analyzed groups was comparable. Staphylococci were the leading cause of PJI in compared groups: 64.4% of patients without sinus tract and 59.1% of patients with sinus tract. Wherein *S. aureus* was more frequently isolated in case of active sinus tract while *S. epidermidis* played the leading role in compared group. Polymicrobial PJI was more likely to develop in patients with sinus tract ($p = 0.09$). Massive bone defects of femur and tibia (type 3 according AORI classification) were identified only in patients with sinus tract PJI, as well as significantly longer duration of the spacer implantation and higher intraoperative blood loss at this stage ($p < 0.05$). Infection eradication after spacer implantation stage was achieved in 98.8% ($n = 79$) of patients without sinus tract while only 81% ($n = 17$) of patients with sinus tract PJI successfully passed this stage of surgical treatment ($p < 0.05$), effectiveness of revision knee arthroplasty was 98.7% ($n = 78$) and 76.5% ($n = 13$) respectively ($p < 0.05$). Finally, complex effectiveness of two-stage reimplantation in patients with sinus tract was significantly lower (61.9%) than in patients of compared group (97.5%), $p < 0.05$. **Conclusion.** Presence of the sinus tract in patients with PJI after primary TKA adversely effects on the effectiveness of two-stage reimplantation, this fact could be explained by aggressive development of infection, caused by more virulent pathogens and higher frequency of polymicrobial cases among this cohort of patients. The established patterns require further research to develop tactics for managing this category of patients in order to increase the effectiveness of two-stage reimplantation.

Keywords: periprosthetic joint infection, sinus tract, total knee arthroplasty, two-stage reimplantation.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Количество операций эндопротезирования (ЭП) коленного сустава (КС) неуклонно увеличивается во всем мире. За последние 15 лет, по данным национальных регистров, выросло число как первичных, так и ревизионных вмешательств [1]. Перипротезная инфекция (ППИ) является одним из самых частых и наиболее серьезных осложнений после первичного эндопротезирования коленного сустава с частотой от 0,4 до 2% [2]. В отдельных случаях, после имплантации мегапротезов у пациентов с онкологическими заболеваниями, этот показатель достигает 9% [3]. По данным австралийского регистра артропластики, ППИ является наиболее распространенной причиной ревизионных вмешательств у пожилых пациентов и оставляет 35,2% всех ревизий в возрастной

группе 80–89 лет и 61,5% — в возрастной группе ≥ 90 лет [4].

Течение ППИ связано с выраженным болевым синдромом, длительным пребыванием в стационаре, необходимостью комплексного междисциплинарного подхода к лечению, многократными хирургическими вмешательствами и утратой трудоспособности [5]. Результаты ревизионного эндопротезирования при ППИ показывают пятикратное увеличение смертности в сравнении с ревизионным эндопротезированием по поводу асептической нестабильности компонентов [6].

Свищевой ход, сформированный в ходе течения инфекционного процесса, был выявлен С. Хи с соавторами у 21,3% пациентов с ППИ коленного и тазобедренного суставов, при этом у 51,2% свищевой ход проникал в полость сустава [7], что

в настоящее время считают однозначным признаком наличия у пациента перипротезной инфекции [8, 9].

В настоящее время существует ряд исследований, анализирующих влияние факторов риска развития и рецидива ППИ как после этапа санации, так и после реэндопротезирования [10, 11, 12]. При этом практически отсутствует информация о влиянии наличия свищевого хода на исход лечения, что и определило цель нашего исследования.

Цель исследования — сравнить эффективность этапов хирургического лечения пациентов со свищевыми и несвищевыми формами ППИ коленного сустава.

Материал и методы

Дизайн исследования

Исследование носило ретроспективный характер. Проанализированы истории болезни 475 пациентов с установленным диагнозом ППИ, прошедших этапное хирургическое лечение в клинике НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена за период 2014–2018 гг.

Для достижения однородности групп сравнения были сформулированы критерии включения в исследование: развитие ППИ после первичного эндопротезирования коленного сустава у пациентов без предшествующих оперативных вмешательств на данном сегменте, отсутствие в анамнезе любых санирующих вмешательств и курсов антибактериальной терапии до момента поступления в клинику института.

В результате в исследование было включено 119 пациентов, которых разделили на группы сравнения в зависимости от формы ППИ. В первую группу вошли пациенты со свищевой формой ППИ (активно функционирующий свищ на момент поступления) (СФ ППИ) — 33 пациента, во вторую

группу — 86 пациентов с отсутствием свищевого хода в анамнезе и на момент госпитализации (НСФ ППИ) (рис. 1). Средний срок наблюдения составил 35,6 мес. (13–72).

Результаты и методы их оценки

По данным медицинской документации и локального регистра ППИ у всех включенных в исследование пациентов изучали ряд показателей:

- наличие сопутствующих заболеваний;
- тип ППИ по времени манифестации инфекции после первичного эндопротезирования: ранняя (<3 мес. после ЭП), отсроченная (3–12 мес. после ЭП) и поздняя (>12 мес. после ЭП) [13];
- вид возбудителя;
- величину костных дефектов по классификации AORI после удаления компонентов эндопротеза [14];
- длительность первого этапа оперативного вмешательства в мин.;
- объем интраоперационной кровопотери в мл;
- скорость интраоперационной кровопотери в мл/мин.;
- сроки пребывания пациента в стационаре в койко-днях;
- уровень общего белка и альбумина в сыворотке крови (г/л) перед этапом санации.

За успешный исход санирующего этапа принимали отсутствие клинико-лабораторных признаков рецидива ППИ на момент поступления пациента для выполнения второго этапа лечения. Необходимость выполнения повторных оперативных вмешательств между этапами двухэтапного лечения в связи с рецидивом ППИ расценивалась как неудачный исход. Эффективность этапа реэндопротезирования оценивали по результатам контрольного осмотра или дистанционного опроса пациента.

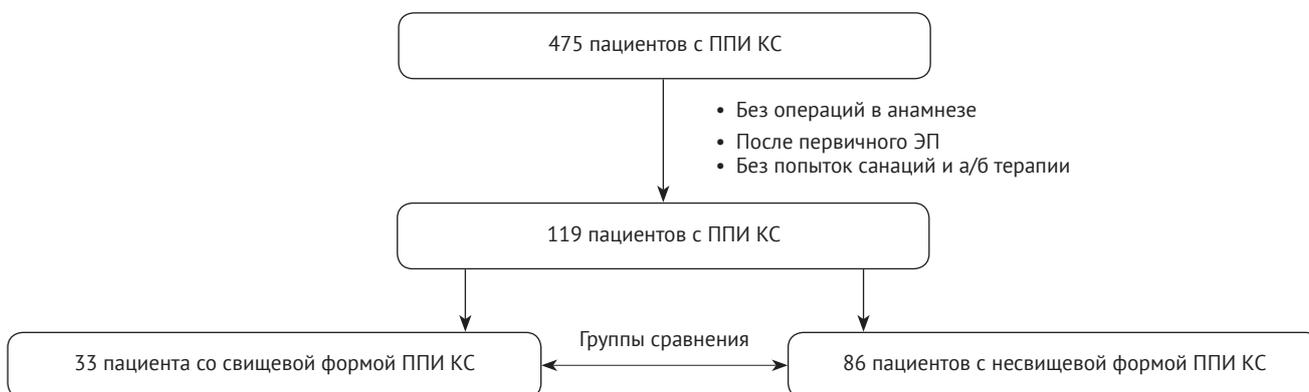


Рис. 1. Блок-схема дизайна исследования

Fig. 1. A patient flowchart

Диагностику ППИ коленного сустава проводили согласно критериям ICM (2013), в соответствии с которыми диагноз ППИ подтверждается при наличии одного из двух «больших» диагностических критериев или трех из пяти «малых» критериев [8]. На предоперационном этапе всем пациентам проводили клиничко-лабораторное обследование. В ходе физикального осмотра определяли наличие свищевого хода с его дальнейшей фистулографией для определения сообщения хода с полостью коленного сустава (рис. 2).

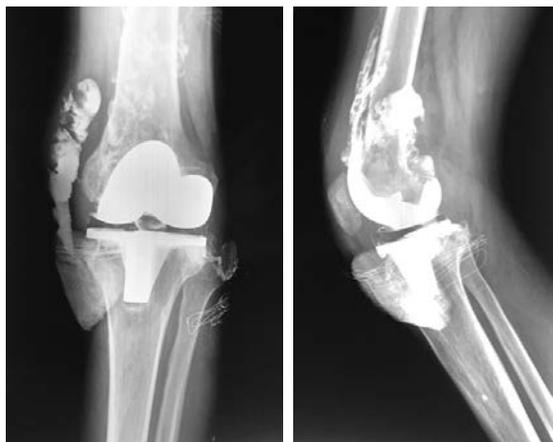


Рис. 2. Пример фистулографии коленного сустава с проникновением контраста в полость сустава

Fig. 2. Example of fistulography with contrast in the articular cavity

Выполняли диагностическую аспирационную пункцию оперированного коленного сустава, при получении аспирата его направляли для бактериологического исследования.

Техника оперативного вмешательства

Всем пациентам, включенным в исследование, была выполнена saniрующая операция в объеме артротомии, удаления компонентов эндопротеза, цементной мантии при ее наличии, дебридмента мягких и костной тканей, вовлеченных в инфекционный процесс, с обильным лаважом полости сустава раствором лавасепта (не менее 5 л) и дальнейшей имплантацией антимикробного артикулирующего ($n = 100$; 84%) или блоковидного ($n = 19$; 16%) цементного спейсера. В качестве артикулирующих спейсеров использовали автоклавированные бедренные компоненты со стерильным полиэтиленовым вкладышем [15].

Фиксацию компонентов артикулирующих спейсеров или блоковидных спейсеров осуществляли при помощи гентамицин-содержащего костного цемента (Refobacin bone cement/DePuy CMW 3 bone cement) с дополнительной импрегнацией ванкомицином (4 г на каждые 40 г цемента).

Удаленные компоненты эндопротезов направляли в микробиологическую лабораторию для ультразвуковой обработки и последующего бактериологического исследования соникационной жидкости. Так же для бактериологического исследования интраоперационно забирали 5 образцов тканевых биоптатов.

Послеоперационное ведение пациентов

В послеоперационном периоде всем пациентам проводили тромбопрофилактику, курс парентеральной антибиотикотерапии. Начальная схема эмпирической антибиотикотерапии обеспечивала широкий спектр антимикробной активности за счет комбинации ванкомицина с бета-лактамами антибиотиками или фторхинолонами, альтернатива — бета-лактамы антибиотиками с фторхинолонами. После получения окончательных результатов бактериологического исследования интраоперационных образцов при необходимости проводили коррекцию антибактериальной терапии и через 12–14 суток переводили на пероральные препараты сроком на 6–8 нед.

Между этапами оперативного лечения пациентам была рекомендована иммобилизация оперированного сустава в течение двух недель после оперативного вмешательства. При наличии массивных костных дефектов, неудовлетворительного состояния мягких тканей, несостоятельности разгибательного механизма коленного сустава и имплантации блоковидного спейсера рекомендовали ношение ортеза до второго этапа лечения и ходьбу при помощи костылей с дозированной осевой нагрузкой на оперированную конечность.

Этическая экспертиза

Все манипуляции, выполненные в исследовании с участием людей, соответствовали этическим стандартам институционального и/или национального исследовательского комитета, а также Хельсинкской декларации 1964 г. и более поздним поправкам к ней или сопоставимым этическим стандартам. Для этого типа исследования формального согласия не требуется.

Статистический анализ

Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты анализировали средствами программной системы STATISTICA 10. Сопоставление частотных характеристик (пол, тип ППИ, коморбидность, тип спейсера и исход) качественных показателей проводили с помощью непараметрических методов χ^2 , χ^2 Пирсона, критерия Фишера. Сравнение количественных параметров (возраст, длительность стационарного лечения, длительность операции и объем кровопотери) в исследуемых группах осуществляли

с использованием критериев Манна–Уитни. В качестве центральной характеристики использовали медиану, а в качестве мер рассеяния нижний Q(1) и верхний (Q3) квартили (25–75% МКИ). Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

При анализе гендерного состава групп сравнения выявлено значимое преобладание пациентов мужского пола в группе с НСФ ППИ ($p = 0,04$), при этом распределение пациентов по половому признаку в группе сравнения было сопоставимым (рис. 3).

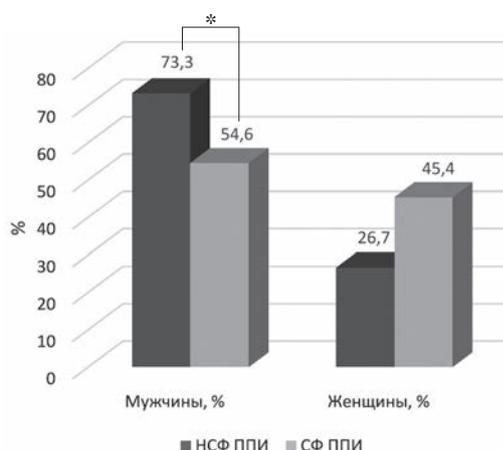


Рис. 3. Гендерный состав пациентов в сравниваемых группах, здесь и далее * — $p < 0,05$

Fig. 3. Gender distribution in the compared groups, here and below * — $p < 0,05$

Медиана возраста пациентов с НСФ ППИ на момент операции составила 64 года (38–81), а в группе со СФ ППИ — 61 год (27–80).

В обеих группах преобладали пациенты с гематогенным типом инфекции. При этом отсроченная ППИ встречалась у пациентов с НСФ ППИ в 2 раза чаще, чем у пациентов группы сравнения ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Частота встречаемости различных типов ППИ в сравниваемых группах

Тип ППИ	Группа НСФ, n (%)	Группа СФ, n (%)	p
Ранняя	22 (25,6)	10 (30,3)	$>0,05$
Отсроченная	26 (30,2)	5 (15,1)	$<0,05$
Поздняя	38 (44,2)	18 (54,6)	$>0,05$
Всего	86 (100)	33 (100)	

Данные о размере костных дефектов были доступны у 52 пациентов: 37 пациентов с НСФ ППИ и 15 со СФ ППИ. У пациентов обеих групп преобладали костные дефекты второго типа. В группе НСФ ППИ доля пациентов с минимальным дефектом мыщелков БК была значимо больше, чем при свищевой форме инфекции: ($p < 0,05$), а массивные костные дефекты типа F3 вообще не встречались (рис. 4).

Структура дефектов большеберцовой кости была схожа в обеих группах, однако наиболее выраженная деструкция костной ткани также встречалась только у пациентов со свищевой формой инфекции (рис. 5).

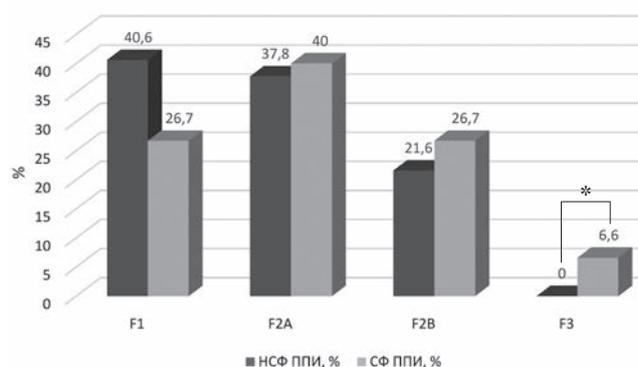


Рис. 4. Структура дефектов бедренной кости по классификации AORI в сравниваемых группах

Fig. 4. Structure of femoral bone defects in the compared groups according to AORI classification

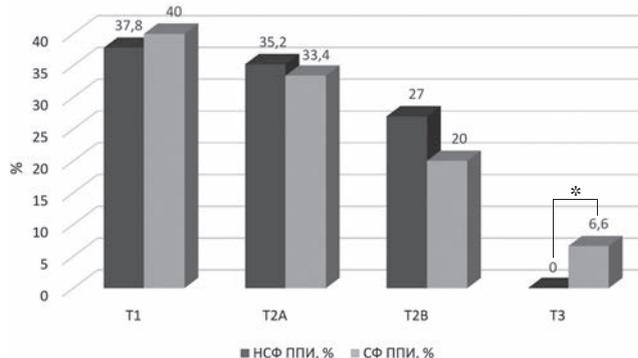


Рис. 5. Структура дефектов большеберцовой кости по классификации AORI в сравниваемых группах

Fig. 5. Structure of tibial bone defects in the compared groups according to AORI classification

Сравнительный анализ не выявил значимых различий в частоте встречаемости сопутствующих заболеваний в группах сравнения (табл. 2). Обращает на себя внимание тот факт, что более чем у 80% пациентов исследуемых групп была диагностирована избыточная масса тела, более 70% имели патологию сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. У 30% пациентов

с НСФ ППИ и 45% пациентов со СФ ППИ при поступлении выявлена анемия на фоне течения инфекционного процесса.

Индексы массы тела (ИМТ) в группах сравнения были сопоставимы. При этом значение ИМТ, соответствующее нормальной массе тела, было лишь у 13 (17,1%) пациентов в группе с НСФ ППИ и у 4 (12,1%) пациентов в группе с СФ ППИ (рис. 6).

Таблица 2

Частота встречаемости сопутствующей патологии в сравниваемых группах

Фактор риска	Группа НСФ ППИ, n (%)	Группа СФ ППИ, n (%)	p
Избыточная масса тела и ожирение	71 (82,6)	29 (87,9)	>0,05
ИБС	73 (84,9)	27 (81,8)	>0,05
Артериальная гипертензия	67 (77,9)	26 (78,8)	>0,05
ХСН	52 (60,5)	21 (63,6)	>0,05
Заболевания ЖКТ	64 (74,4)	23 (69,7)	>0,05
Анемия дооперационная	26 (30,2)	15 (45,4)	>0,05
Сахарный диабет	9 (10,5)	5 (15,1)	>0,05
Заболевания почек и МВП	9 (10,5)	5 (15,1)	>0,05
Заболевания печени и ЖВП	11 (12,8)	4 (12,1)	>0,05
Потребление алкоголя	13 (15,1)	3 (9,1)	>0,05
Табакокурение	7 (8,1)	4 (12,1)	>0,05
Заболевания дыхательной системы	8 (9,3)	3 (9,1)	>0,05
Системные заболевания	7 (8,1)	3 (9,1)	>0,05
Нарушения сердечного ритма	7 (8,1)	3 (9,1)	>0,05
Заболевания периферических сосудов	3 (3,5)	3 (9,1)	>0,05
Злокачественные опухоли	1 (1,2)	0 (0)	>0,05

ИБС — ишемическая болезнь сердца; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; ЖВП — желчевыводящие пути; ЖКТ — желудочно-кишечный тракт; МВП — мочевыводящие пути.

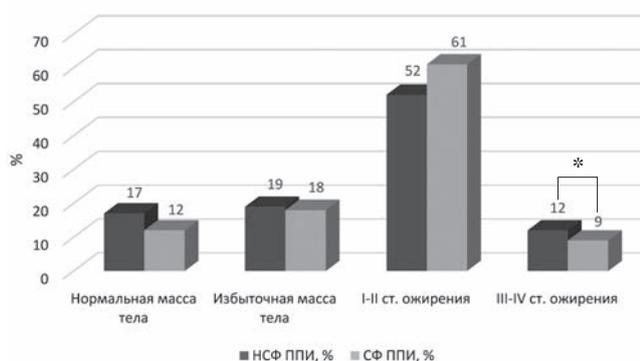


Рис. 6. Распределение пациентов исследуемых групп по величине индекса массы тела

Fig. 6. Distribution of BMI values in the compared groups

Период нахождения пациентов в клинике (койко-день) в группах сравнения был сопоставим и составил 23 дня (10–41) и 24 дня (8–48) соответственно в группах с НСФ и СФ ППИ.

Имплантация спейсера при наличии у пациента свищевого хода требовала значительно большего времени — 192,4 мин., чем у пациентов группы сравнения — 151,6 мин. ($p = 0,0005$), а также сопровождалась значительно большей кровопотерей — 956,1 мл и 611,1 мл соответственно ($p = 0,0002$). При этом скорость интраоперационной кровопотери в исследуемых группах была сопоставимой — 4 мл/мин при НСФ ППИ и 5 мл/мин. при СФ ППИ.

Не было выявлено значимых различий между группами в до- и послеоперационном периодах для уровня общего белка и альбумина сыворотки

крови, что отражено в таблице 3, где представлены медианы этих показателей.

Структура ведущих возбудителей в исследуемых группах была сопоставимой. В обеих группах лидировали стафилококки, составляя 64,4% и 59,1% соответственно у пациентов с несвищевой и свищевой формами ППИ. В группе с НСФ ППИ наиболее частым возбудителем был *Staphylococcus epidermidis*, а в группе сравнения — *Staphylococcus aureus*. Кроме того, при свищевой форме ППИ в 1,5 раза чаще ($p>0,05$) выделяли штаммы анаэробных микроорганизмов и в 2 раза реже ($p>0,05$) — штаммы *Enterococcus sp.* (табл. 4).

Доля метициллин-резистентных штаммов *Staphylococcus epidermidis* (MRSE) была также сопоставима в сравниваемых группах и составила 70% ($n = 21$) в группе с НСФ ППИ и 60% ($n = 6$) — в группе со СФ ППИ. Метициллин-резистентные штаммы *Staphylococcus aureus* (MRSA) встречались исключительно в группе со СФ ППИ (7,1% случаев).

Случаи полимикробной инфекции в 1,8 раз чаще встречались в группе пациентов со СФ ППИ — 27,3% по сравнению с аналогичным показателем в группе НСФ ППИ — 15,1% ($p = 0,09$). При этом ассоциации с Грам(-) микроорганизмами были характерны только для пациентов с НСФ ППИ, составляя 30,8% от всех случаев полимикробной инфекции.

Для оценки эффективности первого этапа хирургического лечения были доступны 108 из 119 пациентов (85 пациентов из группы с НСФ ППИ и 23 пациента из группы со СФ ППИ). Установлено, что эрадикация инфекции после saniрующего этапа была достигнута у 98,8% ($n = 79$) пациентов с НСФ ППИ и у 81% ($n = 17$) — в группе СФ ППИ ($p<0,05$). Доля летальных исходов по причинам, не связанным с ППИ, составила 5,9% ($n = 5$) в группе НСФ и 8,7% ($n = 2$) в группе СФ (рис. 6).

Эффективность этапа реэндопротезирования в группе с НСФ ППИ составила 98,7%, одному пациенту после рецидива ППИ выполнен артрорез коленного сустава. В группе со СФ ППИ второй этап был менее эффективен — 76,5% успешных случаев ($p<0,05$), трем пациентам после рецидива ППИ выполнен артрорез коленного сустава, один пациент после рецидива повторно успешно пролечен по двухэтапному протоколу лечения ППИ (рис. 7). В итоге общая эффективность двухэтапного лечения у пациентов со СФ ППИ была значимо ниже ($p<0,05$), чем у пациентов группы сравнения: 61,9% и 97,5% соответственно.

Таким образом, наличие свищевого хода увеличивало риск рецидива как на этапе санации, так и после выполнения ревизионного эндопротезирования.

Таблица 3

Содержание общего белка и альбумина в сыворотке крови в группах сравнения

Показатель	Период	Значение в группе с НСФ ППИ, г/л	Значение в группе со СФ ППИ, г/л	<i>p</i>
Альбумин	предоперационный	39,3	37,7	>0,05
	послеоперационный	39,2	34,3	>0,05
Общий белок	предоперационный	72,0	74,8	>0,05
	послеоперационный	63,5	64,3	>0,05

Таблица 4

Структура возбудителей в группах сравнения

Возбудитель	Группа НСФ ППИ, <i>n</i> (%)	Группа СФ ППИ, <i>n</i> (%)	<i>p</i>
Все стафилококки	58 (64,4)	26 (59,1)	>0,05
<i>S. epidermidis</i>	30 (32,3)	10 (22,7)	>0,05
<i>S. aureus</i>	23 (24,7)	14 (31,8)	>0,05
<i>Streptococcus spp.</i>	4 (4,3)	3 (6,8)	>0,05
Анаэробы	10 (10,8)	7 (15,9)	>0,05
<i>Enterococcus spp.</i>	10 (10,8)	2 (4,5)	>0,05
Грамм(-)	10 (10,8)	4 (9,1)	>0,05
Другие	6 (6,5)	4 (9,1)	>0,05
Всего	93 (67,9)	44 (32,1)	

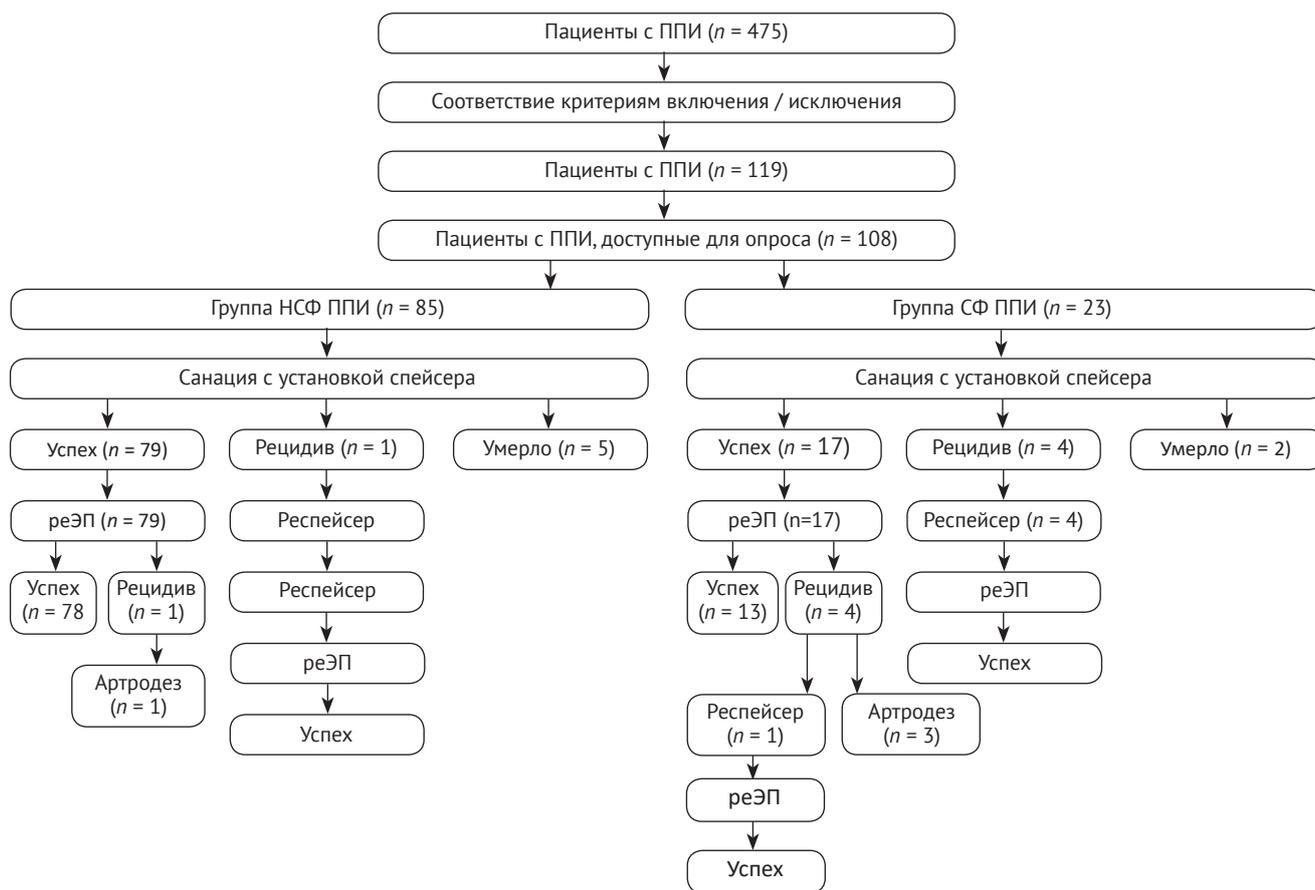


Рис. 7. Исходы лечения пациентов в группах сравнения
 Fig. 7. Treatment outcomes in the compared groups

Обсуждение

Исследования, посвященные изучению предикторов формирования свищевого хода после первичного эндопротезирования коленного сустава, немногочисленны.

Выполнив сравнительный анализ эффективности двухэтапного лечения у пациентов со СФ и НСФ ППИ, С. Хи с соавторами (2019) выделяют следующие факторы, увеличивающие риск образования свищевого хода: попытки санирующих вмешательств после первичного эндопротезирования, гипоальбуминемия, гипотиреодизм, курение. Принимая во внимание негативное влияние попыток санирующих операций на формирование свищевого хода и на результат этапного лечения, мы исключили эту категорию пациентов из нашего исследования. В исследуемых нами группах средний уровень альбумина и общего белка в сыворотке крови соответствовал норме, а количество курящих было сопоставимым. При этом эффективность купирования инфекционного процесса в результате комплексного двухэтапного лечения была значимо ниже в группе пациентов со свищевой формой ППИ в сравнении с группой

сравнения и составила 61,9% и 97,5%. Наличие активно функционирующего свищевого хода у пациентов с ППИ явилось значительным фактором риска рецидива, повлиявшим как на эффективность имплантации антимикробного спейсера (OR 4,5 (2,4–8,4)), так и на этап реэндопротезирования (OR 5,6 (2,9–10,9)) [7].

При анализе сопутствующей патологии обратила на себя внимание более частая встречаемость анемии среди пациентов со СФ ППИ (45,5% по сравнению с 30,2% при НСФ ППИ), по видимому, как следствие эндогенной интоксикации на фоне ППИ. Наличие анемии у пациентов со СФ ППИ увеличивало риск рецидива с 15,5% до 37,5% и может рассматриваться не только как известный фактор риска развития ППИ, но и патология, ухудшающая прогноз исхода лечения (OR 3,9 (1,0–15,4)). При этом у пациентов с НСФ ППИ наличие анемии не влияло на эффективность лечения. Нельзя исключить, что причиной этого была большая продолжительность операции и, как следствие, больший объем интраоперационной кровопотери у пациентов со свищевой формой ППИ [16, 17].

Принадлежность к мужскому полу относится к известным факторам риска развития ППИ, что подтверждают данные метаанализа, проведенного S.K. Kunutsor с соавторами [18]. В исследуемой нами когорте также установлено преобладание мужчин ($p < 0,05$), несмотря на то, что при первичном эндопротезировании КС доля женщин значительно больше [19]. Однако корреляции формирования свищевого хода с полом установлено не было — из 33 пациентов со СФ ППИ было 15 мужчин (45,5%), 18 женщин (54,5%).

Анализ этиологии ППИ не выявил статистически значимых различий в структуре возбудителей в зависимости от формы течения инфекционного процесса. С одной стороны, это может объясняться схожим патогенезом, т.к. у пациентов обеих групп преобладала поздняя гематогенная инфекция. С другой стороны, причиной могло быть небольшое количество наблюдений в группе СФ ППИ. В целом полученные данные соответствуют тенденции последнего десятилетия, которая демонстрирует повсеместное увеличение резистентности *S. epidermidis* и его роли в развитии ППИ [20, 21]. Подтверждена крайне высокая частота выделения штаммов, устойчивых к метициллину среди *S. epidermidis*: 60% и 70% соответственно в группах НСФ и СФ ППИ, в сравнении с 7,1% MRSA, которые были выделены только от пациентов с наличием свищевого хода. При этом именно *S. aureus*, являющийся наиболее вирулентным среди всех видов Staphylococci, был лидирующим патогеном в структуре возбудителей свищевой формы ППИ [22].

В нашем исследовании микробные ассоциации выделялись в 1,8 раза чаще ($p = 0,09$) у пациентов с наличием свищевого хода. Аналогичные данные получили С. Ху с соавторами, установившие в своем ретроспективном исследовании более чем на 1200 пациентах с ППИ, что полимикробная инфекция более характерна именно для СФ ППИ (OR = 2,10; 95% ДИ: 1,29–3,42). Учитывая негативное влияние полимикробной этиологии на результаты лечения ППИ, можно предположить, что это является одной из причин более частых рецидивов инфекции и у пациентов со свищевой формой [7, 23]. Это предположение подтверждается результатами T.L. Tan с соавторами, которые показали, что значимым фактором риска рецидива при лечении полимикробной ППИ является наличие функционирующего свищевого хода (OR = 2,20; 95% ДИ: 1,39–3,47; $p = 0,001$) [24].

Несмотря на все более частое использование тактики одноэтапного реэндопротезирования у пациентов с ППИ в связи с ее высокой эффективностью, составляющую по данным различных авторов от 91% до 100% [25, 26], попытки ее применения у пациентов с наличием свищевого хода

могут привести к значительному увеличению числа рецидивов. Так, J.Y. Jenny с соавторами в своем исследовании сообщают об увеличении частоты рецидивов с 16% до 27% (6 пациентов из 22) при выполнении одноэтапного реэндопротезирования данной категории пациентов [27].

Проведенный в ходе нашего исследования анализ величины костных дефектов у пациентов на этапе санации показал, что массивная потеря костной ткани мышечков бедренной и большеберцовой костей (дефекты типа 3 по AORI) была характерна только для пациентов со СФ ППИ, отражая агрессивное течение инфекционного процесса на фоне функционирующего свищевого хода. Несмотря на то, что наличие у пациента свищевого хода, так же как и массивных костных дефектов, считают только относительным противопоказанием для выполнения одноэтапного реэндопротезирования, полученные данные, а также результаты научных публикаций свидетельствуют о целесообразности применения двухэтапного алгоритма при лечении пациентов со СФ ППИ [28].

Ограничения исследования

К ограничениям исследования относятся ретроспективный характер исследования, малое количество пациентов, включенных в группы сравнения. Однако, этот недостаток компенсируется строгими критериями включения в исследование и адекватными статистическими методами обработки полученных данных.

Заключение

Наличие активно функционирующего свищевого хода у пациентов с перипротезной инфекцией значительно снижает эффективность этапного лечения, что может быть связано с более агрессивным течением инфекционного процесса, обусловленным более вирулентными возбудителями, частой встречаемостью полимикробной инфекции и проявляется массивной потерей костной массы метафизов бедренной и большеберцовой костей, большей продолжительностью оперативного вмешательства и объемом интраоперационной кровопотери. Установленные закономерности требуют дальнейших исследований для разработки тактики ведения данной категории пациентов для повышения эффективности этапного лечения.

Литература [References]

1. Lewis P.L., Graves S.E., Robertsson O., Sundberg M., Paxton E.W., Prentice H.A., W-Dahl A. Increases in the rates of primary and revision knee replacement are reducing: a 15-year registry study across 3 continents. *Acta Orthop.* 2020;91(4):414-419. doi: 10.1080/17453674.2020.1749380.
2. Drago L., De Vecchi E., Bortolin M., Zagra L., Romanò C.L., Cappelletti L. Epidemiology and Antibiotic Resistance

- of Late Prosthetic Knee and Hip Infections. *J Arthroplasty*. 2017;32(8):2496-2500. doi: 10.1016/j.arth.2017.03.005.
3. Otto-Lambertz C., Yagdiran A., Wallscheid F., Eysel P., Jung N. Periprosthetic Infection in Joint Replacement. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(20):347-353. doi: 10.3238/arztebl.2017.0347.
 4. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2019 Annual Report. Adelaide: AOA, 2018. Available from: <https://aoanjrr.sahmri.com/documents/10180/576950/Hip%2C%20Knee%20%26%20Shoulder%20Arthroplasty>
 5. 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.
 6. Zmistowski B., Karam J.A., Durinka J.B., Casper D.S., Parvizi J. Periprosthetic joint infection increases the risk of one-year mortality. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(24):2177-2184. doi: 10.2106/JBJS.L.00789.
 7. Xu C., Wang Q., Kuo F.C., Goswami K., Tan T.L., Parvizi J. The Presence of Sinus Tract Adversely Affects the Outcome of Treatment of Periprosthetic Joint Infections. *J Arthroplasty*. 2019;34(6):1227-1232. doi: 10.1016/j.arth.2019.02.040
 8. Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection. *Bone Joint J*. 2013;95-B(11):1450-1452. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.33135.
 9. Parvizi J., Tan T.L., Goswami K., Higuera C., Della Valle C., Chen A.F., Shohat N. The 2018 Definition of Periprosthetic Hip and Knee Infection: An Evidence-Based and Validated Criteria. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1309-1314. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.078.
 10. Crowe B., Payne A., Evangelista P.J., Stachel A., Phillips M.S., Slover J.D. et al. Risk Factors for Infection Following Total Knee Arthroplasty: A Series of 3836 Cases from One Institution. *J Arthroplasty*. 2015;30(12):2275-2278. doi: 10.1016/j.arth.2015.06.058.
 11. Namba R.S., Inacio M.C., Paxton E.W. Risk factors associated with deep surgical site infections after primary total knee arthroplasty: an analysis of 56,216 knees. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(9):775-782. doi: 10.2106/JBJS.L.00211.
 12. Tayton E.R., Frampton C., Hooper G.J., Young S.W. The impact of patient and surgical factors on the rate of infection after primary total knee arthroplasty: an analysis of 64,566 joints from the New Zealand Joint Registry. *Bone Joint J*. 2016;98-B(3):334-340. doi: 10.1302/0301-620X.98B3.36775.
 13. Zimmerli W., Trampuz A., Ochsner P.E. Prosthetic-joint infections. *N Engl J Med*. 2004;351(16):1645-1654. doi: 10.1056/NEJMra040181.
 14. Engh G.A., Ammeen D.J. Classification and preoperative radiographic evaluation: knee. *Orthop Clin North Am*. 1998;29(2):205-217. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70319-9.
 15. Hofmann A.A., Kane K.R., Tkach T.K., Plaster R.L., Camargo M.P. Treatment of infected total knee arthroplasty using an articulating spacer. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(321):45-54.
 16. Bozic K.J., Lau E., Kurtz S., Ong K., Rubash H., Vail T.P., Berry D.J. Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection and postoperative mortality following total hip arthroplasty in Medicare patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(9):794-800. doi: 10.2106/JBJS.K.00072.
 17. Greenky M., Gandhi K., Pulido L., Restrepo C., Parvizi J. Preoperative anemia in total joint arthroplasty: is it associated with periprosthetic joint infection? *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(10):2695-2701. doi: 10.1007/s11999-012-2435-z.
 18. 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.
 19. Сараев А.В., Линдберг М.Ф., Гэй К., Росселэнд Л.А., Лердал А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Факторы, влияющие на интенсивность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде после тотальной артропластики коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):45-58. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.
 20. Сараев А.В., Линдберг М.Ф., Гэй К., Росселэнд Л.А., Лердал А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. What Influence on Early Postoperative Pain Intensity After Total Knee Arthroplasty? *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):45-58. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.
 21. Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В., Ливенцов В.Н. Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):20-31. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.
 22. Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В., Ливенцов В.Н. [Adverse Trends in the Etiology of Orthopedic Infection: Results of 6-Year Monitoring of the Structure and Resistance of Leading Pathogens]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):20-31. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.
 23. Triffault-Fillit C., Ferry T., Laurent F., Pradat P., Dupieux C., Conrad A. et al. Microbiologic epidemiology depending on time to occurrence of prosthetic joint infection: a prospective cohort study. *Clin Microbiol Infect*. 2019;25(3):353-358. doi: 10.1016/j.cmi.2018.04.035.
 24. Richardson A.R. Virulence and Metabolism. *Microbiol Spectr*. 2019;7(2). doi: 10.1128/microbiolspec.GPP3-0011-2018.
 25. Wimmer M.D., Friedrich M.J., Randau T.M., Ploeger M.M., Schmolders J., Strauss A.A. et al. Polymicrobial infections reduce the cure rate in prosthetic joint infections: outcome analysis with two-stage exchange and follow-up \geq two years. *Int Orthop*. 2016;40(7):1367-1373. doi: 10.1007/s00264-015-2871-y.
 26. Tan T.L., Kheir M.M., Tan D.D., Parvizi J. Polymicrobial Periprosthetic Joint Infections: Outcome of Treatment and Identification of Risk Factors. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(24):2082-2088. doi: 10.2106/JBJS.15.01450.
 27. Haddad F.S., Sukeik M., Alazzawi S. Is single-stage revision according to a strict protocol effective in treatment of chronic knee arthroplasty infections? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(1):8-14. doi: 10.1007/s11999-014-3721-8.
 28. Zahar A., Kendoff D.O., Klatte T.O., Gehrke T.A. Can Good Infection Control Be Obtained in One-stage Exchange of the Infected TKA to a Rotating Hinge Design? 10-

- year Results. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(1):81-87. doi: 10.1007/s11999-015-4408-5.
27. Jenny J.Y., Lengert R., Diesinger Y., Gaudias J., Boeri C., Kempf J.F. Routine one-stage exchange for chronic infection after total hip replacement. *Int Orthop.* 2014;38(12):2477-2481. doi: 10.1007/s00264-014-2466-z.
28. Srivastava K., Bozic K.J., Silverton C., Nelson A.J., Makhni E.C., Davis J.J. Reconsidering Strategies for Managing Chronic Periprosthetic Joint Infection in Total Knee Arthroplasty: Using Decision Analytics to Find the Optimal Strategy Between One-Stage and Two-Stage Total Knee Revision. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(1):14-24. doi: 10.2106/JBJS.17.00874.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Преображенский Петр Михайлович — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. Pedrro@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9569-1566>

Божкова Светлана Анатольевна — д-р мед. наук, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. clinpharm-rniito@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

Пантелеев Александр Николаевич — аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. Alex.pant95@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9925-0365>

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, Россия. rtikhilov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>

Каземирский Александр Викторович — канд. мед. наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. Alexkazemir@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5652-6541>

Заявленный вклад авторов:

Преображенский П.М. — существенный вклад в разработку концепции и дизайна исследования, сбор, анализ и интерпретация полученных данных, статистическая обработка данных, написание текста статьи.

Божкова С.А. — разработка концепции и дизайна исследования, написание и редактирование текста статьи, интерпретация полученных данных.

Пантелеев А.Н. — сбор, интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

Тихилов Р.М. — существенный вклад в разработку концепции и дизайна исследования, редактирование текста статьи.

Каземирский А.В. — разработка концепции и дизайна исследования, редактирование текста статьи.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Petr M. Preobrazhensky — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia. Pedrro@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9569-1566>

Svetlana A. Bozhkova — Dr. Sci. (Med.), Head of the Scientific Department of Prevention and Treatment of Wound Infection, Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia. clinpharm-rniito@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

Alexander N. Panteleev — PhD Student, Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia. Alex.pant95@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9925-0365>

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Director, Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics; Professor, Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia. rtikhilov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0733-2414>

Alexander V. Kazemirsky — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia. Alexkazemir@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5652-6541>



Научная статья
УДК 616.728.38-089
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-32-44>

Особенности хирургического лечения пациентов с повреждениями крестообразных связок и стабилизаторов задне-наружного угла коленного сустава

В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, И.С. Базаров, А.С. Гранкин, О.В. Рикун,
М.В. Резванцев, Р.А. Федоров

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

Реферат

Актуальность. В последние годы отмечается увеличение количества пациентов с мультилигаментарными повреждениями коленного сустава. Значительная доля неудовлетворительных результатов их лечения, связанная с особенностями этой травмы и объективными трудностями ее хирургической коррекции, определяет необходимость поиска оптимальных подходов к диагностике и лечению этой патологии. **Цель исследования** — сравнить результаты хирургического лечения пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, включающим травму связочно-сухожильного комплекса его задне-латерального угла, прооперированных с применением двух различных методик. **Материал и методы.** В исследование включен 51 пациент с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, которому было выполнено хирургическое лечение в период с 2007 по 2019 г. Средний возраст пациентов составил $32,1 \pm 9,2$ года. Пациенты были разделены на две группы. У пациентов основной группы (24 пациента) выполняли реконструкцию крестообразных связок и основных структур задне-латерального угла: малоберцовой коллатеральной связки, подколенно-малоберцовой связки и сухожилия подколенной мышцы. У пострадавших группы сравнения (27 пациентов) реконструкцию крестообразных связок дополняли изолированной пластикой малоберцовой коллатеральной связки. Полученные результаты оценивали клинически, с помощью шкалы Lysholm (1982), путем определением субъективной оценки исходов лечения, а также по данным функциональной рентгенографии и МРТ. Результаты изучены у всех пострадавших: в основной группе через 9 мес., в группе сравнения — в среднем через 16 мес. после операции (от 9 до 43 мес.). **Результаты.** Применение разработанных диагностических и хирургических подходов позволило улучшить клинико-функциональные результаты по шкале Lysholm (основная группа — 82 [70; 86] балла, группа сравнения — 68 [64; 76] баллов; $p = 0,003$). У пациентов основной группы остаточную латеральную нестабильность II степени наблюдали у 2 пациентов, в контрольной группе — у 7 пациентов. По шкале субъективной оценки результатов лечения удовлетворенными исходами лечения остались 19 (79,2%) пациентов в основной и 18 (66,7%) в контрольной группах. Пациентов, оценивших результат своего лечения как «хороший», в сравниваемых выборках не было. **Заключение.** Практическое применение предлагаемой модификации пластики малоберцовой коллатеральной связки по методике LaPrade у пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава позволяет в средние сроки после реконструктивной операции (9 мес.) статистически значимо улучшить функциональные результаты лечения в сравнении с пациентами, у которых была применена изолированная пластика малоберцовой коллатеральной связки. Неудовлетворительные результаты лечения обусловлены тяжестью и морфологическими особенностями полученных повреждений, требуют дальнейшего изучения, а также совершенствования применяемых хирургических техник.

Ключевые слова: мультилигаментарная травма, повреждение малоберцовой коллатеральной связки, реконструкция связочного аппарата коленного сустава.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Гранкин А.С., Рикун О.В., Резванцев М.В., Федоров Р.А. Особенности хирургического лечения пациентов с повреждениями крестообразных связок и стабилизаторов задне-наружного угла коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4): 32-44. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-32-44.

Cite as: Khominets V.V., Kudyashev A.L., Bazarov I.A., Grankin A.S., Rikun O.V., Rezvantsev M.V., Fedorov R.A. [Alternative Techniques of Ligament Reconstruction in Patients with Combined Cruciate and Postero-lateral Corner Injuries of the Knee]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 32-44. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-32-44.

Базаров Иван Сергеевич / Ivan S. Bazarov; e-mail: dok055@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 12.10.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 18.11.2020.

© Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Базаров И.С., Гранкин А.С., Рикун О.В., Резванцев М.В., Федоров Р.А., 2020

Alternative Techniques of Ligament Reconstruction in Patients with Combined Cruciate and Postero-lateral Corner Injuries of the Knee

Vladimir V. Khominets, Alexey L. Kudyashev, Ivan S. Bazarov, Alexey S. Grankin, Oleg V. Rikun, Mikhail V. Rezvantsev, Roman A. Fedorov

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. In recent years, there has been an increase in the number of the patients with multiligament knee injuries. A significant proportion of unsatisfactory outcomes of such injuries treatment is associated with this injury features and the objective difficulties of its surgical correction. This determines the need for searching the optimal methods of diagnosis and treatment of such an injury. **The purpose of this study** was to compare the results of surgical treatment of the patients with multiligament knee injury, including the injury of the ligament-tendon complex of the knee posterolateral angle with two different techniques. **Materials and Methods.** The study included 51 patients with multiligament knee injury undergone the surgical treatment from 2007 to 2019. The average age of the patients was 32.1 ± 9.2 years. The patients were divided into two groups. The patients of the main group (24 patients) underwent reconstruction of the cruciate ligaments and the main structures of the posterolateral angle: the fibular collateral ligament, the popliteofibular ligament, and the popliteus tendon. The patients of the comparison group (27 patients) underwent the reconstruction of the cruciate ligaments supplemented with isolated fibular collateral ligament grafting. The results obtained were evaluated clinically using the Lysholm scale (1982), by determining the subjective assessment of treatment outcomes, and by functional X-ray and MRI. The results of the treatment were studied in all injuries: in the main group in 9 months, in the comparison group on average in 16 months after the surgery (from 9 to 43 months). **Results.** The use of the developed diagnostic and surgical methods made it possible to improve the clinical and functional results by the Lysholm scale: the main group 82 [70; 86] points vs the control group 68 [64; 76] points ($p = 0.003$). The II degree residual lateral instability was observed in 2 patients of the main group and in 7 patients of the control. 19 (79.2%) patients in the main group and 18 (66.7%) in the control were satisfied with treatment outcomes according to the scale of subjective assessment. There were no patients who rated the result of their treatment as "good" in the both groups. **Conclusion.** The practical employment of the proposed modification of the fibular collateral ligament grafting by the LaPrade in the patients with multiligament knee injury makes it possible the statistically significant improvement of the treatment functional results after the reconstructive surgery in the medium term (9 months) compared with the patients undergone isolated fibular collateral ligament grafting. The unsatisfactory results of the treatment caused by the severity and morphological features of the injuries. They require further study, as well as the improvement of the surgical techniques.

Keywords: multiligament injury, fibular collateral ligament injury, knee ligament apparatus reconstruction.

Funding: state budgetary funding.

Введение

К мультилигаментарным повреждениям коленного сустава относят травмы, характеризующиеся разрывом двух и более его основных стабилизирующих элементов: передней (ПКС) и задней (ЗКС) крестообразных, а также малоберцовой (МБКС) и большеберцовой (ББКС) коллатеральных связок. В большинстве случаев причиной этих травм является дислокация голени, возникающая вследствие непрямого (ротация вокруг фиксированной голени) или, реже, прямого (удар по верхней трети голени в сагиттальной плоскости) механического воздействия на коленный сустав. Распространенность этих повреждений составляет от 0,02 до 5,3% среди всех травм опорно-двигательного аппарата [1, 2, 3, 4, 5, 6]. При диагностике и

лечении мультилигаментарной травмы коленного сустава наибольшую популярность получила классификация, предложенная в 2003 г. R.C. Schenck [7] (табл.1).

Одним из наиболее сложных, прогностически неблагоприятных и малоизученных является мультилигаментарное повреждение, включающее разрыв МБКС. К таковым относятся повреждения KDIL, KDIII, KDIV, KDV типов по R.C. Schenck (2003). Как правило, такие повреждения являются результатом перенесенной высокоэнергетической травмы и неизбежно сопровождаются развитием многонаправленной (многоплоскостной) нестабильности коленного сустава с выраженным нарушением функций конечности [1, 3, 8, 9, 10, 11].

Классификация мультилигаментарных повреждений коленного сустава R.C. Schenck (2003)

Тип повреждения		Поврежденные структуры
KDI	KDIM	ПКС или ЗКС, Б6КС
	KDIL	ПКС или ЗКС, М6КС
KDII		ПКС + ЗКС
KDIII	KDIIIM	ПКС + ЗКС + Б6КС
	KDIIIL	ПКС + ЗКС + М6КС
KDIV		ПКС + ЗКС + Б6КС + М6КС
KDV		Периартикулярные переломы в сочетании с KDI – KDIV

KD(M/L) — knee dislocation (medial/lateral).

Серьезным осложнением рассматриваемых типов мультилигаментарной травмы коленного сустава является невропатия общего малоберцового нерва, частота которой при дислокации голени достигает 40% [6, 9, 11, 12, 13]. Показатели функционального восстановления общего малоберцового нерва после аксоно- и невротомезиса при таких повреждениях варьируют от 14 до 40% [6]. Именно сохраняющаяся посттравматическая невропатия во многом определяет функциональные возможности нижней конечности, в том числе после перенесенных пластических операций на связочном аппарате коленного сустава [6, 12, 13, 14, 15].

Общеизвестно, что отказ от хирургического лечения пациентов с мультилигаментарной травмой коленного сустава приводит к сохранению его выраженной многоплоскостной нестабильности, прогрессированию дегенеративно-дистрофических изменений и значительному нарушению функций конечности [1, 2, 3, 9, 10, 15, 16]. Реконструкции крестообразных связок, в том числе и симультанные, в целом, стали рутинными в повседневной ортопедической практике. Однако способы диагностики, тактика и техника пластических операций у пациентов с мультилигаментарной травмой, включающей разрыв М6КС, являются предметом научных дискуссий. Эти вопросы в совокупности с объективными трудностями диагностики рассматриваемых повреждений определяют необходимость дальнейшего совершенствования хирургического лечения пациентов с мультилигаментарным повреждением.

Цель исследования — сравнить результаты хирургического лечения пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, включающим травму связочно-сухожильного комплекса его задне-латерального угла, прооперированных с применением двух различных методик.

Материалы и методы*Дизайн исследования*

Наблюдательное когортное нерандомизированное.

В исследование было включено 58 пациентов с мультилигаментарным повреждением коленного сустава, находившихся на лечении в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с 2007 по 2019 г.

Критериями включения в исследование были повреждение одной или обеих крестообразных связок в сочетании с разрывом М6КС, здоровый контралатеральный коленный сустав.

Критериями исключения являлись сопутствующие выраженные дегенеративно-дистрофические изменения коленного сустава, внутрисуставные переломы и сочетанный характер травмы.

Из исследования были исключены 7 пациентов: у 4 пациентов не удалось отследить отдаленный результат, у одного пациента диагностировано наличие перелома головки малоберцовой кости, у двоих — наличие выраженных дегенеративных изменений суставного хряща (рис. 1).

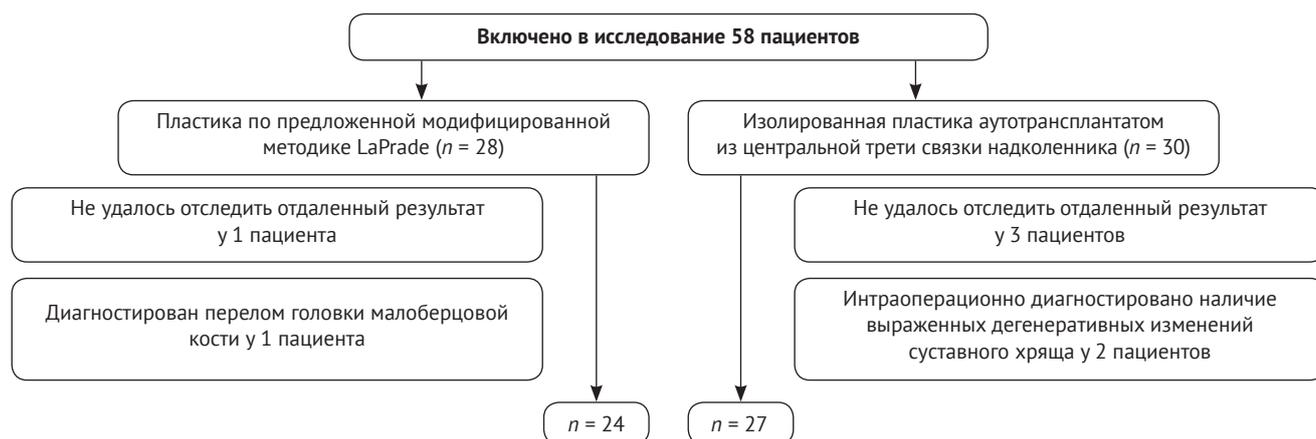


Рис. 1. Блок-схема дизайна исследования

Fig. 1. A patient flowchart

Пациенты

Возраст больных варьировал от 19 до 57 лет (в среднем $32,1 \pm 9,2$ года), все пострадавшие были мужчинами. При поступлении у 4 пациентов из 51 (8%) имелся подвывих голени, потребовавший неотложного вправления; 20 пострадавших (39%) имели свежий самостоятельно устраненный подвывих голени. Остальные 27 (53%) пациентов поступали в клинику с застарелым повреждением связочного аппарата коленного сустава с устраненным вывихом или подвывихом голени давностью от 1 мес. до 3 лет (в среднем $14 \pm 8,2$ мес.). В большинстве случаев травма была высокоэнергетической: у 23 пострадавших из 51 (45%) получена при физической подготовке (прохождение полосы препятствия, неудачное приземление при прыжках с парашютом, падение при катании на велосипеде и т.п.), в 5 (10%) случаях — при выполнении упражнения «прыжок через коня», у 4 (8%) пациентов — при падении с высоты, еще у 12 (24%) пациентов — при занятиях игровыми видами спорта и единоборствами, у одного (2,0%) пострадавшего — в результате подрыва в бронетехнике. У 6 (12%) пациентов характер повреждения был

низкоэнергетическим — травма была получена в быту при подворачивании нижней конечности, причем у четырех из этих пациентов индекс массы тела превышал 32 кг/м^2 .

В зависимости от избранной методики реконструкции МБКС все пациенты были распределены на две сравниваемые группы.

У пациентов основной выборки выполняли реконструкцию крестообразных связок и основных структур задне-латерального угла: МБКС, подколенно-малоберцовой связки и сухожилия подколенной мышцы. У пострадавших группы сравнения реконструкцию крестообразных связок дополняли изолированной пластикой МБКС.

Проверка гипотезы о происхождении групп, сформированных по качественному признаку из одной и той же популяции, проводилась с использованием критерия χ^2 Пирсона, при этом получено отсутствие статистически значимых различий ($p > 0,05$) между распределениями в группах.

Распределение пациентов в соответствии с классификацией мультилигаментарных повреждений коленного сустава R.C. Schenck (2003) представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение пациентов по классификации R.C. Schenck (2003)

Тип повреждения	Основная группа		Группа сравнения		Всего	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
KDIL	10	42	11	41	21	41
KDIII	12	50	15	55	27	53
KDIV	2	8	1	4	3	6
Итого	24	100	27	100	51	100

У 12 пациентов из 51 (7 в основной и 5 — в контрольной группах) диагностирована невропатия общего малоберцового нерва, при этом у трех больных неврологический дефицит купировался самостоятельно в течение 6–8 нед. после травмы, а у остальных он потребовал хирургического лечения.

Хирургическая техника

Предложенный способ предусматривает применение мягкотканного ауто трансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы с его прецизионной анатомической четырехточечной фиксацией на надмышцелке бедренной кости, наружном мыщелке большеберцовой кости и головке малоберцовой кости (патент РФ на изобретение 2735997). Принципиальными отличиями предложенной модификации от оригинальной операции LaPrade [17] являлись использование единого ауто трансплантата полусухожильной мышцы (минимально достаточной длиной 22 см), отказ от формирования сквозного канала в проксимальном метаэпифизе

большеберцовой кости, а также применение кортикальной фиксации ауто трансплантата к большеберцовой кости для его натяжения (рис. 2).

Эту операцию дополняли пластикой передней (7 наблюдений из 24 или 29%), задней (3 наблюдения или 13%) или обеих (14 наблюдений или 58%) крестообразных связок (табл. 3). При этом 12 (50%) пациентам пластику ПКС и ЗКС выполнили симультанно с пластикой МбКС, а в двух клинических случаях (8%) первым этапом с реконструкцией МбКС выполнили пластику только ЗКС, а пластику ПКС осуществили отсрочено — от 3 до 9 мес. после первого этапа. В случае одномоментной реконструкции связок коленного сустава сначала осуществляли пластику задней, а затем передней крестообразных связок. При этом окончательное натяжение трансплантатов крестообразных связок выполняли после завершения реконструкции стабилизирующих структур задне-латерального угла коленного сустава, осуществляемого по предложенной методике вторым этапом операции.

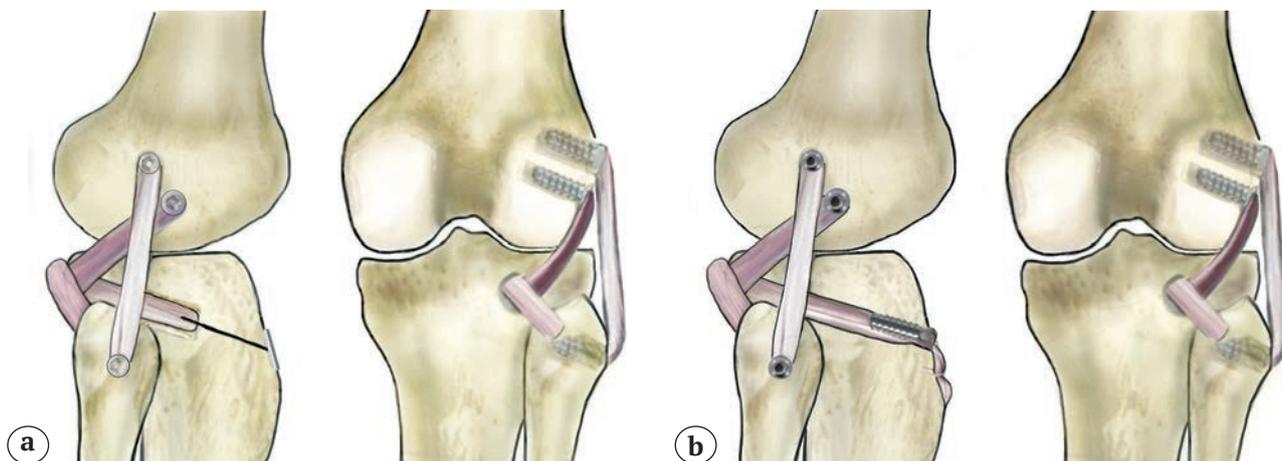


Рис. 2. Схемы модифицированной (а) и классической (б) реконструкции сухожилия подколенной мышцы, подколенно-малоберцовой связки и малоберцовой коллатеральной связки по LaPrade (рисунок И.С. Базарова)
Fig. 2. The schemes of modified (a) and classical (b) reconstruction of the popliteus tendon, popliteofibular ligament and fibular collateral ligament by LaPrade (drawn by I.S. Bazarov)

Таблица 3

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от выбранного трансплантата для пластики связок

Используемый трансплантат/ методика операции	Реконструкция ПКС			Реконструкция ЗКС			Реконструкция ЗЛУ		
	Основная группа	Группа сравнения	Всего	Основная группа	Группа сравнения	Всего	Основная группа	Группа сравнения	Всего
Ауто / ST	19	15	34	–	10	10	24	–	24
Ауто / В-Т-В	2	8	10	14	7	21	–	27	27
Алло / Ахилл	–	–	–	3	3	6	–	–	–

ST — semitendinosus;
 В-Т-В — bone-tendon-bone;
 Ахилл — аллотрансплантат из пяточного сухожилия

В группу сравнения вошли 27 из 51 пострадавшего (53%), которым выполнили пластику только малоберцовой коллатеральной связки аутоотрансплантатом из центральной трети связки надколенника по методу LaPrade [18] (рис. 3).

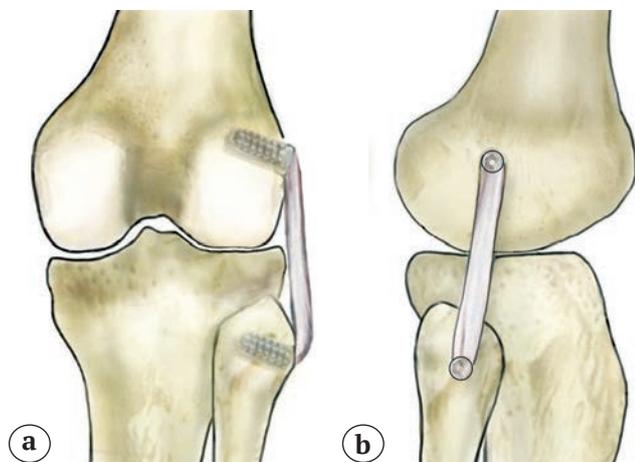


Рис. 3. Схема изолированной реконструкции малоберцовой коллатеральной связки (рисунок И.С. Базарова)

Fig. 3. The scheme of the isolated fibular collateral ligament reconstruction (drawn by I.S. Bazarov)

Эту операцию также дополняли пластикой передней (7 наблюдений из 27 или 26%), задней (4 наблюдения или 15%) или обеих крестообразных связок (16 наблюдений или 59%) (см. табл. 3). При этом у 9 пострадавших (33%) пластику ПКС и ЗКС осуществили одновременно с реконструкцией МБКС, а в 7 клинических наблюдениях (26%) реконструкцию МБКС выполнили одновременно с пластикой ЗКС, а пластику ПКС проводили отсрочено (через 3–9 мес. после первого этапа).

В обеих сравниваемых выборках хирургическое лечение пациентов со свежей травмой выполняли в период от 21 до 27 дней после повреждения. Этого времени было достаточно для купирования отека мягких тканей и герметизации поврежденной капсулы сустава, что обеспечило возможность выполнения артроскопической операции.

Распределение пациентов сравниваемых групп в зависимости от выбранного трансплантата для пластики связок представлено в таблице 3. Из данных таблицы следует, что при реконструкции ПКС предпочтение отдавали ST-аутоотрансплантату, а при пластике ЗКС — В-Т-В-аутоотрансплантату. При этом для реконструкции задне-латерального угла коленного сустава применяли ST- или В-Т-В-аутоотрансплантат контрлатеральной конечности.

Из 9 больных с сохранившейся к моменту пластики связок невропатией общего малоберцового нерва в 6 клинических наблюдениях simultан-

но с пластикой структур задне-латерального угла коленного сустава был выполнен его невролиз, а у троих — отсроченный эпинеуральный шов.

Обследование пациентов

При поступлении всем пострадавшим клиническое обследование дополняли стандартной рентгенографией, рентгенографией с полной опорной нагрузкой на конечность во фронтальной плоскости, функциональной рентгенографией в положении полного разгибания (0°) и при сгибании под углом 140° , а также МРТ коленного сустава. При этом пациентам основной группы функциональную рентгенологическую оценку вида и степени выраженности нестабильности выполняли по предложенной методике с применением специально разработанного устройства (патент на полезную модель №197909 от 10.01.2020 г.) (рис. 4).

Степень выраженности нестабильности коленного сустава определяли в соответствии с рентгенологическими критериями, описанными в постановлении правительства Российской Федерации N 565 от 04.07.2013 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе». Наличие варусной нестабильности II и III ст. наряду с данными МРТ считали подтверждением разрыва МБКС.

Пациентам с сопутствующей невропатией общего малоберцового нерва дополнительно выполняли электрофизиологическое исследование проведения импульса по сенсорным и моторным волокнам на аппарате «Нейро-МВП-4» («Нейрософт», Россия), а также его ультразвуковое исследование (УЗИ) на аппарате SonoSite M-Turbo (Fujifilm, США). С целью исключения тромбоза вен нижних конечностей всем больным осуществляли сонографическое исследование сосудов нижних конечностей.

Клиническую картину у пациентов со свежей травмой (9 пострадавших в основной и 15 — в контрольной группах) определяли выраженный болевой синдром и болевой мышечный гипертонус, препятствовавшие диагностике нестабильности коленного сустава, а также гемартроз и обширное кровоизлияние в мягкие ткани. У этих больных функциональное рентгенологическое тестирование производили не ранее чем через 3 нед. после травмы. У 27 пострадавших с застарелым мультилигаментарным повреждением (14 пострадавших в основной и 13 — в группе сравнения) превалировала клиническая картина многонаправленной нестабильности коленного сустава и как следствие — нарушение опорной функции нижней конечности. Для лиц с невропатией общего малоберцового нерва имели место характерные периферические чувствительные нарушения и отсутствие тыльной флексии стопы.



Рис. 4. Функциональная рентгенография коленного сустава при повреждении малоберцовой коллатеральной связки:

a — внешний вид конечности с устройством для функциональной рентгенографии;

b — рентгенограмма коленного сустава в прямой проекции без нагрузки;

c — рентгенограмма в прямой проекции с нагрузкой при полном разрыве малоберцовой коллатеральной связки

Fig. 4. The functional knee X-ray in the patient with fibular collateral ligament injury:

a — the appearance of the limb with a device for functional X-ray; b — the knee X-ray in frontal plane without load;

c — the knee X-ray in frontal plane with a load in the patient with fibular collateral ligament complete rupture

Выполнение МРТ позволило диагностировать мультилигаментарное повреждение коленного сустава, морфология которого легла в основу распределения пострадавших в соответствии с классификацией R.C. Schenck (2003). Также на МРТ были выявлены сопутствующие повреждения менисков и хряща. Все верифицированные при МРТ травматические изменения были подтверждены во время хирургического лечения в ходе диагностического этапа артроскопии и санированы. Функциональное рентгенологическое обследование обеспечило диагностику многонаправленной нестабильности коленного сустава, включающей латеральную нестабильность.

У 5 (10%) пострадавших со свежим подвывихом голени при УЗИ был выявлен тромбоз поверхностных (2 пациента) или глубоких (3 пациента) вен нижних конечностей. При наличии флотирующих тромботических масс (3 пациента) оперативное лечение выполняли не ранее чем через 3 нед., проведя повторную сонографию, подтверждающую реканализацию тромба. В двух клинических случаях по поводу флотирующего тромба длиной свыше 70 мм был имплантирован съемный кавафильтр. УЗ-признаков повреждений артерий нижних конечностей выявлено не было.

Результаты и методы их оценки

Контрольное обследование пациентов основной группы осуществляли через 9 мес. после хирургического лечения. Контрольное обследование пациентов группы сравнения проводили в сроки от 9 до 42 мес. после реконструкции связок колен-

ного сустава (в среднем через 16 мес.). Оно включало традиционное клиническое обследование локального статуса, тестирование по шкале Lysholm, оценку удовлетворенности пациента результатом лечения по традиционной ранговой шкале (хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно), МРТ коленного сустава, функциональную рентгенографию коленного сустава.

Этика публикации

Пациенты дали добровольно информированное согласие на участие в исследовании и публикацию клинического наблюдения.

Статистический анализ

Проверка эмпирического распределения результатов оценки по шкале Lysholm (1982) и по шкале субъективной оценки исходов лечения на согласие с законом нормального распределения по критерию Шапиро–Уилка показала статистически значимое различие ($p < 0,01$). Для описания числовых характеристик указанных количественных признаков использованы медиана и квартили: $Me [Q_{25\%}; Q_{75\%}]$. Оценку значимости различий изучаемых количественных признаков в группах проводили с использованием t -критерия Стьюдента, а для переменных, закон распределения которых статистически значимо отличался от закона нормального распределения, использовали U критерий Манна–Уитни. Проверку гипотезы о происхождении групп, сформированных по качественному признаку из одной и той же популяции, проводили с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Результаты

Функциональные результаты

При контрольном клиническом обследовании пациентов основной группы остаточную латеральную нестабильность II степени наблюдали у 2 пациентов, при этом у одного из них потребовалось выполнение ревизионной операции (пластики МБКС аллотрансплантатом). В контрольной группе значимую остаточную латеральную нестабильность II степени наблюдали у 7 пациентов, у 4 из них была выполнена ревизионная аллопластика МБКС, сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки. У всех 9 пострадавших с выявленной клинически латеральной нестабильностью провели контрольное функциональное рентгенологическое обследование по предложенной методике (патент на полезную модель № 197909 от 10.01.2020 г.), которое позволило определить степень ее выраженности.

В основной группе пациентов ограничение сгибания до угла 135° наблюдали у одного пострадавшего. В группе сравнения — у двоих пациентов (до угла 130° и 120° соответственно), при этом указанные пациенты не имели признаков остаточной нестабильности.

Среди пострадавших с посттравматической невропатией общего малоберцового нерва признаки неврологического дефицита в той или иной степени сохранились у всех 9 больных, которым выполняли нейрохирургические оперативные вмешательства. Для них были характерны отсутствие тыльной флексии, а также чувствительные нарушения.

Оценка функциональных результатов по шкале Lysholm после проведенного лечения составила 73 [65; 82] балла, размах вариации — 41 балл (минимальное значение — 48, максимальное — 89 баллов). У пациентов с повреждениями KDII типа оценка по шкале Lysholm составила 78 [74; 86] баллов, что статистически значимо ($p < 0,01$) выше, чем у пациентов с повреждениями KDIII типа — 68 [64; 82] баллов (колеблемость — от 56 до 88 баллов). С повреждениями KDIV типа было три пациента, у которых оценки составили 64, 72 и 73 балла.

Самая низкая оценка по шкале Lysholm отмечена среди пациентов с невосстановленной функцией общего малоберцового нерва — 62 [60; 68] балла, что статистически значимо ($p < 0,001$) отличается от пациентов с отсутствием невропатии, у которых данная оценка составила 78 [68; 86] баллов.

У пациентов, перенесших операцию в относительно ранние сроки после получения травмы (до 5 нед., оценка по шкале Lysholm составила 72 [65; 81] балла (колеблемость — от 48 до 88 баллов), а в выборке пациентов с застарелым повреждением связочного аппарата коленного сустава — 74

[68; 86] балла (колеблемость от 48 до 89 баллов), статистически значимого различия оценки в группах не выявлено ($p > 0,05$).

Сравнение достигнутых результатов в исследуемых группах с использованием шкалы Lysholm свидетельствует о преимуществах хирургических подходов, примененных у пострадавших основной группы, в которой оценка по шкале Lysholm статистически значимо ($p = 0,003$) выше и составила 82 [70; 86] балла против оценки в контрольной группе 68 [64; 76] баллов (рис. 5).

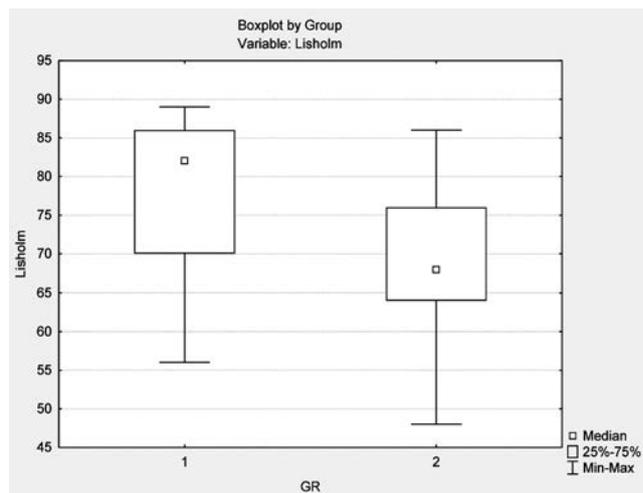


Рис. 5. Сравнение результатов по шкале Lysholm в сравниваемых группах

Fig. 5. The treatment results according to the Lysholm scale in the compared groups

MPT

По данным MPT, признаки дегенеративно-дистрофических изменений основных и вспомогательных элементов коленного сустава различной степени выраженности в виде синовита (12 пострадавших в основной и 11 — в контрольной группах), хондромалиции (8 пострадавших в основной и 11 — в контрольной группах), трабекулярного отека (7 пострадавших в основной и 11 — в контрольной группах) имели место у большинства пациентов: 15 в основной (62,5%) и 20 — в контрольной группах (74,1%). Следует отметить, что 2 пациента основной и 7 пациентов контрольной групп с диагностированной остаточной нестабильностью коленного сустава вошли в состав описываемых выше клинических случаев с МР-признаками синовита, хондромалиций и трабекулярного отека.

Субъективная оценка

Субъективная оценка результатов хирургического лечения показала, что неудовлетворенными полученными исходами остаются преимущественно лица с сохраняющейся невропа-

тием общего малоберцового нерва: 5 пострадавших в основной и 4 — в контрольной группах, с выраженной контрактурой коленного сустава: 1 пациент в основной и 2 — в контрольной группах или сохраняющейся латеральной нестабильностью: 2 пострадавших в основной и 7 — в контрольной группах. Также не удовлетворены полученными исходами молодые люди, активно занимавшиеся спортом до получения травмы и не способные вернуться к прежнему виду и уровню физических нагрузок. Удовлетворенными достигнутыми исходами хирургического лечения остались 19 пациентов в основной и 18 в контрольной группах. Пациентов, оценивших результат своего лечения как «хороший» в сравниваемых выборках не было.

Обсуждение

В данной статье представлен опыт сотрудников клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии по хирургической стабилизации коленного сустава у 51 пациента с мультилигаментарными повреждениями. Его анализ свидетельствует о преимуществах восстановления МБКС, сухожилия подколенной мышцы и малоберцово-подколенной связки в сравнении с изолированной пластикой МБКС по шкале Lysholm ($p = 0,003$).

В исследовании, выполненном С. Shane с соавторами, превалировали пациенты с типами повреждений KDI (78 пациентов) и KDIII (22 пациента) по шкале R.C. Schenck. Пострадавших с типом KDIV было лишь четверо. Таким образом, соотношение пациентов с KDI/KDIII/KDIV составило 20/6/1 [19]. Все пациенты, включенные в наше исследование, имели повреждение МБКС, сочетающееся с разрывом одной или обеих крестообразных связок (51 пострадавший), при этом доля клинических наблюдений с KDIL составила 41%, с KDIII — 53% и KDIV — 6%, что соотносится как 7/9/1. Меньший удельный вес лиц с типом травмы KDIL среди представленных нами клинических наблюдений по сравнению с исследованием С. Shane с соавторами можно объяснить тем, что в их работе тип KDI включал мультилигаментарную травму коленного сустава с повреждением как МБКС, так и с ББКС. Однако в работе R. Schenck отмечено преобладание среди пострадавших с KDI типом лиц с травмой именно латеральных стабилизирующих структур коленного сустава [7].

Превалирование пострадавших с типом повреждения KDIII в проведенном нами исследовании в сравнении с данными литературы обусловлено, по нашему мнению, особенностями пациентов исследуемых групп (45 пострадавших или 88%) и характером повреждений: молодые мужчины, получившие преимущественно высоко-

энергетическую травму при занятиях боевой, специальной или физической подготовкой.

В нашем исследовании поступили в клинику до 3 нед. с момента травмы 24 пациента (47,1%), 27 (52,9%) имели хроническую нестабильность коленного сустава вследствие его мультилигаментарной травмы. Другое соотношение острой (до 3 нед.) травмы к хронической (более 3 нед.) в своих работах показали R. LaPrade с соавторами, проанализировав 71 пациента с мультилигаментарной травмой: 30% к 70% [20]. T. Neri с соавторами сообщили, что в их исследовании это соотношение составляет: 66% пациентов с острой травмой (до 3 нед.), 19% — с подострой травмой (от 3 нед. до 3 мес.), 15% — с застарелой травмой [21].

Пациенты с повреждением общего малоберцового нерва, возникшего вследствие дислокации голени, имеют плохие функциональные результаты оперативного лечения мультилигаментарной травмы [6, 12, 13].

M.W. Jarret с соавторами на основании анализа 13 публикаций, содержащих данные о 686 вывихах голени, сообщили, что средняя частота повреждения малоберцового нерва составляет 26% [13]. Сведения, полученные в нашем исследовании, свидетельствуют о частоте повреждения общего малоберцового нерва, достигающей 24%, что вполне сопоставимо с результатами M.W. Jarret.

Также, по данным с M.W. Jarret соавторами, вероятность восстановления функции малоберцового нерва после различных вариантов лечения его невропатии, включающих консервативную нейротропную терапию, невролиз, пластику нерва, трансфер моторных волокон и комбинацию этих процедур, достигает 38% [13]. В нашем исследовании полное восстановление функции общего малоберцового нерва после консервативного лечения имело место у 3 пациентов из 12 (25%), а в остальных 9 клинических наблюдениях (75%), несмотря на проведенное хирургическое лечение, восстановления функции малоберцового нерва получить не удалось. Этот факт значительно отличается от данных литературы и во многом определил функциональный исход лечения пациентов сравниваемых групп.

Диагностическая и лечебная тактика в остром периоде травмы предполагает выполнение максимально быстрого вправления вывиха голени, стресс-рентгенографии и МРТ коленного сустава, ультразвукового исследования сосудов нижней конечности, а при наличии неврологического дефицита — электронейромиографии [1, 6, 12, 13, 14, 22, 23]. Пациенты, включенные в наше исследование, также были обследованы в соответствии с этими подходами, однако особенностью диагностики являлось применение специально разработанного устройства для функциональной

является неоднородность возрастного состава пациентов, а также морфологии мультилигаментарной травмы коленного сустава. Помимо этого, сравниваемые группы разнородны по признаку выбора методики пластики крестообразных связок, по факту наличия повреждения менисков и суставного хряща. Эти факторы, вероятно, также определяют исходы хирургического лечения. В настоящем наблюдательном исследовании была сделана попытка оценить функциональные и субъективные результаты лечения при использовании двух принципиально разных подходов к реконструкции латеральных стабилизирующих структур коленного сустава — изолированной пластики малоберцовой коллатеральной связки и пластики всех стабилизаторов так называемого задне-латерального угла коленного сустава. Авторы отдают себе отчет, что наблюдение за прооперированными по предлагаемой методике пациентами в течение 9 мес. не может рассматриваться как полноценное доказательство ее значимой роли в достижении и сохранении латеральной стабильности коленного сустава. Необходимы дальнейшие наблюдения за пациентами, чтобы подтвердить эффективность описанной хирургической технологии.

Заключение

Результаты лечения пациентов с травмой МБКС зависят от особенностей реконструкции связочного аппарата коленного сустава, наличия и выраженности его остаточной нестабильности, а также развившейся послеоперационной контрактуры. При этом неудовлетворительными остаются исходы хирургического лечения пострадавших с сохраняющейся невропатией общего малоберцового нерва, а также у пациентов с высокими функциональными запросами. Одним из путей улучшения функциональных результатов лечения таких пациентов следует считать одномоментную анатомическую реконструкцию МБКС в сочетании с пластикой сухожилия подколенной мышцы и подколенно-малоберцовой связки. Эта операция, выполняемая как один из компонентов реконструкции связочного аппарата коленного сустава позволяет статистически значимо ($p = 0,003$) улучшить исходы лечения пострадавших с мультилигаментарными повреждениями.

Литература [References]

- Geeslin A.G., LaPrade R.F. Location of bone bruises and other osseous injuries associated with acute grade III isolated and combined posterolateral knee injuries. *Am J Sports Med.* 2010;38(12):2502-2508. doi: 10.1177/0363546510376232.
- Hopper G.P., Heusdens C.H.W., Dossche L., Mackay G.M. Posterolateral corner repair with suture tape augmentation. *Arthrosc Tech.* 2018;7:e1299-e1303. doi: 10.1016/j.eats.2018.08.018.
- Kennedy M.I., Bernhardson A., Moatshe G., Buckley P.S., Engebretsen L., LaPrade R.F. Fibular collateral ligament/posterolateral corner injury: When to repair, reconstruct, or both. *Clin Sports Med.* 2019; 38(2):261-274. doi: 10.1016/j.csm.2018.11.002.
- Baker C.L., Norwood L.A., Hughston J.C. Acute posterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(5):614-618.
- Pallis M.P., Lanzi J.T. Jr., Garcia E.J., William W.M., Chan A.G. Multiple-Ligament Knee Injuries in the United States Military Active-Duty Population. In: *The Multiple Ligament Injured Knee.* Cham : Springer; 2019. p. 489-494.
- Peskun C.J., Chahal J., Steinfeld Z.Y., Whelan D.B. Risk factors for peroneal nerve injury and recovery in knee dislocation. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(3):774-778. doi: 10.1007/s11999-011-1981-0.
- Schenck Jr. R.C. Classification of knee dislocations. *Oper Techniq Sports Med.* 2003;11(3):193-198. doi:10.1053/otsm.2003.35918
- Grawe B., Schroeder A.J., Kakazu R., Messer M.S. Lateral collateral ligament injury about the knee: anatomy, evaluation, and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(6):e120-e127. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00028.
- Arciero R.A. Anatomic posterolateral corner knee reconstruction. *Arthroscopy.* 2005;21(9):1147. doi: 10.1016/j.arthro.2005.06.008.
- Moatshe G., Dean C.S., Chahla J., Serra Cruz R., LaPrade R.F. Anatomic fibular collateral ligament reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2016;5(2):e309-e314. doi: 10.1016/j.eats.2016.01.007.
- Рикун О.В., Хоминец В.В. Лечение повреждений и заболеваний коленного сустава у военнослужащих. СПб.: Полторацк; 2020. С. 159-185.
- Rikun O.V., Khominets V.V. *Lecheniye povrezhdeniy i zabolevaniy koleninogo sustava u voyennosluzhashchikh* [Treatment of injuries and diseases of the knee in military personnel]. SPb.: Poltorak; 2020. pp. 159-185. (In Russian).
- O'Malley M.P., Pareek A., Reardon P., Krych A., Stuart M.J., Levy B.A. Treatment of Peroneal Nerve Injuries in the Multiligament Injured/Dislocated Knee. *J Knee Surg.* 2016;29(4):287-292. doi: 10.1055/s-0035-1570019.
- Jarret M.W., Nicholas P.R., John G.E., Nicholas G.M., Peter D.L. A systematic review of peroneal nerve palsy and recovery following traumatic knee dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2992-3002. doi: 10.1007/s00167-015-3676-7
- Stannard J.P., Brown S.L., Farris R.C., McGwin G. Jr., Volgas D.A. The posterolateral corner of the knee: Repair versus reconstruction. *Am J Sports Med.* 2005;33(6):881-888. doi: 10.1177/0363546504271208.
- Heitmann M., Akoto R., Krause M., Hepp P., Schöpp C., Gensior T.J. et al. Management of acute knee dislocations: anatomic repair and ligament bracing as a new treatment option—results of a multicentre study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(8):2710-2718. doi: 10.1007/s00167-018-5317-4.
- Fanelli G.C. (ed.). *The multiple ligament injured knee: a practical guide to management.* Springer; 2004. pp. 211-226
- LaPrade R.F., Johansen S., Wentorf F.A. An Analysis of an Anatomical Posterolateral Knee Reconstruction: An In Vitro Biomechanical Study and Development of a Surgical Technique. *Am J Sports Med.* 2004;32(6):1405-1414. doi: 10.1177/0363546503262687.
- LaPrade R.F., Nicholas N.D., Cram T.R., Cinque M.E., Kennedy M.I. Controlled Early Postoperative

- Weightbearing Versus Nonweightbearing After Reconstruction of the Fibular (Lateral) Collateral Ligament: A Randomized Controlled Trial and Equivalence Analysis. *Am J Sports Med.* 2018; 46(10):2355-2365. doi: 10.1177/0363546518784301.
19. Shane C., Ridley T.J., Mark A.M., Yubo G., Brian R.W., Annunziato A., Matthew J.B. Surgical treatment of multiligament knee injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2983-2991. doi: 10.1007/s00167-014-3451-1.
 20. LaPrade R.F., Terry G.S. Injuries to the Posterolateral Aspect of the Knee. Association of anatomic injury patterns with clinical instability. *Am J Sports Med.* 1997;25(4):433-438. doi: 10.1177/036354659702500403..
 21. Neri T., Myat D., Beach A., Parke D.A. Multiligament Knee Injury Patterns, Outcomes, and Gait Analysis. *Clin Sports Med.* 2018; 38(2):235-246. doi: 10.1016/j.csm.2018.11.010.
 22. Vavken P., Proffen B., Peterson C., Fleming B.C., Machan J.T., Murray M.M. Effects of suture choice on biomechanics and physeal status after bioenhanced anterior cruciate ligament repair in skeletally immature patients: a large-animal study. *Arthroscopy.* 2013;29(1):122-132. doi: 10.1016/j.arthro.2012.07.006.
 23. LaPrade R.F., Heikes C., Bakker A.J., Jakobsen R.B. The reproducibility and repeatability of varus stress radiographs in the assessment of isolated fibular collateral ligament and grade-III posterolateral knee injuries. An in vitro biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(10):2069-2076. doi: 10.2106/JBJS.G.00979.
 24. Sanders T.L., Johnson N.R., Levy N.M., Cole P.A. Jr., Krych A.J., Stuart M., Levy B.A. Effect of Vascular Injury on Functional Outcome in Knees with Multi-Ligament Injury: A Matched-Cohort Analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(18):1565-1571. doi: 10.2106/JBJS.16.01540.
 25. Westermann R.W., Marx R.G., Spindler K.P., Huston L.J.; MOON Knee Group, Amendola A. et al. No Difference Between Posterolateral Corner Repair and Reconstruction With Concurrent ACL Surgery: Results From a Prospective Multicenter Cohort. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(7):2325967119861062. doi: 10.1177/2325967119861062.
 26. Hegyes M.S., Richardson M.W., Miller M.D. Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management. *Clin Sports Med.* 2000;19(3):519-543. doi: 10.1016/s0278-5919(05)70222-2.
 27. Kupczik F., Schiavon M.E.G., Vieira L.A., Tenius D.P., Fávoro R.C. Knee Dislocation: Descriptive Study of Injuries. *Rev Bras Ortop.* 2013;48(2):145-151. doi: 10.1016/j.rboe.2012.10.002.
 28. Robertson A., Nutton R.W., Keating J.F. Dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(6):706-711. doi: 10.1302/0301-620X.88B6.17448.
 29. Arom G.A., Yeranorian M.G., Petrigliano F.A., Terrel R.D., McAlister D.R. The changing demographics of knee dislocation: a retrospective database review. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(9):2609-2614. doi: 10.1007/s11999-013-3373-0.
 30. Strobel M.J., Schulz M.S., Petersen W.J., Eichhorn H.J. Combined anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, and posterolateral corner reconstruction with autogenous hamstring grafts in chronic instabilities. *Arthroscopy.* 2006;22(2):182-192. doi: 10.1016/j.arthro.2005.11.001.
 31. Huicheng F., Hunwu X., Sun J., Chang Q., Yu F., Jian C. Treatment of multiple knee-ligament injury with calcaneal tendon allograft using arthroscopy. *Biomed Res.* 2017;28(5):2310-2314.
 32. Dekker T.J., Guerrero E.M. Technical Aspects of Addressing Multiligament Knee Instability. *Duke Orthop J.* 2016;6(1):47-53. doi: 10.5005/jp-journals-10017-1069.
 33. Delee J.C., Riley M.B., Rockwood C.A. Acute posterolateral rotatory instability of the knee. *Am J Sports Med.* 1983;11:199-207. doi: 10.1177/036354658301100403.
 34. Marom N., Ruzbarsky J.J., Roselaar N., Marx R.G. Knee MLI Injuries Common Problems and Solutions. *Clin Sports Med.* 2018;37(2):281-291. doi: 10.1016/j.csm.2017.12.011.
 35. van der List J.P., DiFelice G.S. Preservation of the Anterior Cruciate Ligament: A Treatment Algorithm Based on Tear Location and Tissue Quality. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2016;45(7):E393-E405.
 36. Levy B.A., Dajani K.A., Morgan J.A., Shah J.P., Dahm D.L., Stuart M.J. Repair versus reconstruction of the fibular collateral ligament and posterolateral corner in the multiligament-injured knee. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):804-809. doi: 10.1177/0363546509352459.
 37. Woodmass J.M., Sanders T.L., Johnson N.R., Wu I.T., Krych A.J., Stuart M.J., Levy B.A. Posterolateral Corner Reconstruction using the Anatomical Two-Tailed Graft Technique: Clinical Outcomes in the Multiligament Injured Knee. *J Knee Surg.* 2018;31(10):1031-1036. doi:10.1055/s-0038-1632377.
 38. Fanelli G.C., Orcutt D.R., Edson C.J. The multiple-ligament injured knee: evaluation, treatment, and results. *Arthroscopy.* 2005;21(4):471-486. doi: 10.1016/j.arthro.2005.01.001.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук, начальник кафедры и клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. khominets_62@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

Кудяшев Алексей Леонидович — д-р мед. наук, доцент, заместитель начальника кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. a.kudyashev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8561-2289>

AUTHORS' INFORMATION:

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department and Clinic of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. khominets_62@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9391-3316>

Alexey L. Kudyashev — Dr. Sci. (Med.), Deputy Head, Department of Military Traumatology and Orthopaedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. a.kudyashev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8561-2289>

Базаров Иван Сергеевич — старший ординатор, клиника военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. dok055@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4708-493X>

Гранкин Алексей Сергеевич — канд. мед. наук, начальник травматологического отделения клиники военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. Aleksey-Grankin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4565-9066>

Рикун Олег Владимирович — канд. мед. наук, доцент кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. rikoleg@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2027-8996>

Резванцев Михаил Владимирович — канд. мед. наук, заместитель начальника учебно-методического отдела, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. rmv_spb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5649-8440>

Федоров Роман Александрович — канд. мед. наук, преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия. roman.doc83@yanex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3509-4791>

Ivan S. Bazarov — senior resident, Clinic of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. dok055@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4708-493X>

Alexey S. Grankin — Cand. Sci. (Med.), Head of Trauma Department, Clinic of Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. Aleksey-Grankin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4565-9066>

Oleg V. Rikun — Cand. Sci. (Med.), Associated Professor, Department of Military Traumatology and Orthopedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. rikoleg@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2027-8996>

Mikhail V. Rezvantsev — Cand. Sci. (Med.), Deputy Head, Educational and Methodical Department, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. rmv_spb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5649-8440>

Roman A. Fedorov — Lecture, Department of Military Traumatology and Orthopaedics, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. roman.doc83@yanex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3509-4791>

Заявленный вклад авторов:

Хоминец В.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование.

Кудяшев А.Л. — концепция и дизайн исследования, редактирование.

Базаров И.С. — сбор и обработка материала, проведение исследований, статистическая обработка, создание иллюстраций.

Гранкин А.С. — сбор и обработка материала, редактирование.

Рикун О.В. — сбор и обработка материала.

Резванцев М.В. — статистическая обработка.

Федоров Р.А. — сбор и обработка материала.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Экстирпация грудных и поясничных полупозвонков из дорсального доступа с применением ультразвукового костного скальпеля у детей: результат проспективного многоцентрового исследования

Д.Г. Наумов¹, А.Ю. Мушкин¹, Е.Ю. Филатов², С.О. Рябых², О.Б. Челпаченко³

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

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

³ ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Хирургическое лечение врожденных деформаций позвоночника у детей на фоне полупозвонков сопряжено с высоким уровнем осложнений. Поиск путей снижения травматичности операции позволит улучшить отдаленные результаты. **Цель** — оценить эффективность применения ультразвукового костного скальпеля в хирургическом лечении врожденных деформаций позвоночника у детей на фоне моносегментарных полупозвонков. **Материал и методы.** Дизайн исследования — трехцентровое проспективное. Последовательно оперированы 55 пациентов в возрасте от 10 мес. до 13 лет (M = 4 года 4 мес., Me — 3 года 8 мес.), выполнены 59 экстирпаций полупозвонков (грудных — 36, поясничных — 23) с применением ультразвукового костного скальпеля из одного дорсального доступа. Оцениваемые параметры: длительность операции, объем кровопотери (абсолютный и относительный), частота и характер осложнений, величина коррекции деформации и ее динамика в послеоперационном периоде. Проведен систематический обзор литературы (период поиска публикаций 2015–2019 гг.) по дорсальным экстирпациям полупозвонков у детей, выполненных с применением стандартной техники с использованием высокоскоростного бура. **Результаты.** Длительность операции в серии составила 131±33 мин. для грудных экстирпаций и 165±50 мин. для поясничных ($p = 0,005$). Объем абсолютной кровопотери: 105±74 мл (Me 80 мл) для грудных экстирпаций и 123±59 мл (Me 120 мл) для поясничных ($p = 0,178$). Объем относительной кровопотери: 6,8±3,1% от ОЦК для грудных и 11,5±5,5% от ОЦК для поясничных экстирпаций ($p = 0,002$). Протяженность задней инструментальной фиксации не оказывает значимого влияния на длительность операции и объем абсолютной кровопотери ($p = 0,957$; $p = 0,967$). Возраст пациентов на момент операции не оказывает влияния на длительность операции ($p = 0,458$), при этом влияет на объем абсолютной кровопотери ($p = 0,023$). Интраоперационных осложнений не выявлено, за исключением 4 случаев мальпозиции ТПФ, не потребовавших ревизии. **Заключение.** Применение ультразвукового костного скальпеля при дорсальных экстирпациях полупозвонков у детей обеспечивает безопасность операции, снижает ее длительность и операционную кровопотерю.

Ключевые слова: врожденный сколиоз, полупозвонок, ультразвуковой костный скальпель, дети, деформация позвоночника.

Источник финансирования: 50 из 55 пациентов оперированы в рамках реализации Протокола клинической апробации Минздрава России № 2018-13-1 с соответствующим финансовым обеспечением.

Наумов Д.Г., Мушкин А.Ю., Филатов Е.Ю., Рябых С.О., Челпаченко О.Б. Экстирпация грудных и поясничных полупозвонков из дорсального доступа с применением ультразвукового костного скальпеля у детей: результат проспективного многоцентрового исследования. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):45-55. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-45-55.

Cite as: Naumov D.G., Mushkin A.Yu., Filatov E.Yu., Ryabikh S.O., Chelpachenko O.B. [Extirpation of the Thoracic and Lumbar Hemivertebrae from the Dorsal Access Using the Ultrasonic Bone Scalpel in Children: The Result of a Prospective Multicenter Study]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 45-55. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-45-55.

✉ Наумов Денис Георгиевич / Denis G. Naumov; e-mail: dgnaumov1@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 19.09.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 06.11.2020.



Extirpation of the Thoracic and Lumbar Hemivertebrae from the Dorsal Access Using the Ultrasonic Bone Scalpel in Children: The Result of a Prospective Multicenter Study

Denis G. Naumov¹, Aleksandr Yu. Mushkin¹, Egor Yu. Filatov², Sergey O. Ryabykh², Oleg B. Chelpanenko³

¹ St. Petersburg Research Institute of Phthiopulmonology, St. Petersburg, Russia

² National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

³ National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia

Abstract

Background. The surgical treatment of congenital spinal deformity caused by hemivertebra is associated with high rate of complications. A research of a new surgery technique for operation time and blood loss decrease could potentially improve outcomes. **The purpose** — to evaluate the efficacy of ultrasonic bone scalpel in surgical treatment of pediatric congenital spinal deformities caused by monosegmental hemivertebra. **Patients and Methods.** Level of Evidence III. The study based on the data of 55 consecutively operated pediatric patients who underwent 59 posterior hemivertebra resection provided by ultrasonic bone scalpel from January 2015 to December 2019. The average age was 4 years and 4 months. 36 hemivertebra were located in thoracic spine and 23 were located in lumbar spine. Total duration of surgery, estimated blood loss (ml and % of circulated blood volume, CBV), complications rate and deformity correction were noted. The influence of posterior instrumentation length and patients age at time of surgery on evaluation parameters was analyzed. 5-year (2015–2019) systematic literature review was performed for compare with obtain results. **Results.** Total operation time was 131 min ± 33 min for thoracic spine and 165 min ± 50 min for lumbar spine ($p = 0,005$). Estimated blood loss was 105 ml ± 74 ml (Me 80 ml) for thoracic resection and 123 ml ± 59 ml (Me 120 ml) — for lumbar ($p = 0,178$). The length of posterior instrumentation were not influence on operation time and total blood loss ($p = 0,957$; $p = 0,967$), patients age at time of surgery were not influence on operation time ($p = 0,458$), but correlate with total blood loss ($p = 0,023$). Intraoperative complications was not observed. Four cases of transpedicular screw malposition without neurological deficit were noted (type C acc. Gertzbein-Robbins). **Conclusions.** Posterior hemivertebra resection with ultrasonic bone scalpel is safe and effective procedure provides decrease of operation time and estimated blood loss.

Keywords: congenital scoliosis, hemivertebra, ultrasonic bone scalpel, children, spine deformity.

Funding: 50 out of 55 patients underwent surgery as a part of the implementation of the Clinical Approbation Protocol of the Ministry of Health of Russia No. 2018-13-1 with appropriate financial support.

Введение

Врожденные деформации позвоночника у детей развиваются на фоне различных вариантов аномалий позвонков, среди которых полупозвонки являются наиболее частыми [1, 2, 3]. Наиболее эффективным методом лечения таких деформаций считается экстирпация полупозвонка, выполняемая из комбинированного или дорсального доступа с последующей задней инструментальной стабилизацией [4, 5, 6, 7]. Выполнение транспедикулярной экстирпации полупозвонка из изолированного дорсального доступа обеспечивает эффективную коррекцию деформации, однако сопряжено со значительной кровопотерей (до 35–40% объема циркулирующей крови (ОЦК)), большой длительностью вмешательства (3–6 ч.) и повреждением твердой мозговой оболочки (ТМО) в 5–7% случаев [8, 9, 10, 11]. Указанные осо-

бенности влияют на длительность стационарного лечения, качество жизни пациентов и частоту осложнений в позднем послеоперационном периоде [12, 13, 14].

Внедрение в хирургию позвоночника ультразвукового костного инструментария (ultrasonic bone scalpel — UBS) обеспечило снижение уровня повреждения мягких тканей, сосудистых и нервных структур в зоне вмешательства [14, 15]. Публикации, посвященные его использованию в хирургии врожденных деформаций позвоночника у детей, отсутствуют, за исключением единственного ретроспективного анализа, включившего ограниченное число выполненных одним хирургом операций, выявившего тенденцию к снижению длительности операции и кровопотери при педикулярной экстирпации полупозвонка в сравнении с высокоскоростным буром [16].

Цель исследования — оценить эффективность применения UBS в хирургическом лечении врожденных деформаций позвоночника у детей на фоне моносегментарных полупозвонков.

В ходе анализа были поставлены два вопроса:

1. Действительно ли применение UBS при дорсальной экстирпации моносегментарного полупозвонка обеспечивает снижение длительности операции и объема кровопотери?

2. Влияет ли на достижение указанных параметров уровень аномалии (уровень операции), возраст пациентов или протяженность задней фиксации?

Материал и методы

Дизайн исследования

Трехцентровое проспективное исследование. Исследование выполнено в клиниках детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПбНИИФ» Минздрава России и патологии позвоночника и редких заболеваний ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России (50 больных), а также в Нейроортопедическом отделении с ортопедией ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России (5 больных).

Критерии включения:

- врожденные деформации позвоночника, вызванные нарушениями формирования позвонков с ведущим пороком в виде моносегментарного полупозвонка (тип 1 по Winter / Kawakami);

- оперативное лечение в объеме одномоментной экстирпации полупозвонка из изолированного дорсального доступа с последующей задней инструментальной фиксацией;

- удаление полупозвонка ультразвуковым костным скальпелем (UBS Misonix, США);

- возраст пациентов менее 18 лет на момент операции;

- грудная и поясничная локализация полупозвонков — от Th2 до L4.

Критерии исключения:

- множественные односторонние полупозвонки на вершине деформации;

- сочетание полупозвонков с другими вертебральными аномалиями, требующими расширения оперативного вмешательства (прежде всего с контралатеральным нарушением сегментации, конкресцированием ребер и т.д.).

- пациенты, вошедшие в группу ретроспективного анализа, результаты которого ранее опубликованы частью авторов настоящей статьи [16].

Этика исследования

Во всех случаях законные представители (родители) пациентов дали добровольное согласие на включение в исследование. Протокол и дизайн

исследования соответствуют Хельсинкской декларации пересмотра 2013 г.

Набор материала осуществлен за период с 1 января 2015 г. по 31 декабря 2019 г., включая 2-летнюю двухцентровую когорту (50 больных) 2018–2019 гг.

Исследуемую группу составили 55 пациентов (29 девочек и 26 мальчиков) в возрасте от 10 мес. до 13 лет, которым последовательно выполнены 59 моносегментарных экстирпаций полупозвонков (в 4 случаях полупозвонки локализовались на двух уровнях, операции проведены в сроки не менее 4 мес. между ними). Средний возраст детей на момент операции составил 4 года 4 мес. (Me 3 года 8 мес.; min 10 мес., max 13 лет). С учетом возрастной периодизации распределение следующее: ≤3 года 11 мес. — 35 пациентов; 4 года < ... ≤ 6 лет 11 мес. — 15 пациентов и 7 лет и старше — 9 пациентов.

Всем пациентам перед операцией и в контрольные сроки выполняли: 1) рентгенографию позвоночника в двух проекциях — определение величины деформации и динамики коррекции в отдаленном периоде; 2) компьютерную томографию позвоночника — перед операцией для определения осевых размеров полупозвонка и диаметра корней дуг и тел интактных выше- и нижележащих позвонков, после операции — для оценки выраженности костного блока.

Предметом исследования явились следующие параметры: 1) длительность операции, оцененная в минутах; 2) объем абсолютной кровопотери (ОАК) в мл, оцененный гравиметрическим методом; 3) объем относительной кровопотери (ОК), оцененный в % по отношению ОАК к объему циркулирующей крови, рассчитанному по референсному возрастно-весовому показателю; 4) число и характер операционных осложнений. В качестве дополнительных параметров, не имеющих прямой связи с применением UBS, оценивали величину коррекции деформации (по Cobb), а также ее динамику в раннем (до 30 суток), отсроченном (от 30 до 90 суток) и позднем (более 90 суток) периодах.

Изучено влияние на длительность операции и объем кровопотери таких факторов, как уровень вмешательства (грудные и поясничные экстирпации), возраст пациентов, а также протяженность задней инструментации — фиксации одного (исключая полупозвонки), двух или трех и более позвоночно-двигательных сегментов.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнена в программе «Statistical Package for the Social Sciences» (SPSS), версия 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, США). Проверку исследуемых параметров на нормальность распределения проводили по критерию

Колмогорова–Смирнова. Для всех параметров уровень двусторонней значимости составил $p < 0,01$, что свидетельствует о ненормальности их распределения, в связи с чем результаты представлены в виде $M \pm m$ и Me (min, max). Для оценки статистической значимости различий длительности операции и кровопотери в зависимости от локализации полупозвонка использован U-критерий Манна–Уитни. Оценка статистической значимости различий исследуемых показателей при различной протяженности задней инструментальной фиксации (ЗИФ) и возрастных коридоров проведена по H-критерию Краскела–Уоллиса. Различия признавались статистически значимыми при двустороннем $p < 0,05$.

Хирургическая техника

Из заднего срединного доступа скелетировали дугу и поперечные отростки полупозвонка, а также дуги одного или двух краниального и каудального позвонков. После маркировки (рис. 1) экстирпацию полупозвонка осуществляли в следующей последовательности: при помощи остеотомической насадки UBS отсекали у основания поперечный отросток полупозвонка и его удаляли. При вмешательствах в грудном отделе выделяли и пересекали позвоночный конец ребра в области шейки; последующее удаление этого фрагмента обеспечивало выход на боковую поверхность аномального полупозвонка. Заднюю клиновидную вертебротомию проводили, удаляя дугу полупозвонка вместе с отсеченным нижним суставным отростком верхнего смежного позвонка.

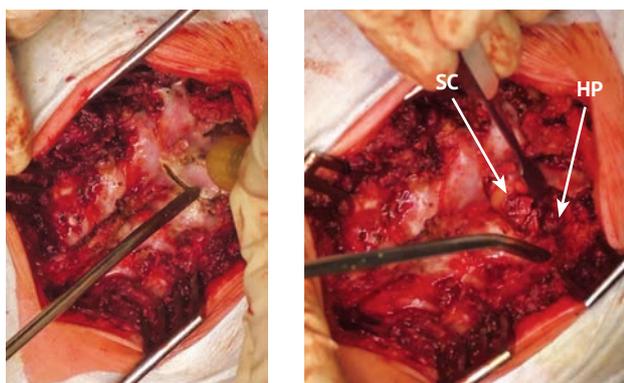


Рис. 1. Этапы остеотомии задней колонны:
SC — spinal cord;
HP — hemivertebra pedicle

Fig. 1. The stages of posterior column osteotomy:
SC — spinal cord;
HP — hemivertebra pedicle

После удаления задних отделов обнажались позвоночный канал и ножка дуги полупозвонка. Последующие этапы удаления осуществляли шейверной насадкой UBS с выходом на его тело через корень (рис. 2). После удаления всех костных структур полупозвонка узким распатором боковыми костными ложками и кусачками Керрисона резецировали смежные межпозвонковые диски в пределах замыкательных пластин смежных позвонков. Медиальную замыкательную пластинку тела полупозвонка, прилежащую к позвоночному каналу, удаляли последней UBS шейвером, что минимизировало риск кровотечения из вен эпидурального пространства. Кровотечение из корешковых сосудов останавливали коагуляцией, из эпидуральных вен — местными гемостатическими материалами.

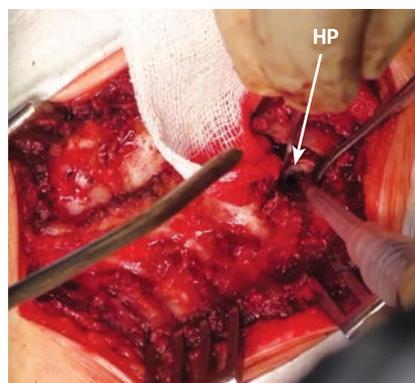


Рис. 2. Этап удаления тела полупозвонка по принципу “egg shell”:
HP — hemivertebra pedicle

Fig. 2. The stage of the hemivertebra body extirpation by the principle of “egg shell”:
HP — hemivertebra pedicle

Установку опорных элементов (винтов, крючков), инструментальную коррекцию деформации, корпородез и задний спондилодез осуществляли по стандартной методике, рассчитывая протяженность задней инструментации с учетом зоны стабильности, оцениваемой по среднесакральной линии (CSVL, оси, восстановленной через середину S1 позвонка). Предпочтение отдавали винтовым опорным элементам, устанавливая их по методике “free hands”. Крючки использовали в случае определенной по КТ критичной величине корней дуг опорных позвонков — меньше диаметра минимального транспедикулярного винта из размерной линейки. В качестве пластического материала использовали костные элементы удаленного полупозвонка. Рану герметично ушивали без дополнительного дренирования.

Клинические примеры представлены на рисунках 3 и 4.

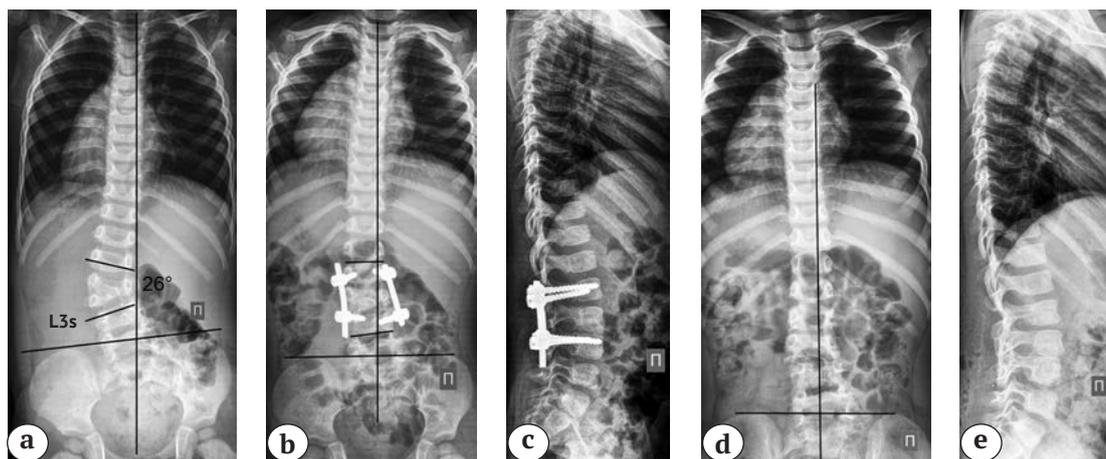


Рис. 3. Пациентка 1 год 10 мес.: врожденная сколиотическая деформация на фоне полупозвонка L3s. Рентгенограмма до операции (а). Выполнена дорсальная экстирпация полупозвонка, задняя транспедикулярная фиксация L2–4, длительность операции 120 мин., операционная кровопотеря 100 мл (7,8% от ОЦК). Рентгенограммы спустя 1 год после операции (b, c) и после удаления ЗИФ (d, e)

Fig. 3. The female infant of 1 year 10 months age: congenital scoliotic deformity with L3s hemivertebra. X-ray before the surgery (a). Dorsal hemivertebra extirpation and posterior transpedicular fixation L2–4 were performed, the operative time 120 min, the surgical blood loss of 100 ml (7.8% of the circulating blood volume). X-ray in 1 year after the surgery (b, c) and after the removal of the posterior instrumentation fixation (d, e)

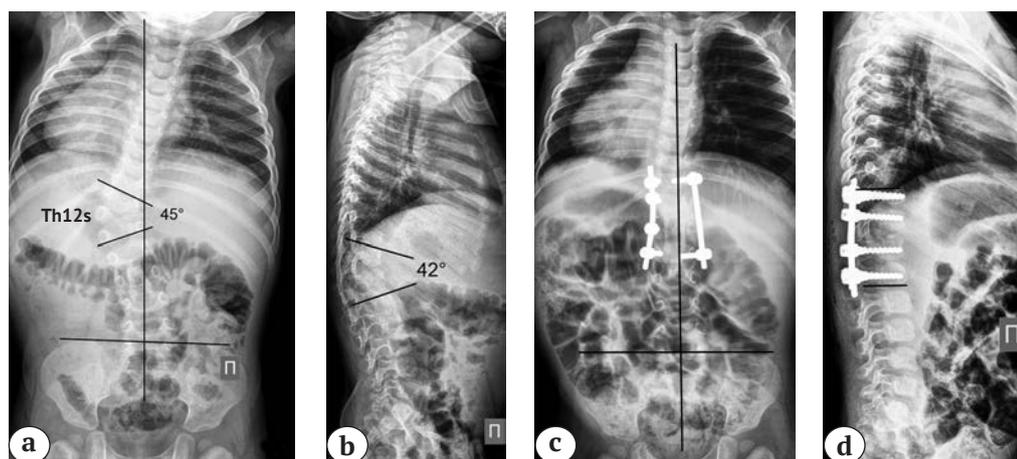


Рис. 4. Пациент 10 мес.: врожденная кифосколиотическая деформация на фоне полупозвонка Th12s. Рентгенограммы до операции (а, b). Выполнена дорсальная экстирпация полупозвонка, задняя транспедикулярная фиксация Th10–L1, длительность операции 130 мин., операционная кровопотеря 30 мл (5% от ОЦК). Рентгенограммы спустя 1 год 1 мес. после операции (c, d)

Fig. 4. The male infant of 10 months. Congenital kyphoscoliotic deformity with Th12s hemivertebra. X-ray before the surgery (a, b). The dorsal extirpation of the hemivertebra and posterior transpedicular fixation Th10–L1 were performed, the operative time 130 min, the surgical blood loss of 30 ml (5% of the circulating blood volume). X-ray in 1 year 1 month after the surgery (c, d)

Результаты

Тридцать шесть из 59 экстирпаций проведены в грудном отделе (Th2–12), 23 — в поясничном (L1–4). В случае продавливания педикулы при компрессионном маневре (5 наблюдений) винты меняли на крючки, не продлевая протяженности заранее выбранной зоны фиксации. Помимо продавливания педикул, других интраоперационных осложнений не зарегистрировано.

Катамнез прослежен в сроки 1 год 2 мес. (Me 1 год 1 мес.; min 6 мес.; max 5 лет 5 мес.). В отсроченном периоде (6 мес.), по данным КТ, выявлены 4 случая мальпозиции транспедикулярных винтов (что составило 1,5% от общего числа установленных винтов): во всех наблюдениях имелось латеральное смещение, соответствующее типу C по Gertzbein-Robbins (менее 4 мм), не сопровождавшееся потерей операционной коррекции и не требовавшее повторного оперативного лечения.

Динамика величины деформации, оцененная с учетом ее исходного характера и уровня аномалии, представлена в таблице 1. Представленные данные сопоставимы с величиной коррекции деформации, полученной в других исследованиях, что подтверждает то, что техника экстирпации не влияет на величину коррекции [17, 18, 19, 20, 21].

Потери коррекции деформации, потребовавшей ревизионных вмешательств, к концу наблюдения не отмечено.

Длительность операции и величина операционной кровопотери, оцененные с учетом уровня аномалии, представлены в таблице 2.

Исследование не выявило значимой связи длительности операции и объема операционной кровопотери от протяженности ЗИФ. В свою очередь, возраст пациентов имел прямую корреляцию с объемом абсолютной кровопотери, однако при пересчете на величину относительной кровопотери (% от ОЦК) подобная зависимость оказалась не подтверждена (табл. 3).

Таблица 1

Динамика деформации позвоночника

Тип деформации	Оцениваемый показатель	До операции		После операции		p	
		Th	L	Th	L		
Изолированный сколиоз (n = 36)	M±m	37±11°	29±8°	8±7°	4±3°	p ¹ <0,001	
	Me (min; max)	35° (18°; 58°)	28° (14°; 42°)	4° (1°; 27°)	1° (1°; 15°)	p ² = 0,001	
Кифосколиоз (n = 23):	– кифотический компонент	M±m	33±11°	28±17°	7±67°	6±4°	p ¹ <0,001
		Me (min; max)	30° (16°; 58°)	28° (10°; 60°)	7° (1°; 30°)	1° (1°; 25°)	p ² = 0,016
	– сколиотический компонент	M±m	36±9°	32±8°	3±2°	4±3°	p ¹ = 0,001
		Me (min; max)	37° (23°; 52°)	34° (18°; 44°)	3° (1°; 8°)	1° (1°; 21°)	p ² = 0,035

Значимость различий определена по критерию Уилкоксона; уровень значимости p¹ — для деформаций грудного отдела (Th), p² — для деформаций поясничного отдела (L).

Таблица 2

Длительность операции и операционная кровопотеря с учетом уровня аномалии

Показатель	Средние значения (M±m)	Th	L	p
Длительность операции, мин.	145±44	131±33	165±50	0,005
Абсолютная кровопотеря, мл	112±69	105±74	123±59	0,178
Относительная кровопотеря, % от ОЦК	8,8±4,8	6,8±3,1	11,5±5,5	0,002

Значимость различий определена по U-критерию Манна – Уитни.

Таблица 3

Корреляция длительности операции и объема кровопотери с протяженностью задней инструментации и возрастом пациентов

Параметры	Протяженность ЗИФ			Возраст, лет + мес.			p
	1 ПДС	2 ПДС	≥3 ПДС	≤3 + 11	4–6 + 11	≥7	
Длительность операции, мин.	148±55	151±48	146±35	146±48	130±36	130±15	p ¹ = 0,957; p ² = 0,458
Абсолютная кровопотеря, мл	92±59	108±64	108±75	89±56	115±70	191±89	p ¹ = 0,967; p ² = 0,023
Относительная кровопотеря, % от ОЦК	9,4±6,1	8,5±2,7	8,5±4,5	8,8±5,7	8,0±3,8	9,1±3,7	p ¹ = 0,997; p ² = 0,894

Значимость различий определена по Н-критерию Краскела–Уоллиса; уровень значимости p¹ — для различной протяженности ЗИФ, p² — для различных возрастных групп; ПДС — позвоночно-двигательный сегмент.

Обсуждение

Хирургическое лечение врожденных деформаций позвоночника у детей на фоне полупозвонок продолжает считаться травматичным вмешательством с относительно высокой частотой осложнений [22, 23, 24], статистически связанных с длительностью операции и объемом кровопотери [25, 26, 27]. Именно поэтому одним из путей их снижения может считаться ультразвуковой костный скальпель, первично использованный в хирургии дегенеративной патологии шейного отдела позвоночника [28, 29]. Наибольший опыт его использования у детей представлен S. Wahlquist с соавторами [30], установившими достоверное снижение длительности операции и объема кровопотери при применении UBS у пациентов с идиопатическими сколиозами (AIS), в то время как при нейромышечных деформациях значительное (на 43%) снижение кровопотери сопровождалось незначительным (на 7%) увеличением длительности операций.

Оценивая публикационные тренды, посвященные экстирпации полупозвонок у детей, необходимо отметить сложившийся консенсус в отношении возможности проведения подобной операции из изолированного дорсального доступа как в грудном, так и в поясничном отделах позвоночника, считая его достаточным для полноценной резекции костных структур полупозвонок и смежных межпозвоночных дисков, а также для обеспечения полноценной коррекции деформации и переднего спондилодеза. Именно выполнение операции из дорсального доступа было решающим критерием при включении в анализ публикаций, выявленных при информационном поиске глубиной 5 лет (2015–2019) в базах данных PubMed, Google Scholar, Clinical Key с использованием ключевых слов hemivertebra

resection, congenital scoliosis, kyphosis и ultrasonic bone scalpel.

Характеристика публикаций представлена в таблице 4. Итоговому анализу подверглись 13 публикаций, суммирующих 373 дорсальные педикулярные экстирпации полупозвонок у детей, осуществленных с применением высокоскоростного бура. Нельзя не отметить, что наша работа в сравнении с анализируемыми является второй по числу наблюдений и близка по среднему возрасту детей на момент операции к работе L. Ma с соавторами, включающей наибольшее число наблюдений с наименьшим средним возрастом оперированных пациентов [13].

Средний возраст включенных в анализируемые работы детей на момент операции составил 7 лет (min 3,0; max 17,0). Сопоставление абсолютной операционной кровопотери в собственной когорте с работами авторов, на наш взгляд, было не вполне корректно ввиду разнородности среднего возраста пациентов (4 года 4 мес. vs 7 лет), в связи с чем проведен перерасчет относительных объемов кровопотери согласно следующей формуле:

$$V \text{ отн. кр. (\%)} = V \text{ абс. кр. (мл)} : \text{ОЦК (мл)} \times 100\%,$$

где V отн. кр. — относительный объем кровопотери; V абс. кр. — объем абсолютной кровопотери; ОЦК — объем циркулирующей крови, оцениваемый согласно средним возрасто-весовым показателям.

Усредненная длительность операции по публикациям составила 3 ч. 58 мин., абсолютный объем кровопотери — 502 мл, относительный — 28,1% от ОЦК. Представленные данные позволяют констатировать, что в нашей группе при несколько меньшем среднем возрасте пациентов (4 года 4 мес.) удалось снизить длительность операции и относительный объем кровопотери на 39,1% и 68,7% соответственно.

Таблица 4

Публикации (2015–2019) и сводные показатели

Автор	Число наблюдений	Средний возраст, лет + мес.	Локализация (кол-во наблюдений)	Длительность операции, мин.	Кровопотеря, мл / % от ОЦК	Осложнения (кол-во наблюдений)
Y. Wang с соавт., 2019 [9]	23	7 + 8	L (10); L-S (13)	196	271 / 14,1	транзиторийный нейродифцит (1), мальпозиция ТПФ (1)
Y. Huang с соавт., 2019 [23]	21	11 + 5	Th (21)	240	809 / 26,6	транзиторийный нейродифцит (1), мальпозиция ТПФ (2), прогрессирующее деформации (4)
D. Liu с соавт., 2019 [8]	50	10 + 1	Th (10); L (40)	259 (radical resection) 206 (partial resection)	690 (radical resection) / 26,9 502 (partial resection) / 19,6	транзиторийный нейродифцит (2), повреждение ТМО (2), мальпозиция ТПФ (1), РЖК (4)
L. Ma с соавт., 2019 [13]	103	3 + 0	n. i.	176	225 / 19,8	поверхностная ИОХВ (4), транзиторийный нейродифцит (1)
S. Wang с соавт., 2017 [17]	18	5 + 4	Th10-L2 (9) L-S (3)	175	334 / 22,8	нейродифцит (1)
R. Erturer с соавт., 2017 [10]	9	9 + 2	Th3-11 (4) Th12-L1 (5)	292	236 / 10,3	нет
S. Basu с соавт., 2017 [25]	20	9 + 2	Th (10); L (10)	300	611 / 26,8	мальпозиция ТПФ (1)
Y. Zhang с соавт., 2017 [22]	15	11 + 9	n. i.	282	836 / 26,7	глубокая ИОХВ (1)
J. Guo с соавт., 2016 [18]	39	3 + 6	Th1-5 (8); Th6-9 (5); Th10-L2 (20); L3-S1 (10)	189	306 / 25,8	мальпозиция ТПФ (1), перелом стержня (1), прогрессирующее кифоза (1)
Q. Zhuang с соавт., 2016 [21]	14	10	L5 (8); L5-S1 (5); L6 (1)	207	235 / 9,2	мальпозиция ТПФ (1)
Y. Feng с соавт., 2016 [20]	19	5 + 10	Th1-9 (7); Th10-L2 (8); L3-4 (4)	153	214 / 13,9	мальпозиция ТПФ (2)
D.G. Chang с соавт., 2015 [19]	18	6 + 6	n. i.	158	472 / 28,2	поверхностная ИОХВ (1), прогрессирующее деформации (2)
M.A. Qureshi с соавт., 2015 [24]	24	17 + 0	n. i.	263	787 / 18,2	транзиторийный нейродифцит (1), поверхностная ИОХВ (2), РЖК (1), мальпозиция ТПФ (1)
Суммарные показатели по анализируемым статьям	373	7 + 0	Th (65); Th-L (42); L (65); L-S (31)	238	502 / 28,1	мальпозиция ТПФ (9), транзиторийный нейродифцит (7), прогрессирующее деформации (6), повреждение ТМО (2)

n. i. = non indicated; РЖК — проксимальный контактный кифоз.

Несколько неожиданным результатом исследования оказалось выявление того факта, что применение UBS при экстирпации полупозвонок в грудном отделе сопряжено с меньшей длительностью и объемом кровопотери, чем в поясничном, что, возможно, обусловлено большим размером поясничных эпидуральных («бетсоновских») вен. Кроме того, использование UBS позволило исключить риски таких осложнений, как повреждение твердой мозговой оболочки и транзиторный нейродефицит, отмеченные в 5 из 13 анализируемых публикаций.

Ограничение исследования

Авторы отмечают ограниченное число детей, оперированных в возрасте старше 4 лет, особенно, старше 7 лет, в сопоставлении с младшей возрастной группой.

Заключение

Полученные в ходе исследования результаты позволяют констатировать следующее:

- использование UBS при дорсальной педикулярной экстирпации полупозвонок у детей позволяет сократить длительность операции и объем кровопотери в сравнении с применением стандартного высокоскоростного бура;
- применение UBS обеспечивает безопасность операции в отношении потенциально возможных неврологических осложнений — травмы твердой мозговой оболочки и транзиторных нейропатий;
- экстирпации поясничных полупозвонок с применением UBS сопровождаются большей длительностью и объемом кровопотери, чем грудных;
- протяженность задней инструментальной фиксации при экстирпации полупозвонок не оказывает значимого влияния на время операции и объем кровопотери;
- возраст пациентов влияет на объем абсолютной кровопотери, однако его влияние на относительный показатель кровопотери (% от ОЦК) не установлено.

Литература [References]

1. Winter R.B., Moe J.H., Eilers V.E. Congenital scoliosis: a study of 234 patients treated and untreated, part I: natural history. *J Bone Joint Surg Am.* 1968;50(1):1-15.
2. Ruf M., Jensen R., Letko L., Harms J. Hemivertebra resection and osteotomies in congenital spine deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(17):1791-1799. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ab6290.
3. Feng Y., Hai Y., Zhao S., Zang L. Hemivertebra resection with posterior unilateral intervertebral fusion and transpedicular fixation for congenital scoliosis: results with at least 3 years of follow-up. *Eur Spine J.* 2016;25(10):3274-3281. doi: 10.1007/s00586-016-4556-7.
4. Ruf M., Harms J. Hemivertebra resection by a posterior approach: innovative operative technique and first results. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(10):1116-1123. doi: 10.1097/00007632-200205150-00020.
5. Kose K.C., Inanmaz M.E., Altinel L., Bal E., Caliskan I., Isik C., Ergan V. Convex short segment instrumentation and hemi-chevron osteotomies for Putti type 1 thoracic hemivertebrae: a simple treatment option for patients under 5 years old. *J Spinal Disord Tech.* 2013;26(6):E240-247. doi: 10.1097/BSD.0b013e318288716e.
6. Рябых С.О., Ульрих Э.В. Экстирпация полупозвонок у детей через корень дуги. *Хирургия позвоночника.* 2013;(4):30-35. doi: 10.14531/ss2013.4.30-35. Ryabykh S.O., Ulrikh E.V. [Transpedicular hemivertebra resection in children]. *Khirurgiya pozvonochnika [Spine Surgery].* 2013;(4):30-35. (In Russian). doi: 10.14531/ss2013.4.30-35.
7. Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков. *Хирургия позвоночника.* 2013;(2):32-37. doi: 10.14531/ss2013.2.32-37. Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Efremov A.M. Surgical treatment of children with congenital thoracic spine deformity associated with vertebral malformation. *Khirurgiya pozvonochnika [Spine Surgery].* 2013;(2):32-37. (In Russian). doi: 10.14531/ss2013.2.32-37.
8. Liu D., Shi B., Shi B., Li Y., Xia S., Liu Z. et al. Partial hemivertebra resection (grade 4 osteotomy) for congenital scoliosis: a comparison with radical hemivertebra resection. *World Neurosurg.* 2019;130:e1028-e1033. doi: 10.1016/j.wneu.2019.07.070.
9. Wang Y., Liu Z., Du C., Shi B., Sun X., Wang B. et al. The radiological outcomes of one-stage posterior-only hemivertebra resection and short segmental fusion for lumbosacral hemivertebra: a minimum of 5 years of follow-up. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):426. doi: 10.1186/s13018-019-1482-5.
10. Erturer R.E., Kilinc B.E., Gokcen B., Erdogan S., Kara K., Ozturk C. The results of hemivertebra resection by the posterior approach in children with a mean follow-up of five years. *Adv Orthop.* 2017;2017:4213413. doi: 10.1155/2017/4213413.
11. Рябых С.О., Филатов Е.Ю., Савин Д.М. Результаты экстирпации полупозвонок комбинированным, дорсальным и педикулярным доступами: систематический обзор. *Хирургия позвоночника.* 2017;14(1):14-23. doi: 10.14531/ss2017.1.14-23. Ryabykh S.O., Filatov E.Yu., Savin D.M. [Results of hemivertebra excision through combined, posterior and transpedicular approaches: systematic review]. *Khirurgiya pozvonochnika [Spine Surgery].* 2017;14(1):14-23. (In Russian). doi: 10.14531/ss2017.1.14-23.
12. Elsamadicy A.A., Adogwa O., Vuong V.D., Mehta A.I., Vasquez R.A., Cheng J. et al. Association of Intraoperative Blood Transfusions on postoperative complications, 30-day readmission rates, and 1-year patient-reported outcomes. *Spine.* 2017;42(8):610-615. doi: 10.1097/BRS.0000000000001803.
13. Ma L., Zhang J., Shen J., Zhao Y., Li S., Yu X., Huang Y. Predictors for blood loss in pediatric patients younger than 10 years old undergoing primary posterior hemivertebra resection: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):297. doi: 10.1186/s12891-019-2675-0.

14. Seicean A., Alan N., Seicean S., Neuhauser D., Weil R.J. The effect of blood transfusion on short-term, perioperative outcomes in elective spine surgery. *J Clin Neurosci*. 2014;21(9):1579-1585. doi: 10.1016/j.jocn.2014.03.003.
15. Bartley C.E., Bastrom T.P., Newton P.O. Blood loss reduction during surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis utilizing an ultrasonic bone scalpel. *Spine Deform*. 2014;2(4):285-290. doi: 10.1016/j.jspd.2014.03.008.
16. Мушкин А.Ю., Наумов Д.Г., Уменушкина Е.Ю. Экстирпация грудных и поясничных полупозвонков у детей: как техника операции влияет на ее травматичность? (предварительные результаты и обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2018; 24(3):83-90. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-83-90. Mushkin A.Yu., Naumov D.G., Umenushkina E.Yu. [Thoracic and lumbar hemivertebra excision in pediatric patients: how does the operation technique influence on outcomes? (cohort analysis and literature review)]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):83-90. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-83-90.
17. Wang S., Zhang J., Qiu G., Li S., Zhang Y., Yang Y., Weng X. Posterior-only hemivertebra resection with anterior structural reconstruction with titanium mesh cage and short segmental fusion for the treatment of congenital scoliosis: the indications and preliminary results. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(22):1687-1692. doi: 10.1097/BRS.0000000000002197.
18. Guo J., Zhang J., Wang S., Zhang Y., Yang Y., Yang X. et al. Surgical outcomes and complications of posterior hemivertebra resection in children younger than 5 years old. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):48. doi: 10.1186/s13018-016-0381-2.
19. Chang D.G., Kim J.H., Ha K.Y., Lee J.S., Jang J.S., Suk S.I. Posterior hemivertebra resection and short segment fusion with pedicle screw fixation for congenital scoliosis in children younger than 10 years: greater than 7-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(8):E484-491. doi: 10.1097/BRS.0000000000000809.
20. Feng Y., Hai Y., Zhao S., Zang L. Hemivertebra resection with posterior unilateral intervertebral fusion and transpedicular fixation for congenital scoliosis: results with at least 3 years of follow-up. *Eur Spine J*. 2016;25(10):3274-3281. doi: 10.1007/s00586-016-4556-7.
21. Zhuang Q., Zhang J., Li S., Wang S., Guo J., Qiu G. One stage posterior-only lumbosacral hemivertebra resection with short segmental fusion: a more than 2-year follow-up. *Eur Spine J*. 2016;25(5):1567-1574. doi: 10.1007/s00586-015-3995-x.
22. Zhang Y., Yang J., Zhou L., Pan A., Hai Y. Selective hemivertebrae resection in a congenital scoliosis patient with multiple hemivertebrae deformities. *Eur Spine J*. 2017;26(6):1577-1583. doi: 10.1007/s00586-017-4960-7.
23. Huang Y., Feng G., Liu L., Yang X., Song Y., Zhou C. et al. Posterior hemivertebra resection for upper thoracic congenital scoliosis: be aware of high risk of complications. *J Pediatr Orthop B*. 2019;28(1):1-9. doi: 10.1097/BPB.0000000000000538.
24. Qureshi M.A., Pasha I.F., Khalique A.B., Talha M., Afzal W., Ahmad N. et al. Outcome of hemivertebra resection in congenital thoracolumbar kyphosis and scoliosis by posterior approach. *J Pak Med Assoc*. 2015;65(11 Suppl 3):S142-146.
25. Basu S., Tikoo A. Posterior hemivertebrectomy and short segment fixation long term results. *Child Nerv Syst*. 2017;33(2):321-328. doi: 10.1007/s00381-016-3317-6.
26. Zheng F., Cammisa F.P. Jr., Sandhu H.S., Girardi F.P., Khan S.N. Factors predicting hospital stay, operative time, blood loss, and transfusion in patients undergoing revision posterior lumbar spine decompression, fusion, and segmental instrumentation. *Spine*. 2002;27(8):818-824. doi: 10.1097/00007632-200204150-00008.
27. Woods B.I., Rosario B.L., Chen A., Waters J.H., Donaldson W. 3rd, Kang J. et al. The association between perioperative allogeneic transfusion volume and postoperative infection in patients following lumbar spine surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(23):2105-2110. doi: 10.2106/JBJS.L.00979.
28. Dave B.R., Degulmadi D., Dahibhate S., Krishnan A., Patel D. Ultrasonic Bone Scalpel: Utility in Cervical Corpectomy. A Technical Note. *Eur Spine J*. 2019;28(2):380-385. doi: 10.1007/s00586-018-5536-x.
29. Nakase H., Matsuda R., Shin Y., Park Y.S., Sakaki T. The use of ultrasonic bone curettes in spinal surgery (Technical note). *Acta Neurochir*. 2006;148:207-213. doi: 10.1007/s00701-005-0655-7.
30. Wahlquist S., Nelson S., Glivar P. Effect of the Ultrasonic Bone Scalpel on Blood Loss During Pediatric Spinal Deformity Correction Surgery. *Spine Deform*. 2019;7(4):582-587. doi: 10.1016/j.jspd.2018.10.002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наумов Денис Георгиевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. dgnaumov1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9892-6260>

Мушкин Александр Юрьевич — д-р. мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель Научно-клинического центра патологии позвоночника, руководитель Клиники детской хирургии и ортопедии, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. aumushkin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1342-3278>

AUTHORS' INFORMATION:

Denis G. Naumov — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Orthopedic Surgeon, St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia. dgnaumov1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9892-6260>

Aleksandr Yu. Mushkin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Leading Researcher, Head of the Scientific and Clinical Centre for Spinal Pathology, Head of the Pediatric Surgery and Orthopedic Clinic, St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg, Russia. aumushkin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1342-3278>

Филатов Егор Юрьевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. filatov@ro.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3390-807X>

Рябых Сергей Олегович — д-р. мед. наук, руководитель клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, заместитель директора по образованию и взаимодействию с регионами, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. rso_@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-0521>

Челпаченко Олег Борисович — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, врач травматолог-ортопед, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, Россия, Москва. chelpachenko81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0333-3105>

Egor Yu. Filatov — Cand. Sci. (Med.), Researcher, National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia. filatov@ro.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3390-807X>

Sergey O. Ryabikh — Dr. Sci. (Med.), Head of Spine Pathology and Rare Diseases Clinic, Deputy Director, National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia. rso_@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-0521>

Oleg B. Chelpachenko — Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher, National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia. chelpachenko81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0333-3105>

Заявленный вклад авторов:

Наумов Д.Г. — разработка дизайна исследования, написание текста рукописи, статистический анализ, обзор литературы.

Мушкин А.Ю. — разработка дизайна исследования, редакция рукописи.

Филатов Е.Ю. — статистический анализ, обзор литературы.

Рябых С.О. — редакция рукописи.

Челпаченко О.Б. — обзор литературы.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Научная статья
УДК 616.718.16-001.5-089.227.84
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-56-67>

Сравнительный анализ использования доступов Летурнеля и Стоппа с выполнением латерального окна при остеосинтезе переломов вертлужной впадины

Н.Н. Заднепровский, П.А. Иванов, А.А. Саутенко, Р.И. Валиева, А.В. Неведров

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

Реферат

Актуальность. «Золотым стандартом» лечения переломов вертлужной впадины со смещением является открытая репозиция и внутренняя фиксация отломков. Известны следующие передние хирургические доступы к вертлужной впадине: подвздошно-паховый (Летурнеля), комбинация переднего внутритазового доступа (Стоппа) в сочетании с латеральным окном доступа Летурнеля, передний внутритазовый доступ (Стоппа) и параректальный доступ. Первые два доступа являются самыми популярными в мировой практике тазовой хирургии. **Цель исследования** – сравнить хирургические доступы Летурнеля и Стоппа + латеральное окно (с остеотомией передней верхней ости и без) при лечении переломов вертлужной впадины по следующим показателям: качество репозиции отломков, время операции, интраоперационная кровопотеря, повреждение нервных структур, угол обзора и удобство использования тазовых инструментов для репозиции. **Материал и методы.** Проведен сравнительный анализ 53 случаев лечения пациентов, которым выполнили накостный остеосинтез переломов вертлужной впадины. Пациенты были разделены на две группы. В группе 1 применяли доступ Летурнеля ($n = 27$), в группе 2 – доступ Стоппа + латеральное окно ($n = 26$). Вторую группу разделили на две подгруппы: в подгруппе 2А выполняли остеотомию передней верхней ости крыла таза ($n = 13$), а в подгруппе 2Б – не выполняли ($n = 13$). Сравнивали следующие показатели: качество репозиции отломков, время операции, интраоперационную кровопотерю, повреждение нервных структур, угол обзора и удобство использования тазовых инструментов для репозиции. **Результаты.** Сравнение двух доступов показало, что показатели репозиции отломков, общей кровопотери и времени операции не имеют существенных отличий и статистически не значимы ($p > 0,05$). Неврологических осложнений в группе 1 было больше, но на результат лечения они не повлияли. Угол сектора обзора во время операции при остеотомии передней верхней ости крыла таза составляет около 90° , что способствует более эффективному использованию репозиционных инструментов. Функциональные результаты лечения в сроки 12 мес. после операции в обеих группах были одинаковы. **Заключение.** Доступы Летурнеля и Стоппа + латеральное окно равнозначны по степени репозиции, времени операции и кровопотере во время операции. Применение доступа Стоппа + латеральное окно в отличие от доступа Летурнеля позволяет избежать ятрогенной парестетической мералгии. Доступ Стоппа с выполнением латерального окна и остеотомией передней верхней ости крыла таза обеспечивает лучшую визуализацию передней колонны вертлужной впадины и предоставляет большую степень свободы для хирурга во время манипуляций с репозиционными инструментами по сравнению с классическим латеральным окном.

Ключевые слова: перелом вертлужной впадины, доступ Стоппа, подвздошно-паховый доступ Летурнеля.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Заднепровский Н.Н., Иванов П.А., Саутенко А.А., Валиева Р.И., Неведров А.В. Сравнительный анализ использования доступов Летурнеля и Стоппа с выполнением латерального окна при остеосинтезе переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):56-67. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-56-67.

Cite as: Zadneprovskiy N.N., Ivanov P.A., Sautenko A.A., Valieva R.I., Nevedrov A.V. [Compare of Anterior Approaches in Acetabular Fractures Treated by the Standard Ilioinguinal Versus the Stoppa/Iliac Approaches]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):56-67. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-56-67.

Заднепровский Никита Николаевич / Nikita N. Zadneprovskiy; e-mail: zacuta2011@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 11.10.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 23.11.2020.

© Заднепровский Н.Н., Иванов П.А., Саутенко А.А., Валиева Р.И., Неведров А.В., 2020

Compare of Anterior Approaches in Acetabular Fractures Treated by the Standard Ilioinguinal Versus the Stoppa/Iliac Approaches

Nikita N. Zadneprovskiy, Pavel A. Ivanov, Alexander A. Sautenko, Rozalina I. Valieva, Alexander V. Nevedrov

Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russia

Abstract

Background. In acetabular fractures, the correct choice of the surgical approach is mandatory to achieve accurate reduction and to avoid complications. Anterior approaches include the ilioinguinal, the Stoppa, the iliofemoral and the pararectal exposures. The ilioinguinal and the Stoppa approaches are the most ones nowadays. **The purpose of the study** was to compare the efficacy of modified Stoppa and ilioinguinal approach in the management of acetabular fractures in terms of quality of reduction achieved, complication rates, functional outcomes, operative time, intraoperative blood loss, view angle of the surgical wound, the applicability of the forceps. **Materials and Methods.** The study enrolled 53 adult patients. We evaluated 53 cases of treatment of patients underwent acetabular fractures osteosynthesis. The patients were divided into two groups. We used the Letournel approach in group 1 ($n = 27$), the Stoppa/iliac approach — in group 2 ($n = 26$). The group 2 was split into two subgroups: in subgroup 2A, osteotomy of the anterior superior spine was performed ($n = 13$), in subgroup 2B, we did not perform it ($n = 13$). The following parameters were compared: the quality of reposition of fragments, operation time, intraoperative blood loss, damage to neural structures, viewing angle, and ease of use of pelvic instruments for reduction. The functional outcome was assessed by the Majeed scale. **Results.** Comparison of the two approaches showed that the indices of reduction of fragments, total blood loss and operation time did not differ significantly and were not statistically significant ($p > 0.05$). However, there were more neurological complications in group 1, but they did not affect the treatment outcome. The angle of the sector of view during the operation with osteotomy of the anterior superior spine of the pelvic wing is about 90° , which contributes to a more efficient use of repositioning instruments. The functional results of treatment were the same in both groups in 12 months after surgery. **Conclusion.** The Letournel and the Stoppa/iliac approach are equivalent in terms of the degree of reduction, operation time and blood loss during the operation. Application the Stoppa/iliac approach helps to avoid iatrogenic meralgia paresthetica unlike Letournel approach. The Stoppa/iliac approach and osteotomy of the anterior superior spine provides better visualization and provides a greater degree of freedom for the surgeon during manipulation tools for reposition.

Keywords: acetabular fractures, Stoppa approach, ilioinguinal Letournel approach.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Золотым стандартом лечения переломов вертлужной впадины со смещением является открытая репозиция и внутренняя фиксация отломков [1, 2]. Правильный выбор хирургического доступа является определяющим фактором выполнения точной репозиции отломков [3]. В зависимости от локализации наибольшего смещения отломков, характера перелома вертлужной впадины и состояния мягких тканей в зоне предполагаемой операции выбор хирургического доступа является одним из условий, влияющих на снижение количества послеоперационных осложнений и функциональный результат в целом [4, 5, 6, 7].

Доступ к передней колонне вертлужной впадины традиционно выполняют через подвздошно-паховый доступ, разработанный Э. Летурнелем (E. Letournel) в 1965 г. [8]. Передний внутритазовый доступ Стоппа (R. Stoppa) стал применяться в тазовой хирургии в начале 1990-х гг. как альтернативный благодаря его меньшей травматичности [9]. Во время операции такой подход позволяет

обойтись без промежуточного среднего окна, как в классическом доступе Летурнеля, и работать с переломом боковой стенки вертлужной впадины со стороны малого таза. Очень часто доступ Стоппа сочетают с выполнением латерального окна в области крыла подвздошной кости, как при доступе Летурнеля [10]. С целью увеличения рабочего пространства латерального окна выполняют остеотомию передней верхней ости крыла подвздошной кости с последующей ее рефиксацией винтом. В НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского при хирургическом лечении переломов вертлужной впадины первым был освоен классический доступ Летурнеля. За последние 4 года мы стали активно применять передний внутритазовый доступ Стоппа в сочетании с дополнительным латеральным окном в качестве альтернативного хирургического доступа.

Цель исследования — сравнить хирургические доступы Летурнеля и Стоппа с выполнением латерального окна (с остеотомией передней верхней ости и без) при лечении переломов вертлужной

впадины по следующим показателям: качество репозиции отломков, время операции, интраоперационная кровопотеря, повреждение нервных структур, угол обзора и удобство использования тазовых инструментов для репозиции.

Материал и методы

Дизайн исследования

Ретроспективное когортное нерандомизированное.

Пациенты

В НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского за период с 01.01.2014 по 01.01.2019 г. было пролечено 114 пациентов с переломами вертлужной впадины. Большинство переломов вертлужной впадины явились результатом высокоэнергетической травмы (75% случаев) и наблюдались у пациентов преимущественно молодого возраста. Низкоэнергетические переломы вертлужной впадины в подавляющем числе случаев диагностировали у пациентов пожилого и старческого возраста. Всем пострадавшим оказана первая неотложная помощь согласно внутреннему протоколу, выполнены первичные рентгеновские снимки в стандартной переднезадней проекции [11]. После стабилизации состояния пострадавшего выполняли дополнительные косые проекции по R. Judet [12], переломы ранжировали согласно классификации Letournel [12] и АО/ОТА [13].

Критерием включения в исследование являлось наличие у пациента перелома вертлужной впадины со смещением, которое требовало оперативного лечения ($n = 68$).

Критерии исключения:

- отказ пациента от дальнейшего сотрудничества ($n = 6$);
- сопутствующий ипсилатеральный перелом головки бедренной кости (Pipkin) ($n = 5$);
- тяжелые когнитивные расстройства ($n = 2$);
- летальный исход ($n = 2$).



Таким образом, была сформирована группа из 53 пациентов.

Для уточнения предоперационного плана остеосинтеза вертлужной впадины выполняли КТ таза с 3D-реконструкцией при помощи программы Multivox на базе ОС Windows 7. Шести (11,3%) пациентам с транстектальными и юкстатектальными переломами вертлужной впадины и подвывихом головки бедренной кости монтировали скелетное вытяжение спицей в скобе за большеберцовую кость на уровне ее бугристости с укладыванием нижней конечности на шину Белера и осевой тракцией при помощи груза из расчета 1 кг груза на 10 кг пациента. Это предотвращало дальнейшее разрушение суставной поверхности головки бедренной кости об острые края отломков вертлужной впадины.

Двенадцати (22,6%) пациентам с переломом вертлужной впадины и протрузией головки бедренной кости в полость малого таза выполняли закрытое устранение вывиха бедра с удерживанием достигнутого положения в стержневом аппарате наружной фиксации «таз — бедро».

Формировали полный диагноз, включающий повреждения других анатомических областей скелета, а тяжесть повреждений определяли баллами по шкале ISS [14, 15].

Пациенты были разделены на две группы. Группа 1 включала 27 пациентов с переломами вертлужной впадины со смещением, оперированных через подвздошно-паховый доступ (Летурнеля). Группа 2 состояла из 26 пациентов с переломами вертлужной впадины, оперированных через передний внутритазовый доступ (Стоппа) с дополнительным латеральным хирургическим доступом (окном) (рис. 1).

Сравнивали: качество репозиции отломков, время выполнения операции, операционную кровопотерю, послеоперационные осложнения, повреждения нервных структур, угол обзора для хирурга и удобство использования инструментов для репозиции отломков.

В свою очередь, группа 2 была разделена на две подгруппы: подгруппа 2А состояла из 13 пациентов, которым выполняли латеральное окно с остеотомией передне-верхней ости крыла, подгруппа 2Б — из 13 пациентов без остеотомии (рис. 2).

Рис. 1. Доступы:

- а — доступ по Летурнелю;
- б — доступ по Стоппа с дополнительным латеральным окном в области гребня крыла подвздошной кости

Fig. 1. Approaches:

- а — Letournel approach;
- б — intrapelvic Stoppa approach with an added lateral window approach on the iliac crest

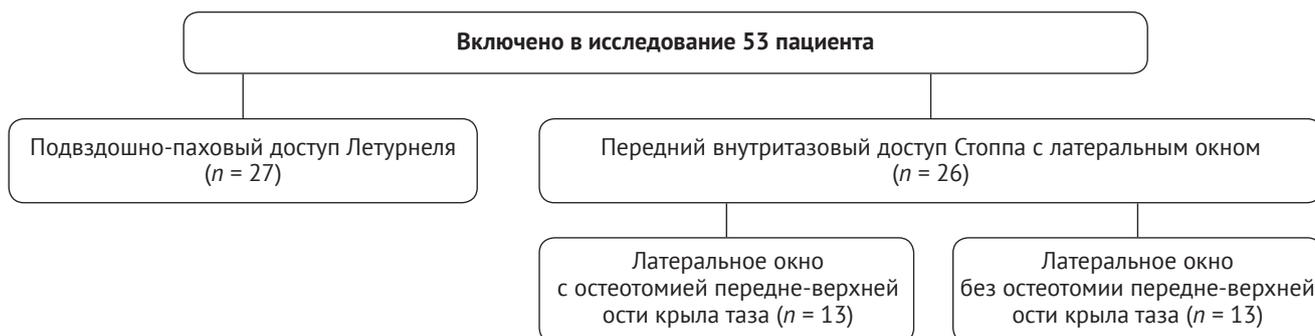


Рис. 2. Блок-схема исследования
Fig. 2. A patient flowchart

Хирургическая техника

Все пациенты были оперированы одной хирургической бригадой. Операции выполняли на хирургическом столе TruSystem 7500 U24 (Trumpf Medical, Германия). Пациенты находились на спине со свешенными через край операционного стола нижними конечностями с поролоновым валиком в подколенной области и матерчатым валиком в области крестца на стороне повреждения. Если предполагалось применение осевой тракции за нижнюю конечность во время операции, то скобу не убирали. В остальных случаях скелетное вытяжение или стержневые аппараты наружной фиксации демонтировали непосредственно перед оперативным вмешательством. Всем пациентам проводили эластичное бинтование нижних конечностей до уровня нижней трети бедра. Для контроля диуреза и исключения интраоперационного ятрогенного повреждения мочевого пузыря всем пациентам устанавливали катетер Фолея с моче-приемником. Интраоперационный рентгенологический контроль хирургических манипуляций вы-

полняли С-дугой ОЕС Fluorostar 7900 COMPACT2 (GE Healthcare, Великобритания).

При выполнении подвздошно-пахового доступа (Летурнеля) формировали три рабочих окна, которые обеспечивали доступ к передней колонне вертлужной впадины, если хирург стоит на стороне перелома и работает «вниз и вглубь» тазовой полости, начиная сверху. Первое, или латеральное, окно обеспечивает доступ к подвздошной ямке и переднему отделу крестцово-подвздошного сочленения. Это окно ограничено медиально *m. iliopsoas*. При формировании латерального окна необходимо выделение бокового кожного нерва бедра. Его поперечное положение в операционной ране может создавать технические сложности при осуществлении репозиционных манипуляций с инструментами, и есть риск его ятрогенного повреждения (рис. 3).

Клинически повреждение бокового кожного нерва проявлялось снижением или отсутствием чувствительности по боковой поверхности бедра от паховой складки до нижней трети бедра вплоть

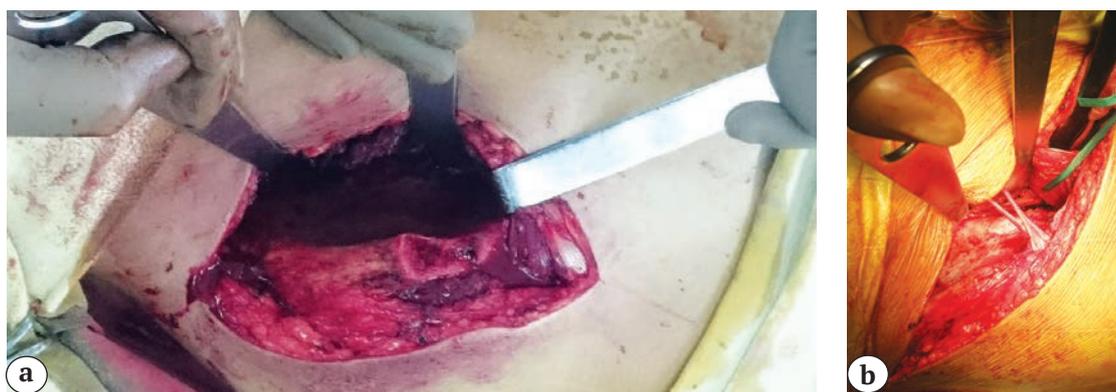


Рис. 3. Сравнение рабочей зоны латерального окна во время операции:
а — латеральное окно с отсечением передней верхней ости крыла таза;
б — доступ Летурнеля

Fig. 3. Comparison of the operating area of the lateral window:
a — lateral window with osteotomy of the anterior superior spine of the pelvic wing;
b — Letournel approach

до коленного сустава (парестетическая мералгия или синдром Бернхардта–Рота). Второе, или среднее, окно дает доступ к *linea terminalis* и боковой стенке вертлужной впадины путем рассечения подвздошно-гребешковой фасции. Это окно латерально ограничено содержимым мышечного промежутка (боковым бедренным кожным нервом, подвздошно-паховой мышцей и бедренным нервом) и медиально-сосудистым промежутком, который содержит крупные подвздошные сосуды и лимфатические протоки с узлами. Третье, или медиальное, окно располагается медиальнее бедренных сосудов и создает доступ к верхней ветви лонной кости и пространству Ретциуса (предпузырное пространство).

При выполнении переднего внутритазового доступа (Стоппа) вертикально рассекали белую линию живота через кожный доступ Пфанненштиля (Pffannenstiel approach), как при

фиксации лонного сочленения. Хирург, находясь напротив места перелома, выполнял внебрюшинный доступ вдоль задней поверхности лонной кости и боковой поверхности вертлужной впадины, преимущественно работая «сверху и изнутри», отодвигая прямые мышцы живота, нейроваскулярные структуры, мочевого пузыря и окружающие его мягкие ткани. В этом случае подвздошно-гребешковая связка (фасция) рассекалась прямо от края *linea terminalis* вместе со связкой Купера. Такая техника обеспечивает хороший обзор таза вдоль всей *linea terminalis*, всей лонной кости и передней части боковой стенки вертлужной впадины.

Для обеспечения доступа к подвздошной ямке в области гребня крыла подвздошной кости формировали латеральное окно с остеотомией передней верхней ости крыла и ее рефиксацией в конце операции (рис. 4).

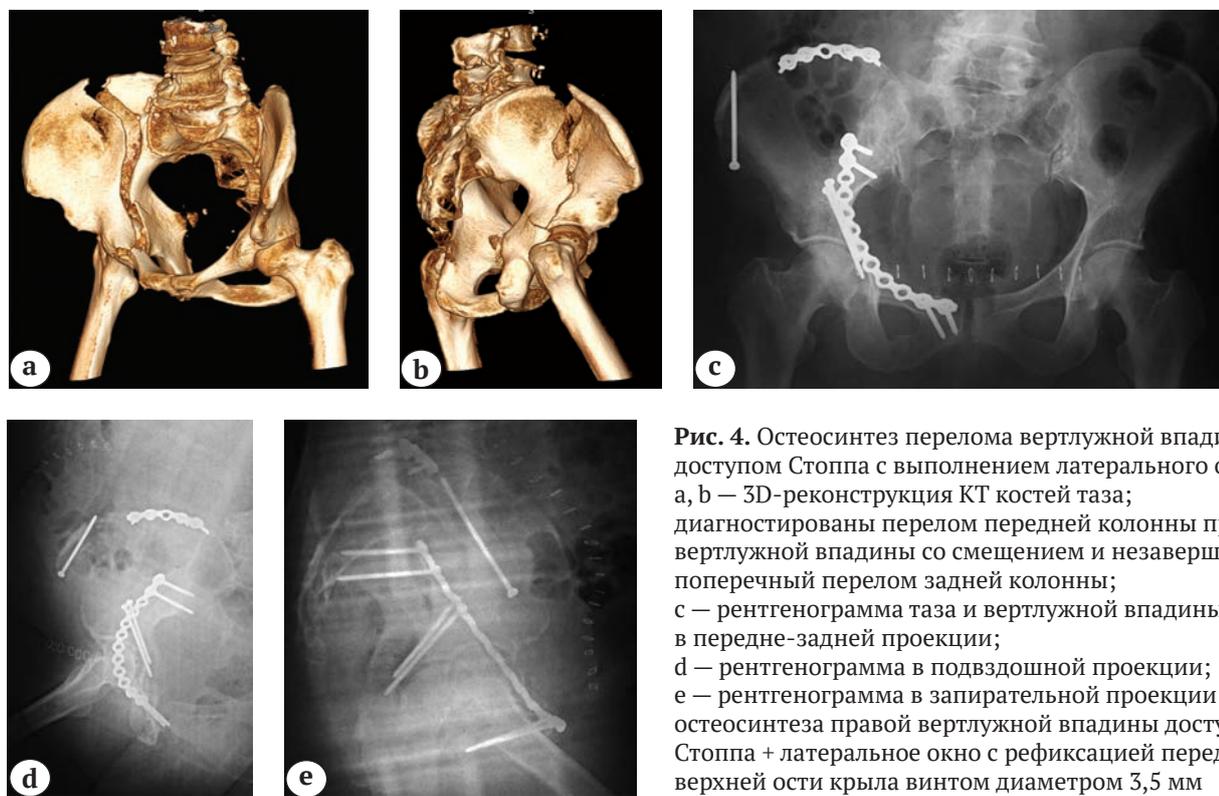


Рис. 4. Остеосинтез перелома вертлужной впадины доступом Стоппа с выполнением латерального окна: а, b — 3D-реконструкция КТ костей таза; диагностированы перелом передней колонны правой вертлужной впадины со смещением и незавершенный поперечный перелом задней колонны; с — рентгенограмма таза и вертлужной впадины в передне-задней проекции; d — рентгенограмма в подвздошной проекции; e — рентгенограмма в запирающей проекции после остеосинтеза правой вертлужной впадины доступом Стоппа + латеральное окно с рефиксацией передней верхней ости крыла винтом диаметром 3,5 мм

Fig. 4. Osteosynthesis of fractures of the acetabulum + lateral window: a, b — CT 3D reconstruction of the pelvic bones. There is a displaced fracture of the anterior column of the right acetabulum with an incomplete transverse fracture of the posterior column; c — anterior posterior view of pelvis and the acetabulum on radiograph; d — iliac view; e — obturator view of the right acetabulum after osteosynthesis through the Stoppa/ilic + lateral window with refixation of the anterior superior wing spine with a 3.5 mm screw

При этом сохраняли связь остеотомированного участка кости с косыми мышцами живота проксимально, а с портняжной и мышцей, натягивающей широкую фасцию бедра, — дистально. Такая двубрюшковая остеотомия сохраняет кровоснабжение отломка и препятствует его вторичному смещению за счет уравнивания тракционных сил. Кроме того, не было необходимости целенаправленного выявления бокового кожного нерва бедра, и весь мышечный лоскут с его подвздошными сосудами, бедренным нервом и участком передней верхней ости отодвигали медиально.

Вне зависимости от хирургического доступа в случаях обнаружения сосудистого анастомоза между подвздошными и запирающими сосудами (*corona mortis*) последний лигировали, прошивали либо клипировали. Анастомоз локализовался сверху и позади верхней ветви лонной кости в среднем на расстоянии 5–6 см от симфиза.

Способы репозиции и фиксации переломов передней колонны вертлужной впадины при обоих доступах технически не отличались. Фиксацию отломков осуществляли тазовыми широкоугольными пластинами, располагая их над *linea terminalis* от лонного сочленения до переднего края крестцово-подвздошного сочленения. Нескольким пациентам фиксацию боковой стенки вертлужной впадины при многооскольчатом характере перелома выполняли, применяя технику подпружиненных пластин (*spring-plate technique*). По способу репозиции задних колонн при двухколонных переломах вертлужной впадины эти два доступа также практически не различались. Мы устраняли смещения в области задней колонны, устанавливая большие асимметричные тазовые щипцы через латеральное окно. Дополнительно применяли коаксиальные репозиционные щипцы, используя латеральное или среднее окно при доступе Летурнеля. Как правило, переломы задних колонн фиксировали винтами 3,5 мм антеградно из переднего хирургического доступа либо канюлированными винтами 6,5 мм ретроградно через кожный прокол 0,5 см в области седалищного бугра. В случаях, когда устранение смещений переломов задней колонны через передний доступ было трудновыполнимым, осуществляли дополнительный задний доступ в тот же операционный день.

Результаты и методы их оценки

Мы сравнивали между группами качество репозиции отломков, длительность операции, объем интраоперационной и дренажной кровопотери, послеоперационные осложнения, повреждения нервных структур, угол обзора для хирурга и удобство использования репозиционных инструментов.

В послеоперационном периоде для оценки качества репозиции переломов выполняли рентгеновские снимки таза в передне-задней проекции, косых проекциях по R. Judet и КТ.

Пациентам выполняли рентгенологический контроль в сроки 6 нед., 3 мес., 6 мес. и 12 мес.

Конечный функциональный результат оценивали в срок 1 год после операции по шкале Majeed [16].

Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию клинического наблюдения.

Статистический анализ

Расчеты производили в программе STATISTICA 12. Использовали методы описательной статистики, представление абсолютных значений и долевые соотношения. Для оценки соответствия полученных данных на нормальность распределения использовали критерий Шапиро–Уилка. Большая часть исследуемых данных не соотносилась с нормальным распределением, поэтому для обработки этих данных мы использовали методы непараметрической статистики. Сопоставление количественных признаков между группами сравнения выполняли с применением критерия Манна–Уитни. Распределение данных в группах представлено в виде медианы и 1 и 3 квартилей в формате Me (25%; 75%).

Результаты

Исследуемые группы пациентов схожи по сравнимым параметрам, в частности, по составу клинических наблюдений, характеру травмы, а также морфологии переломов вертлужной впадины. Это дает возможность получения статистически значимых результатов данного исследования. Существующие различия между группами не нарушают логики проводимого исследования (табл. 1). По классификации АО/ОТА ассоциированные переломы вертлужной впадины в обеих группах составили более 80% всех случаев; переломы других костей скелета диагностировали у 11 (20,8%) пациентов.

Таблица 1

Характеристика пациентов, вошедших в исследование

Показатель		Группа 1	Группа 2
Пол, <i>n</i>	м	20	15
	ж	7	11
Возраст, лет		43,25±10,69	44,00±9,14
Причина травмы, <i>n</i>	Падение	8	4
	ДТП	18	16
	Другое	1	6
Тип перелома по классификации АО/ОТА, <i>n</i>	62A3.3	2	1
	62B1.2	4	2
	62B1.3	5	4
	62B2.2	4	7
	62B3.2	7	3
	62C2	3	6
	62C3	2	3
Переломы других костей скелета, <i>n</i>		3	8

Время операции

При сравнении длительности операции в группе 2 с доступом Стоппа + латеральное окно общее время (182,2±42,0 мин.) было меньше, чем в группе 1 с доступом Летурнеля (199,6±24,0 мин.). Разница оказалась статистически не значимой (табл. 2).

Выполнение дополнительного заднего доступа потребовалось в 20% случаев при использовании доступа Летурнеля и в 10% случаев при использовании доступа Стоппа. Использование техники подпружиненных пластин (spring-plate technique) для фиксации боковой стенки вертлужной впадины составило 2 случая при доступе Летурнеля и 1 случай при доступе Стоппа + латеральное окно. Техника закрытого проведения канюлированного винта диаметром 6,5 мм в заднюю колонну через седалищный бугор была применена у 2 пациентов в группе с доступом Летурнеля и у 1 пациента с доступом Стоппа.

Интраоперационная и дренажная кровопотеря

Интраоперационная и дренажная кровопотери также значимо не отличались между сравниваемыми группами (см. табл. 2).

Угол обзора операционной раны

В подгруппе 2Б угол сектора обзора в области «классического» латерального окна составил в среднем 60°. Он оказался значительно меньше угла обзора в подгруппе 2А при доступе через латеральное окно с остеотомией передней верхней ости крыла таза, где угол обзора составил в среднем около 90°. Данный факт способствовал тому, что визуализировалась практически вся передняя колонна вертлужной впадины до основания лонной кости (рис. 5).

Таблица 2

Оценка интраоперационных показателей

Показатель	Группа 1 (<i>n</i> = 27)	Группа 2 (<i>n</i> = 26)	<i>p</i>
Время операции, мин.	160 (100; 300) min 100, max 500	150 (100; 250) min 100, max 400	0,088
Дополнительный задний доступ KL*	4 (14,8%)	1 (3,8%)	–
Кровопотеря операционная, мл	500 (450; 600) min 200, max 650	300 (200; 350) min 150, max 550	0,078
Кровопотеря дренажная, мл	100 (80; 130) min 30, max 200	100 (80; 150) min 40, max 180	0,069

* KL — доступ по Кохеру–Лангенбеку (Kocher-Langenbeck approach).

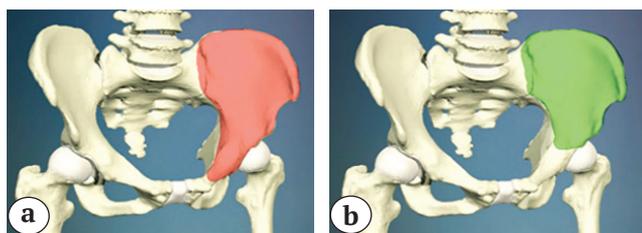


Рис. 5. Степень визуализации в операционной ране латерального окна:

a — латеральное окно с отсечением передней верхней ости крыла таза;

b — латеральное окно без отсечения передней верхней ости крыла таза

Fig. 5. Visualization capabilities inside the lateral window:

a — lateral window with osteotomy of the anterior superior spine of the pelvic wing;

b — lateral window without osteotomy of the anterior superior spine of the pelvic wing

Применение репозиционных инструментов

Субъективно не выявлено различий при устранении смещений отломков с использованием тазовых щипцов в обеих группах. Однако в группе 1 поперечное расположение бокового кожного нерва бедра мешало правильной установке репозиционных инструментов, либо желаемое положение тазовых щипцов вызывало избыточное перерастяжение нерва с развитием осложнений. У одного пациента отмечен интраоперационный ятрогенный разрыв бокового кожного нерва бедра во время установки репозиционных щипцов. Ушивания поврежденного нерва не проводили. В послеоперационном периоде пациент отмечал стойкое отсутствие температурной и тактильной чувствительности по передней боковой поверхности на уровне от большого вертела до средней трети бедра на весь период наблюдения.

Оценка качества репозиции

Оценка качества репозиции оказалась выше в группе 2 с доступом Стоппа + латеральное окно, однако разница по средним значениям

в качестве репозиции между обеими группами и между подгруппами оказалась статистически не значимой ($p > 0,05$) (табл. 3).

Функциональные исходы

При сравнении функциональных исходов по шкале Majeed через 12 мес. в группе 1 отличный результат зафиксирован у 10 (37,0%) пациентов, удовлетворительный — у 14 (51,6%) пациентов и неудовлетворительный — у 3 (11,1%). В группе 2 отличный результат зафиксирован у 9 (34,6%) пациентов, удовлетворительный — у 13 (50,0%) и неудовлетворительный — у 4 (15,4%) пациентов, при этом не выявлено статистически значимой разницы между этими группами ($p > 0,05$).

Осложнения

Неврологические осложнения по типу нейропатии бедренного нерва диагностировали у 2 пациентов с доступом Летурнеля и ни у одного пациента с доступом Стоппа. Осложнение трактовалось как послеоперационная нейропраксия бедренного нерва и не требовало специального лечения. Отмечена спонтанная ремиссия по истечению 4 мес. Кроме того, в этой же группе отмечается нейропатия бокового кожного нерва бедра различной степени выраженности в 12 (44,4%) случаев, которая тоже не потребовала специфического лечения. Нейропатия запирающего нерва констатирована только у одного (3,84%) пациента в группе 2.

В группе 1 у одного пациента зафиксировали интраоперационное повреждение подвздошной вены, которое потребовало ушивания поврежденного участка стенки сосуда, и у двух пациентов — осложнение в виде ятрогенного разрыва *corona mortis*. В обоих случаях выполнили перевязку культей венозных анастомозов с минимальной кровопотерей.

Инфекционное осложнение в виде послеоперационного нагноения раны на 8-е сут. зафиксировано у одного (3,7%) пациента с доступом Летурнеля в области крыла подвздошной кости. Пациент был заядлым курильщиком и страдал диабетом II типа

Таблица 3

Оценка репозиции отломков вертлужной впадины по критерию Matta

Оценка репозиции	Группа 1		Подгруппа 2А		Подгруппа 2Б	
	n	%	n	%	n	%
Отличная	6	22,2	4	30,8	4	30,8
Хорошая	15	40,0	6	46,2	5	38,5
Неудовлетворительная	6	22,2	3	23,1	4	30,8

на фоне алиментарного истощения. В операционной в условиях спинномозговой анестезии пациенту удалили швы в области латерального окна, обильно промыли подвздошную ямку водным раствором хлоргексидина и далее проводили лечение методом отрицательного давления на фоне курса антибиотикотерапии. При ревизии раны признаков нестабильности остеосинтеза не выявили, поэтому имплантаты не удаляли. Рана зажила вторичным натяжением на 21-е сут. В группе 2 осложнений воспалительного характера не отмечено (табл. 4).

Обсуждение

Несмотря на наличие в литературе многочисленных данных о результатах применения доступов Летурнеля и Стоппа, мнения авторов остаются противоречивыми. N. Shazar с соавторами показали, что при доступе Стоппа точность репозиции отломков выше, чем при доступе Летурнеля [17]. К. Ма с соавторами провели многофакторный анализ применения этих двух доступов: учитывали демографические характеристики пациентов; оценивали дооперационные параметры по характеру переломов, сопутствующим повреждениям, времени до операции и оценке тяжести травмы; интраоперационные параметры включали кровопотерю и длительность операции для каждого из доступов. В послеоперационные параметры включали дренирование раны, переливание крови, интраоперационные, ранние и поздние операционные осложнения, качество репозиции, рентгенологические результаты и клинические исходы. Их исследование не показало значительных различий по всем исследуемым переменным между двумя подходами, хотя ожидалось, что модифицированный доступ Стоппа достоверно снизит интраоперационную кровопотерю [18].

В нашем исследовании все пациенты были оперированы одним хирургом и одной хирургической бригадой.

Традиционно мы использовали подвздошно-паховый доступ Летурнеля во всех случаях до июля 2017 г. Затем без каких-либо исключений был произведен полный переход на доступ Стоппа + латеральное окно. Поскольку эти два доступа различаются с точки зрения оперативной техники и репозиции, опыт, полученный нами при использовании подвздошно-пахового доступа, не привел к ожидаемому улучшению результатов при доступе Стоппа + латеральное окно. Уровень доказательности нашего исследования соответствует уровню III, который не считается высоким. Зарубежные коллеги T. Pohlemann и U. Culemann тоже указали на сложность проведения исследований более высокого уровня доказательности в области хирургии переломов вертлужной впадины [19]. Причина заключается в относительной малочисленности и неоднородности таких переломов.

Расположение репозиционных щипцов при доступе Стоппа + латеральное окно затрудняет полную визуализацию передней колонны и тазобедренного сустава. По данным H. Sagi с соавторами, это обстоятельство вынудило трансформировать подход Стоппа + латеральное окно в классический подвздошно-паховый доступ в четырех случаях из-за многооскольчатого характера перелома в области корня верхней ветви лонной кости [20]. Для решения данной проблемы мы применили остеотомию передней верхней ости крыла таза, что позволило значительно увеличить угол сектора хирургического доступа и применить репозиционные инструменты с хорошей визуализацией тазобедренного сустава.

При доступе Летурнеля время операции было немного больше. Это может объяснить тем, что диссекция занимает много времени для выделения бокового кожного нерва бедра из-за вариабельной анатомии и трудности его визуализации. Общая частота послеоперационных осложнений

Таблица 4

Осложнения у пациентов обеих групп

Осложнение	Группа 1		Группа 2	
	n	%	n	%
Нейропраксия запирающего нерва	0	–	1	3,84
Нейропраксия бокового кожного нерва бедра	12	44,40	3	11,50
Нейропраксия бедренного нерва	2	7,40	0	–
Повреждение сосудов	1	3,70	2	7,69
Потеря репозиции	1	3,70	1	3,84
Инфекция	1	3,70	0	–
Всего	17	62,90	7	26,87

оказалась сопоставимой с данными литературы. Большинство авторов сообщают об осложнениях в раннем послеоперационном периоде. Так, в серии наблюдений E. Letournel констатировал 3 (2,1%) случая инфекции, 8 (6%) случаев нейропатий бедренного и/или седалищного нервов, один из которых с необратимыми изменениями, 2 (1,4%) случая абдоминальной грыжи, требующей хирургического вмешательства, 3 (2,1%) случая повреждения наружной подвздошной вены, один случай тромбоза внутренней и наружной подвздошной артерий и одно повреждение мочевого пузыря [21]. J.M. Matta сообщил о 13% осложнений, которые включали разрыв бедренной артерии, плегию бедренного нерва и 3 случая послеоперационных нагноений раны [22]. В серии наблюдений H. Sagi с соавторами: один (1,8%) пациент с сосудистой травмой, требующей эмболизации; один (1,8%) пациент с раневой инфекцией; 2 (3,5%) пациента с прямой паховой грыжей, требующей хирургического вмешательства; 1 (1,8%) пациент с атрофией ипсилатеральной прямой мышцы живота без грыжи [20]. В нашем исследовании мы наблюдали нейропатию бокового кожного нерва бедра у 12 (44,4%) пациентов, у которых применили подвздошно-паховый доступ Летурнеля, в отличие от доступа Стоппа + латеральное окно, где не было зафиксировано данного осложнения, которое можно объяснить неизбежным тракционным механизмом повреждения нерва при разведении краев операционной раны. Однако это осложнение существенно не повлияло на конечный функциональный результат.

Инфекционное нагноение раны после открытой репозиции и внутренней фиксации переломов вертлужной впадины — одно из самых серьезных осложнений. Наличие эпизода инфекции в анамнезе может негативно повлиять на результаты возможной замены тазобедренного сустава. В нашем исследовании раневая инфекция диагностирована у одного (3,8%) пациента. Нам не удалось установить прямую связь между инфекцией и хирургическим доступом. Как мы отметили выше, у пациента было несколько факторов риска инфицирования раны. S.A. Sems с соавторами сообщили о повышенном риске инфицирования у пациентов с ожирением, перенесших операцию по поводу переломов таза и вертлужной впадины [23].

С нашей точки зрения, оба доступа оказались идентичными по точности репозиции и клиническим исходам. Доступ Стоппа удобнее в случае двухколонного перелома и в ситуациях, требующих прямого упора щипцов на четырехугольную поверхность внутренней пластинки. С другой стороны, среднее окно подвздошно-пахового доступа в большей степени помогает визуализировать переломы передней стенки и поперечные перело-

мы вертлужной впадины. Неудовлетворительную репозицию отмечали при переломах со значительным смещением сразу обеих колонн вертлужной впадины: поперечных переломах, переломах передней колонны с поперечным переломом задней колонны. С нашей точки зрения, этот факт связан с техническими трудностями репозиционных маневров одновременно с обеими колоннами из одного доступа, наличием начавшегося мозолеобразования и невозможности выполнения дополнительного заднего доступа.

Все пациенты с неудовлетворительными показателями функционального исхода имели неудовлетворительные показатели репозиции по критериям Matta: 3 пациента из группы 1 (50% от всех неудовлетворительных исходов) и 4 пациентов из группы 2 (57% от всех неудовлетворительных исходов). По нашему мнению, этот факт подтверждает важность восстановления конгруэнтности тазобедренного сустава.

Ограничение исследования

Исследование не является рандомизированным и проспективным, поэтому систематическая ошибка при отборе пациентов неизбежна. Время операций снижалось, а качество репозиции улучшалось в течение исследования, что объясняется совершенствованием оперативной техники хирурга в процессе накопления опыта. Количество пациентов относительно невелико, поэтому трудно сделать однозначный вывод о прямом сравнении этих передних доступов к вертлужной впадине.

Заключение

Доступы Летурнеля и Стоппа + латеральное окно равнозначны по степени репозиции, времени операции и кровопотере во время операции. Применение доступа Стоппа + латеральное окно в отличие от доступа Летурнеля позволяет избежать ятрогенной парестетической мералгии. Доступ Стоппа с выполнением латерального окна и остеотомией передней верхней ости крыла таза обеспечивает лучшую визуализацию передней колонны вертлужной впадины и предоставляет большую степень свободы для хирурга во время манипуляций с репозиционными инструментами по сравнению с классическим латеральным окном.

Литература [References]

1. Giannoudis P.V., Tzioupis C., Papathanassopoulos A., Obakponovwe O., Roberts C. Articular step-off and risk of post-traumatic osteoarthritis. Evidence today. *Injury*. 2010;41(10):986-995. doi: 10.1016/j.injury.2010.08.003.
2. Загородний Н.В., Колесник А.И., Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Очкуренко А.А., Бухтин К.М. и др. Современные тенденции в оперативном лечении больных с повреждениями таза и вертлужной впадины (об-

- зор литературы). *Гений ортопедии*. 2020;26(2):266-274. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274.
- Zagorodny N.V., Kolesnik A.I., Lazarev A.F., Solod E.I., Ochurenko A.A., Bukhtin K.M. et al. [Current trends in the surgical treatment of patients with pelvic and acetabular injuries (literature review)]. *Genij Ortopedii*. 2020;26(2):266-274. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274. (In Russian).
3. Гринь А.А., Рунков А.В., Шлыков И.Л. Выбор операционного доступа при лечении двухколонных переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):92-97.
Grin' A.A., Runkov A.V., Shlykov I.L. [The choice of surgical approach in the treatment of two-column acetabular fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(1):92-97. (In Russian).
 4. Giannoudis P.V., Grotz M.R., Papakostidis C., Dinopoulos N. Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(1):2-9. doi: 10.1302/0301-620X.87B1.15605.
 5. Briffa N., Pearce R., Hill A.M., Bircher M. Outcomes of acetabular fracture fixation with ten years' follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(2):229-236. doi: 10.1302/0301-620X.93B2.24056.
 6. Петров А.Б., Рузанов В.И., Машуков Т.С. Отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с переломами вертлужной впадины. *Гений ортопедии*. 2020;26(3):300-305. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-300-305.
Petrov A.B., Ruzanov V.I., Mashukov T.S. [Long-term outcomes of surgical treatment of patients with acetabular fractures]. *Genij Ortopedii*. 2020;26(3):300-305. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-300-305. (In Russian).
 7. Колесник А.И., Докалин А.Ю., Солодилов И.М., Фролов Е.Б., Ангалева Е.М., Пирогов М.А., Рахимзянов Р.Ш. Ретроспективный анализ результатов консервативного и оперативного лечения больных с повреждениями таза. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2017;(2):17-23. doi: 10.21626/vestnik/2017-2/03.
Kolesnik A.I., Dokalin A.Y., Solodilov I.M., Frolov E.B., Angalev E.M., Pirogov M.A., Rahimzhanov R.S. [Retrospective analysis of therapeutic and surgical management outcomes in patients with hip injuries]. *Kurskii nauchno-prakticheskii vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»* [Kursk Scientific and Practical Bulletin «Man and His Health»]. 2017;(2):17-23. (In Russian). doi: 10.21626/vestnik/2017-2/03.
 8. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(151):81-106.
 9. Cole J.D., Bolhofner B.R. Acetabular fracture fixation via a modified Stoppa limited intrapelvic approach. Description of operative technique and preliminary treatment results. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(305):112-123.
 10. Мурзич А.Э., Воронович А.И., Белецкий А.В. Сравнительные аспекты подвздошно-пахового доступа и его вариантов в хирургическом лечении переломов вертлужной впадины. *Медицинские новости*. 2015;(8):8-11.
Murzich A.E., Voronovich A.I., Beletskiy A.V. [Comparative aspects of ilioinguinal approach and its variants in the surgical treatment of acetabular fractures]. *Meditinskije novosti* [Medical News]. 2015;(8):8-11. (In Russian)
 11. Ермолов А.С., Абакумов М.М., Соколов В.А., Картавенко В.И., Епифанова Н.М. Общие вопросы оказания медицинской помощи при сочетанной травме. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2003;(12):7-11.
Ermolov A.S., Abakumov M.M., Sokolov V.A., Kartavenko V.I., Epifanova N.M. [General issues of medical care for combined trauma]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* [Pirogov Russian Journal of Surgery] 2003;(12):7-11.
 12. Letournel E., Judet R. Fractures of the Acetabulum. Berlin; New York : Springer-Verlag, 1981. 428 p.
 13. Marsh J.L., Slongo T.F., Agel J., Broderick J.S., Creevey W., DeCoster T.A. et al. Fracture and dislocation classification compendium – 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007;21(10 Suppl):S1-133. doi: 10.1097/00005131-200711101-00001.
 14. Соколов В.А. Сочетанная травма. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 1998;(2):54-65.
Sokolov V.A. [Multiple trauma]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 1998;(2):54-65. (In Russian).
 15. Соколов В.А. «Damage control» – современная концепция лечения пострадавших с критической политравмой. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2005;(1):81-84. doi: 10.17816/vto20050181.
Sokolov V.A. [«Damage control» – Modern Conception of Treatment of Patients with Critical Multiple Injury] *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2005;(1):81-84. doi: 10.17816/vto20050181.
 16. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1989;71:304-306.
 17. Shazar N., Eshed I., Ackshota N., Hershkovich O., Khazanov A., Herman A. Comparison of acetabular fracture reduction quality by the ilioinguinal or the anterior intra-pelvic (modified rives-stoppa) surgical approaches. *J Orthop Trauma*. 2014;28(6):313-319. doi: 10.1097/01.bot.0000435627.56658.53.
 18. Ma K., Luan F., Wang X., Ao Y., Liang Y., Fang Y. et al. Randomized, controlled trial of the modified Stoppa versus the ilioinguinal approach for acetabular fractures. *Orthopedics*. 2013;36(10):e1307-1315. doi: 10.3928/01477447-20130920-25.
 19. Pohlemann T., Culemann U. Summary of controversial debates during the 5th «Homburg Pelvic Course» 13–15 September 2006. *Injury*. 2007;38(4):424-430. doi: 10.1016/j.injury.2007.01.006.
 20. Sagi H.C., Afsari A., Dziadosz D. The anterior intrapelvic (modified rives-stoppa) approach for fixation of acetabular fractures. *J Orthop Trauma*. 2010;24(5):263-270. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181dd0b84.
 21. Letournel E. The treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(292):62-76.
 22. Matta J.M. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;(305):10-19.
 23. Sems S.A., Johnson M., Cole P.A., Byrd C.T., Templeman D.C. et al. Elevated body mass index increases early complications of surgical treatment of pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma*. 2010;24(5):309-314. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181caa21e.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Заднепровский Никита Николаевич — научный сотрудник отделения сочетанной и множественной травмы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», Москва, Россия. zacuta2011@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4432-9022>

Иванов Павел Анатольевич — д-р мед. наук, ведущий научным отделением сочетанной и множественной травмы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», Москва, Россия. ipamailbox@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2954-6985>

Саутенко Александр Александрович — научный сотрудник отделения сочетанной и множественной травмы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», Москва, Россия. dr.sautenko@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1264-7162>

Валиева Розалина Ибрагимовна — младший научный сотрудник отделения сочетанной и множественной травмы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», Москва, Россия. tiffozik@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6393-5183>

Неведров Александр Валерьевич — канд. мед. наук, врач травматологического отделения ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», Москва, Россия. alexnev1985@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1560-6000>

AUTHORS' INFORMATION:

Nikita N. Zadneprovskiy — Researcher, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russia. zacuta2011@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4432-9022>

Pavel A. Ivanov — Dr. Sci. (Med.), Head of the Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russia. ipamailbox@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2954-6985>

Alexander A. Sautenko — Researcher, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russia. dr.sautenko@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1264-7162>

Rozalina I. Valieva — Research Associate, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russia. tiffozik@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6393-5183>

Alexander V. Nevedrov — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Polytrauma Department, Sklifosovsky Clinical and Research Institute for Emergency Care, Moscow, Russia. alexnev1985@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1560-6000>

Заявленный вклад авторов:

Заднепровский Н.Н. — разработка концепции и дизайна исследования, написание и редактирование текста статьи, статистическая обработка данных.

Иванов П.А. — существенный вклад в разработку концепции и дизайна исследования, координация участников исследования, редактирование текста статьи.

Саутенко А.А. — сбор, анализ или интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

Валиева Р.И. — сбор, анализ или интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

Неведров А.В. — сбор, анализ или интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Научная статья
УДК 616.717.4-001.516-089
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79>

Среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами плечевой кости

К.А. Егiazарян¹, А.П. Ратьев^{1,2}, Д.С. Ершов^{1,2}, Е.А. Куруч^{1,3}, В.Н. Кузнецов³,
Н.В. Овчаренко¹

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

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

³ ГБУЗ MO «Подольская городская клиническая больница», г. Подольск, Россия

Реферат

Актуальность. Переломовывих проксимального отдела плечевой кости (ПОПК) — тяжелая травма, которой подвержены в равной степени как молодые, так и пожилые люди. Такие повреждения нередко сопровождаются высоким риском нейроциркуляторных и других осложнений, что имеет колоссальное медицинское и социальное значение. **Цели исследования:** 1) сравнить среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами ПОПК при их ведении по стандартному или новому, разработанному авторами исследования, алгоритму; 2) оценить эффективность предложенного протокола в отношении пациентов с неврологическими осложнениями для выработки универсального подхода к выбору лечебной тактики. **Материал и методы.** Изучены результаты лечения 73 пациентов с переломовывихом ПОПК, прооперированных в 2012–2018 гг. Пациенты были разделены на две группы, которые вели по традиционному (основная группа) или разработанному авторами (контрольная группа) алгоритму, отличающихся сроком выполнения оперативного вмешательства, набором диагностических методов исследования, подходом к профилактике и терапии осложнений. Изучены анамнез пострадавших, рентгенограммы и МСКТ травмированного плечевого сустава, проведен физикальный осмотр пациентов, а также их анкетирование. Выполнены ЭНМГ, УЗИ сосудов верхней конечности. **Результаты.** Через год с момента оперативного вмешательства выявлена статистически значимая разница в функциональных результатах у пациентов основной и контрольной групп по шкале Constant Shoulder Score (CSS) ($p = 0,0063$). В контрольной группе отмечена статистически значимая разница в функциональных результатах по CSS между пациентами с неврологическими осложнениями и без них ($p = 0,005$), в основной группе статистически значимой разницы среди таких пациентов не выявлено ($p = 0,387$). **Заключение.** Пациенты основной группы, в том числе с неврологическими осложнениями, достигли более высоких функциональных результатов по сравнению с контрольной группой. Таким образом, разработанный авторами алгоритм лечения показал свою эффективность: хирургическое пособие в течение 6 ч. с момента поступления пострадавшего с переломовывихом плечевой кости в стационар, а также максимально ранняя диагностика неврологических повреждений и терапия осложнений позволили значительно улучшить прогноз и исход лечения у пациентов основной группы.

Ключевые слова: переломовывихи плечевой кости, накостный остеосинтез, неврологические осложнения.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Егiazарян К.А., Ратьев А.П., Ершов Д.С., Куруч Е.А., Кузнецов В.Н., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4): 68–79. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79.

Cite as: Egiazaryan K.A., Ratyev A.P., Ershov D.S., Kuruch E.A., Kuznetsov V.N., Ovcharenko N.V. [Surgical Treatment of Humerus Fracture-Dislocations: Medium-Term Results]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 68–79. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79.

Ратьев Андрей Петрович / Andrei P. Ratyev; e-mail: anratyev@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 24.01.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 19.08.2020.

© Егiazарян К.А., Ратьев А.П., Ершов Д.С., Куруч Е.А., Кузнецов В.Н., Овчаренко Н.В., 2020



Surgical Treatment of Humerus Fracture-Dislocations: Medium-Term Results

Karen A. Egiazaryan¹, Andrei P. Ratyev^{1,2}, Dmitrii S. Ershov^{1,2}, Evgenii A. Kuruch^{1,3}, Vadim N. Kuznetsov³, Nina V. Ovcharenko¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russia

³ Podolsk City Clinical Hospital, Podolsk, Russia

Abstract

Background. Fracture-dislocation of the proximal humerus is a severe injury that equally affects both young and old people. Such injuries are often accompanied by the high risk of neurocirculatory and other complications, which defines their great medical and social importance. **The purposes of this study** were: 1) to compare the mid-term results of the surgical treatment of the patients with dislocation-fractures of the proximal humerus when they were managed according to the standard algorithm or the new one developed by the authors of this study; 2) to evaluate the effectiveness of the proposed protocol in relation to the patients with neurological complications in order to elaborate a universal approach to the optimal treatment tactics. **Patients and Methods.** The treatment results of 73 patients with proximal humerus fracture-dislocation undergone the surgery from 2012 to 2018. The patients were divided into 2 groups, which were managed according to the traditional (control group) or the new algorithms (main group), differing in the time of the surgery, a set of diagnostic methods, and an approach to the prevention and treatment of complications. The patients' examination included taking patients' anamnesis, their physical examination, X-rays and multispiral computed tomography of the injured shoulder, electromyoneurography, ultrasound of the upper limb blood vessels, patients' questioning. **Results.** A year after the surgery, a statistically significant difference in the functional results was revealed in the patients of the main and control groups by the Constant Shoulder Score ($p = 0.0063$). In the control group, there was a statistically significant difference of the functional results by Constant Shoulder Score between the patients with and without neurological complications ($p = 0.003$). There was no statistically significant difference among such patients in the main group ($p = 0.387$). **Conclusion.** The main group patients, including those with neurological complications, achieved higher functional results in comparison with the control group. Thus, the authors' treatment algorithm showed its effectiveness. The surgery within 6 hours from the moment of admission of the patients with humerus fracture-dislocation, as well as the earliest possible diagnosis of neurological injury and treatment of complications significantly improved the prognosis and outcome the main group patients.

Keywords: fracture-dislocation of the humerus, plate osteosynthesis, neurological complications.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Переломы проксимального отдела плечевой кости (ПОПК) — вторые по частоте среди всех переломов верхней конечности, а у пациентов старше 65 лет эта патология занимает третье место после переломов шейки бедра и дистального метаэпифиза лучевой кости [1]. Среди таких повреждений самые тяжелые — переломовывихи плечевой кости [2]. Их частота составляет от 2,6 до 14,5% среди всех повреждений проксимального отдела плеча, а также от 35,0 до 58,3% от переломовывихов всех локализаций [3]. В абсолютном большинстве случаев — это передние переломовывихи. Задний вывих головки плечевой кости — редкая патология, встречающаяся в 0,9% случаев [4].

Наиболее частые причины этой патологии — высокоэнергетическая травма (кататравма, ДТП и др.) среди молодых людей и низкоэнергетическая у пожилых [5, 6]. Также такие повреждения

могут быть следствием электротравмы или эпиприступа [7, 8].

Как правило, для переломов ПОПК применяют классификацию Neer [9], основанную на выделении четырех базовых сегментов (головка, большой и малый бугорки и диафиз плечевой кости) и степени их смещения относительно друг друга. Классификация дополнена переломовывихами и раскалыванием головки [10]. Критерии, определяющие смещение: расстояние между отломками более 1 см и угол более 45°. По этой классификации переломовывихи относят к шестому типу повреждений ПОПК и разделяют на передние и задние [9]. Наиболее распространены передние двухфрагментарные переломовывихи с отрывом большого бугорка, а двухфрагментарные переломовывихи с отрывом малого бугорка встречаются редко и возникают в результате заднего вывиха плеча [10].

Нередко при переломовывихах ПОПК возникают ассоциированные повреждения, такие как повреждения вращательной манжеты плеча (ВМП), нервов и сосудов, в основном подмышечной артерии или вены. Они возникают в момент травмы либо из-за смещения отломков и вывиха плечевой кости с продолжающейся травматизацией мягких тканей и сосудисто-нервных структур. Тяжесть повреждений зависит от возраста пациента, энергии травмы, характера перелома и, что не менее важно, времени между травмой и устранением вывиха [11]. Так, по данным различных авторов, частота развития неврологических повреждений при переломовывихах колеблется от 2 до 48% [11, 12]. Однако истинная распространенность этого осложнения неизвестна ввиду трудности его диагностирования сразу после травмы [13].

После устранения вывиха при условии удовлетворительной стабильной репозиции двухфрагментарные переломы успешно лечат консервативно. В остальных случаях необходимо хирургическое вмешательство [14].

Консервативное лечение нестабильных многофрагментарных переломов и переломовывихов ПОПК практически всегда приводит к неудовлетворительным результатам. Такие повреждения требуют открытой репозиции и стабильной фиксации [15, 16]. Однако точные показания к применению того или иного метода остеосинтеза или эндопротезированию плечевого сустава не определены и активно дискутируются в литературе [17].

Таким образом, несмотря на большое разнообразие методов лечения пострадавших с переломовывихами ПОПК, до сих пор не выработан единый алгоритм обследования и лечения пациентов для обоснованного выбора наиболее подходящей лечебной тактики в каждом конкретном случае. В отечественной литературе недостаточно сведений о сравнительной оценке эффективности лечения пациентов с неврологическими повреждениями, проведенной в больших и сопоставимых клинических группах. Также отсутствуют общепризнанные критерии, руководствуясь которыми, можно сделать обоснованный выбор в пользу одного из методов лечения.

Цели исследования: 1) сравнить среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами ПОПК при их ведении по стандартному или новому, разработанному авторами исследования, алгоритму; 2) оценить эффективность предложенного протокола в отношении пациентов с неврологическими осложнениями для выработки универсального подхода к выбору лечебной тактики.

Материал и методы

Дизайн исследования

Проведено проспективное двухцентровое контролируемое нерандомизированное исследование пациентов с переломовывихом ПОПК, прооперированных в период с 2012 по 2018 г. в ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова и Подольской ГКБ. Продолжительность исследования составила 7 лет — 2012–2019 гг., включая срок наблюдения за пациентами, получившими травму в 2018 г. Срок наблюдения за пациентами обеих групп составил от одного года до семи лет (в среднем — $3,3 \pm 2,1$ года). Минимальная продолжительность периода наблюдения — 12 мес., результаты более поздних наблюдений в это исследование не вошли. Динамика восстановления функции поврежденной верхней конечности с выполнением контрольных рентгенограмм и осмотром травматолога отслежена у всех включенных в исследование пациентов через 1, 3, 6 и 12 мес. с момента операции.

Пациенты

В исследование вошли 73 пациента — 42 (57,5%) мужчины и 31 (42,5%) женщина — в возрасте от 27 до 79 лет. Критериям включения в исследование соответствовали пациенты старше 18 лет с изолированными закрытыми двух-, трех- и четырехфрагментарными передними переломовывихами с наличием или отсутствием неврологических повреждений. К критериям исключения отнесены тяжелые сопутствующие патологии, сочетанная или политравма, а также наличие заднего вывиха плечевой кости, закрытое устранение вывиха и смещение костных фрагментов менее чем на 5 мм.

Из 73 человек 36 (49,3%) получили повреждение в результате высокоэнергетической травмы, 35 (47,9%) — низкоэнергетической травмы, а 2 (2,7%) — при эпилептическом приступе. Распределение пациентов по типу переломовывихов плечевой кости по классификации Neer следующее: двухфрагментарные — 21 (28,80%), трехфрагментарные — 45 (61,6%), четырехфрагментарные — 7 (9,6%).

Материалом для исследования послужили анамнестические данные (жалобы, механизм травмы) и результаты исследований: рентгенограмм, КТ, ЭНМГ, УЗИ сосудов, а также данные анкетирования. Пациентов разделили на две группы в зависимости от временного периода и вели по одному из двух алгоритмов (табл. 1).

В основную группу исследования вошел 41 (56,2%) пациент, прооперированный в период

2015–2018 гг., в возрасте от 27 до 77 лет (средний возраст — 53,78±11,87 лет). Среди пострадавших преобладали мужчины (23/41; 56,1%) до 60 лет (25/41; 61%) с пиком в возрасте 45–59 лет (15/41; 37%). Пострадали в результате высокоэнергетической травмы 20 (48,8%) человек, низкоэнергетической — 20 (48,8%), в результате эпиприступа —

один (2,4%). Оперативное вмешательство выполнено в течение 6 ч. с момента поступления пациента в стационар. Срок госпитализации составил от 8 до 37 койко-дней (в среднем — 12,37±5,06 к/д). По типу переломовывихов к двухфрагментарным отнесено 11 (26,8%) пациентов, к трехфрагментарным — 25 (61,0%), четырехфрагментарным — 5 (12,2%).

Таблица 1

Сравнение стандартного и нового алгоритмов

Опция	Стандартный алгоритм	Новый алгоритм
Рентгенография в двух проекциях при поступлении	+	+
Закрытое устранение вывиха	-	-
КТ	+/-	+
Хирургическое лечение: открытая репозиция, остеосинтез блокируемой пластиной с угловой стабильностью	Плановое	Экстренное (<6 ч. с момента поступления)
Иммобилизация верхней конечности	В отводящей шине/косыночной повязке по показаниям в течение 3–4 нед. в постоперационном периоде	В отводящей шине/косыночной повязке по показаниям в течение 3–4 нед. в постоперационном периоде
ЭНМГ	В процессе наблюдения (min — через 1 год, max — через 3 года)	Через 21 день с момента травмы

Обследование и лечение пострадавших основной группы проведено по следующему протоколу, разработанному авторами: выполнение стандартных рентгенограмм минимум в двух проекциях и КТ поврежденного плечевого сустава всем пациентам; УЗИ сосудов травмированной верхней конечности; оперативное лечение (открытая репозиция, остеосинтез пластиной) в первые 6 ч. с момента поступления пациента в клинику; выполнение ЭНМГ через 3 нед. после хирургического лечения; при выявлении неврологических повреждений — консультация невролога.

Контрольную группу составили 32 (43,8%) пациента в возрасте от 32 до 79 лет (средний возраст — 50,81±13,02 лет), находившиеся на стационарном лечении в 2012–2014 гг. Среди пострадавших также было больше мужчин (19/32; 59,4%) младше 60 лет (24/32; 75%) с возрастным пиком 45–59 лет (13/32; 41%). Высокоэнергетическую травму получили 16 (50,0%) пострадавших, низкоэнергетическую — 15 (46,9%), в одном (3,1%) случае зарегистрирован эпиприступ. Продолжительность нахождения в стационаре варьировала от 13 до 22 койко-дней (в среднем 15,28±1,63 к/д). Распределение по типам переломовывихов ПОПК следующее: двухфрагментарные — 10 (31,2%)

человек, трехфрагментарные — 20 (62,5%), четырехфрагментарные — 2 (6,2%).

Пациентов контрольной группы вели по стандартному алгоритму, включающему выполнение стандартных рентгенограмм поврежденного плечевого сустава в двух проекциях (при их неинформативности выполнялась КТ), оперативное лечение в отсроченном периоде на 4–7-е сутки с момента травмы (в среднем через 3,4±2,3 суток с момента поступления).

Во время оперативного вмешательства у двух (2/73, 2,7%; 2/32, 6,25%) пациентов контрольной группы произошло повреждение плечевой артерии костным отломком головки плечевой кости в момент ее извлечения из мягких тканей. В обоих случаях в операционную экстренно вызван сосудистый хирург, который выполнил шов поврежденной артерии. В дальнейшем лечение этих пациентов продолжалось по стандартному протоколу с коррекцией терапии согласно рекомендациям сосудистого хирурга.

Послеоперационное ведение пациентов

В послеоперационном периоде всех пациентов вели по стандартному реабилитационному протоколу АО*, включающему иммобилизацию опериро-

* Proximal humerus. Available from: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/>.

ванной верхней конечности косыночной повязкой или в отводящем ортезе в течение 3–4 нед. (при необходимости) и раннюю активизацию с первых суток после оперативного вмешательства под контролем врача лечебной физкультуры. Начинали с пассивных и маятникообразных движений, постепенно расширяя их до самостоятельных активных движений, а полную нагрузку на поврежденную верхнюю конечность разрешали только после достижения консолидации перелома. Динамика восстановления функции поврежденной верхней конечности с выполнением контрольных рентгенограмм и осмотром травматолога отслежена у всех включенных в исследование пациентов через 1, 3, 6 и 12 мес. с момента операции. Для оценки целостности нервных стволов пациентам основной группы выполнена ЭНМГ через 21 день с момента травмы. Пациентам группы сравнения ЭНМГ выполнили в более поздние сроки — в процессе их наблюдения, в среднем через $5,7 \pm 4,4$ мес. после травмы (min — 3 нед., max — 3 года 2 мес.).

Результаты и методы их оценки

Основной сравниваемый показатель — функция плечевого сустава по шкале Constant Shoulder Score (CSS) [18]. Это 100-балльная шкала, состоящая из нескольких параметров, разработанная для оценки функционального состояния после лечения травм плечевого сустава. Она содержит 4 подраздела: болевой синдром (15 баллов), повседневная активность (20 баллов), мышечная сила (25 баллов) и амплитуда движений (40 баллов): поднятие, отведение, наружная и внутренняя ротация в плечевом суставе. Чем выше оценка, тем выше качество функционирования [19]. Через 12 мес. после операции отличным считали результат более 90 баллов, хорошим — 90–80 баллов, удовлетворительным — 79–70 баллов и неудовлетворительным — менее 69 баллов.

Этика публикации

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

Статистический анализ

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ Excel 2013

(Microsoft, США), Statistica 10 (StatSoft, США, 2010) и JMP 11 (SAS, США, 2014) Для количественных признаков результаты представлены в виде абсолютных показателей, средних арифметических значений (M) и стандартных отклонений (σ); для качественных — относительными показателями, выраженными в процентах (%). Критический уровень значимости (α) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. При подтверждении нормального распределения значений оценку статистической значимости различий между группами проводили по параметрическому критерию Стьюдента (t) для независимых выборок. Для проверки распределений на нормальность использовали критерий Шапиро–Уилка, а также визуальный анализ гистограмм, проверку равенства дисперсий проводили с помощью критерия Ливиня. Сравнения двух групп при ненормальном распределении проводились на основе непараметрического критерия Манна–Уитни.

Анализ динамики показателей в случае сравнения двух периодов производился на основе непараметрического критерия Вилкоксона, в случае сравнения трех и более периодов — на основе непараметрического критерия Фридмана.

Статистическая значимость различных значений для бинарных и номинальных показателей определялась с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Результаты

Оценка функциональных результатов по CSS

Всем 73 пациентам были выполнены открытая репозиция и остеосинтез перелома ПОПК блокируемой пластиной с угловой стабильностью винтов.

В послеоперационном периоде по результатам обследования пациентов в сроки 1, 3, 6 и 12 мес. выполнена сравнительная оценка функциональных результатов лечения в основной и контрольной группах по CSS (рис. 1, табл. 2).

Несмотря на более низкий показатель CSS через 1 мес. в основной группе, дальнейший темп восстановления функции плечевого сустава, объема движений, прирост показателя по CSS был значительно выше у пациентов, которых лечили по предложенному нами алгоритму. Так, через 12 мес. с момента оперативного вмешательства статистически значимая разница выявлена в показателях сгибания и отведения ($p = 0,0194$ и $p = 0,0215$ соответственно), среднего балла по CSS ($p = 0,0063$), а также темпа прироста балльного показателя CSS в периоды 1–3, 1–6 и 1–12 мес. ($p < 0,001$) (рис. 2).

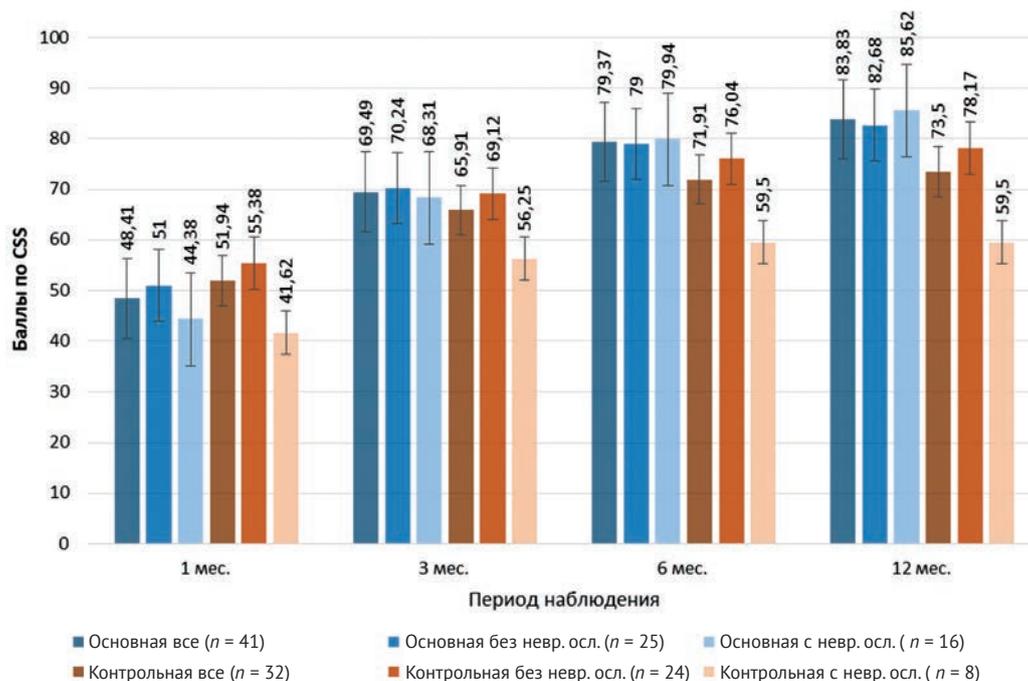


Рис. 1. Функциональное состояние плечевого сустава по CSS у пациентов обеих групп через 1, 3, 6, 12 мес. после лечения

Fig. 1. The functional state of the shoulder according to Constant Shoulder Score in the patients of the both groups in 1, 3, 6 and 12 months after the treatment

Таблица 2

Оценка функции плечевого сустава у всех пациентов обеих групп по CSS через 12 мес.

Оценка по CSS	Основная группа (M±σ = 83,83±11,26)		Контрольная группа (M±σ = 73,5±16,7)	
	абс. ч. (%)	средний балл по CSS	абс. ч. (%)	средний балл по CSS
Отлично	11 (26,8)	95,64±3,31	5 (15,6)	93,00±2,10
Хорошо	17 (41,5)	84,74±3,29	12 (37,5)	82,64±1,37
Удовлетворительно	10 (24,4)	74,00±2,36	9 (28,1)	73,71±2,49
Неудовлетворительно	3 (7,3)	53,50±13,50	6 (18,8)	51,33±12,09

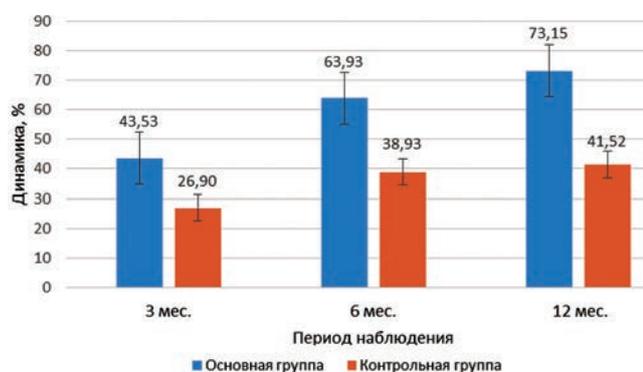


Рис. 2. Динамика улучшения функции по CSS, %

Fig. 2. The dynamics of function improvement by Constant Shoulder Score, %

Осложнения

Осложнения, выявленные в процессе лечения и послеоперационного наблюдения, представлены в таблице 3.

Таким образом, в сравниваемых группах риск ассоциированных повреждений не зависел от алгоритма ведения пациента ($p = 0,436$), а неврологические повреждения занимали до 1/3 от всех осложнений, связанных с переломывывихами плечевой кости. Структура неврологических осложнений представлена в таблице 4. Статистической разницы по числу повреждений нервов между сравниваемыми группами не выявлено ($p > 0,05$).

Таблица 3

Структура осложнений, выявленных у пациентов с ПОПК

Осложнение	Число осложнений, абс. ч. (%)		
	в обеих группах	основная группа	контрольная группа
Асептический некроз головки плечевой кости	7 (9,6)	5 (12,2)	2 (6,2)
Миграция металлоконструкции	5 (6,8)	2 (4,9)	3 (9,4)
Повреждение плечевой артерии	2 (2,7)	0	2 (6,2)
Повреждения нервов	24 (32,9)	16 (39,0)	8 (25,0)

Таблица 4

Структура неврологических осложнений, выявленных у пациентов с ПОПК

Неврологические осложнения	Число осложнений, абс. ч. (%)		
	в обеих группах	основная группа	контрольная группа
<i>N. axillaris</i>	10 (13,7)	4 (9,8)	6 (19,4)
<i>Nn. axillaris, radialis et musculocutaneus</i>	2 (2,8)	2 (4,9)	0
<i>Nn. axillaris, radialis, musculocutaneus, medianus et ulnaris</i>	3 (4,2)	2 (4,9)	1 (4,2)
<i>Nn. axillaris et suprascapularis</i>	1 (1,4)	0	1 (3,2)
<i>Nn. axillaris, suprascapularis, musculocutaneus et radialis</i>	8 (11,1)	8 (19,5)	0
Всего	24 (32,9)	16 (39,0)	8 (25,0)

Большее число неврологических осложнений в основной группе можно объяснить более ранними сроками выявления поврежденных нервов (ЭНМГ выполняли всем пациентам через 21 день), что позволило сразу начать лечение этих нарушений и привело к частичной или полной регрессии неврологической симптоматики и в большинстве случаев — к хорошему восстановлению функции поврежденного плечевого сустава: средний балл по CSS через 12 мес. $85,62 \pm 14,38$. У пациентов контрольной группы выявлены стойкие повреждения периферических нервов (ЭНМГ выполняли позднее 3 нед. с момента травмы), а проводимая терапия уже не могла скорректировать столь длительные нарушения, что и привело к худшим функциональным результатам: средний балл по CSS через 12 мес. — $59,50 \pm 13,96$.

В ходе исследования выявлено, что изолированное повреждение подмышечного нерва встречали редко, чаще в комбинации с другими нервами.

Причинами повреждения плечевой артерии у пациентов контрольной группы в обоих случаях, вероятно, послужили возраст старше 50 лет ($p = 0,0408$; сниженная эластичность артерий на фоне атеросклероза), отсроченное хирургическое вмешательство (формирование рубцов, измененная анатомия после травмы) и характер переломо-

вывиха (трехфрагментарный тип по классификации Neer).

У пострадавших с двухфрагментарными переломовывихами в обеих группах выявлены только неврологические осложнения. Частота развития таких осложнений, как асептический некроз головки плечевой кости и миграция металлофиксаторов, статистически выше у пациентов с трех- и четырехфрагментарными переломовывихами ($p < 0,001$). Также у пациентов с четырехфрагментарными переломами ПОПК значимо выше риск повреждений периферических нервов ($p = 0,0089$). При этом у 10 (13,7%) пациентов с трех- и четырехфрагментарными переломами (по 5 из каждой группы) наблюдали сочетание двух, реже — трех осложнений. В основной группе в трех случаях (7,3%) выявлены сочетание асептического некроза головки плечевой кости и неврологических осложнений, в одном (2,4%) случае — асептического некроза и миграции металлофиксаторов, в одном (2,4%) случае — асептического некроза, миграции металлофиксаторов и повреждения нервов. В контрольной группе зарегистрировали 2 (6,3%) случая неврологических осложнений с повреждением плечевой артерии, 2 (6,3%) случая асептического некроза головки плечевой кости в сочетании с миграцией металлофиксаторов,

1 (3,1%) — неврологические повреждения и миграция металлоконструкций.

В ближайшем послеоперационном периоде у всех пациентов послеоперационные раны зажили первичным натяжением, швы сняты на 12–14-е сутки с момента операции. Инфекционных осложнений в раннем и позднем послеоперационных периодах не выявлено. Средняя продолжительность госпитализации пациентов основной группы статистически меньше, чем контрольной ($p < 0,001$).

Функциональный результат по CSS у пациентов с неврологическими осложнениями в контрольной группе был статистически ниже, чем у пациентов той же группы без повреждения нервов ($p = 0,003$), а также по сравнению со средним результатом

всей группы. Статистически значимых различий среди пациентов с наличием и отсутствием неврологических осложнений в основной группе не выявлено ($p = 0,387$) (см. рис. 1).

В процессе наблюдения за пациентами с неврологическими осложнениями установили значимое различие в восстановлении функции в поврежденном суставе в сравниваемых группах: на протяжении всего периода наблюдения показатели и динамика увеличения объема движений (сгибание, разгибание, отведение, приведение, внутренняя и наружная ротация), а также прирост показателя по CSS были больше в основной группе ($p < 0,05$) (табл. 5, рис. 3). Средний балл по CSS через 12 мес. был статистически значимо выше в основной группе ($p < 0,001$).

Таблица 5

Оценка по CSS пациентов с неврологическими нарушениями в основной и контрольной группах через 12 мес.

Оценка по CSS	Основная группа ($M \pm \sigma = 85,62 \pm 14,38$)		Контрольная группа ($M \pm \sigma = 59,5 \pm 13,96$)	
	абс. (%)	средний балл по CSS	абс. (%)	средний балл по CSS
Отлично	4 (25)	95,6 \pm 3,31	0 (0)	0
Хорошо	6 (37,5)	84,4 \pm 3,29	1 (12,5)	81,50
Удовлетворительно	4 (25)	76 \pm 2,36	4 (50,0)	66,50 \pm 1,69
Неудовлетворительно	2 (12,5)	53,5 \pm 5,08	3 (37,5)	43,30 \pm 3,47

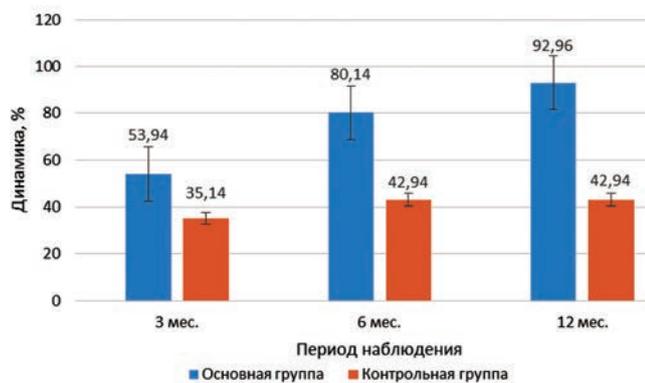


Рис. 3. Динамика прироста функции по CSS у пациентов с неврологическими осложнениями, %

Fig. 3. The dynamics of function increase by Constant Shoulder Score in the patients with neurological complications, %

Обсуждение

В литературе описано множество методов лечения пациентов со скелетными травмами ПОПК, а в нескольких работах на примере клинических случаев приведены алгоритмы ведения пациентов с переломовывихами этого сегмента с различными осложнениями. Однако единый алгоритм

ведения пострадавших с такими повреждениями до сих пор не выработан. Высокий риск осложнений, особенно неврологических, приводит к инвалидизации пациентов, что имеет колоссальное медицинское и социальное значение.

Многие авторы придерживаются стратегии, в соответствии с которой пациентам с двухфрагментарными переломовывихами плеча выполняют рентгенографию и/или КТ поврежденного плечевого сустава и устраняют вывих закрытым способом [7, 10, 20, 21]. В большинстве случаев удается достигнуть хорошей стабильной репозиции большого/малого бугорка, затем пациентов успешно лечат консервативно. Исключение составляет сохраняющееся смещение более 5 мм [10, 11, 20] и смещение до 3 мм у молодых активных пациентов, спортсменов и рабочих с тяжелой нагрузкой на верхние конечности [21].

При передних и задних трехфрагментарных переломовывихах С. Filippo с соавторами с целью предоперационного планирования выполняли своим пациентам КТ плечевого сустава, а дальнейшая хирургическая тактика (эндопротезирование или остеосинтез) зависела от возраста пациента, качества кости, размера отломков и выраженности мягкотканых повреждений [10].

Четырехфрагментарные переломовывихи — тяжелые комплексные повреждения, тактика лечения которых до сих пор обсуждается [7, 8, 22, 23, 24]. Общая проблема этой патологии — нарушение кровоснабжения и, как следствие, ишемия головки плечевой кости [25, 26].

Различные исследования свидетельствуют о высоком риске развития асептического некроза головки плечевой кости [8, 10, 11, 22, 27, 28]. Основываясь на этих наблюдениях, у пациентов среднего и пожилого возраста отдают предпочтение эндопротезированию, а остеосинтез рекомендуют только молодым [10].

Данные о частоте повреждения нервов плечевого сплетения при переломовывихах ПОПК варьируют в широком диапазоне. Так, С.М. Robinson с соавторами доложили о повреждении нервов в 13,5% случаев вследствие передних переломовывихов у 3633 человек. При помощи ЭНМГ выявили, что чаще других травмируется подмышечный нерв [11].

С.Р. Visser с соавторами в проспективном исследовании 77 пациентов с переломовывихами ПОПК описали потерю аксональной связи в 48% случаев. Повреждение подмышечного нерва составило 42%. Авторы предположили, что более частое повреждение именно этого нерва обусловлено его анатомическим положением, из-за чего он подвержен перерастяжению или компрессии головкой плечевой кости [12]. Именно поэтому при нижних вывихах частота повреждений нерва возрастает до 60%, а при задних составляет менее 5% [17]. Также исследователи обращают внимание на значительное нарушение функции травмированного плечевого сустава, несмотря на практически полное восстановление электронейропроводимости по результатам ЭНМГ и мышечной силы у пациентов с поражением подмышечного и надлопаточного нервов [9].

С.Р. Visser с соавторами в другом исследовании сообщили о 142 пациентах с переломами проксимального отдела плечевой кости. Всем пострадавшим выполнена ЭНМГ. В результате неврологические повреждения выявили в 67% случаев. В большинстве случаев совместно были травмированы подмышечный и надлопаточный нервы. В случаях переломов со смещением такие повреждения составили 86%, при переломах без смещения — 72%. У 9 пациентов появилась выраженная нижняя сублюксация плеча, что стало следствием потери силы дельтовидной мышцы и вращательной манжеты плеча в результате неврологических повреждений. Позже сублюксация спонтанно восстановилась во всех случаях [13].

С.В. Гюльназарова с соавторами приводят результаты хирургического лечения 69 пострадавших с застарелыми переломами и переломовывихами ПОПК. По данным ЭНМГ, нейропатия

периферических нервов выявлена в 89% случаев. Результатом таких повреждений стали миграция головки эндопротеза или его нестабильность [29].

В то же время G. Gasbarro с соавторами пришли к выводу, что повреждение нервов при переломах ПОПК не может быть абсолютным противопоказанием к реверсивному эндопротезированию плечевого сустава, так как в большинстве случаев у пациентов с явным повреждением нерва или без него реверсивное эндопротезирование плечевого сустава позволяло восстановить функцию сустава и приводило к хорошему или отличному результату лечения. Глубокий паралич нервов не приводил к более высоким показателям осложнений, включая вывих компонентов эндопротеза. Несмотря на большую инвалидизацию и меньшую удовлетворенность лечением, полное или частичное восстановление нервов можно ожидать у большинства пациентов [30].

В ряде исследовательских работ были определены факторы наибольшего риска повреждения нервов (чаще подмышечного) при травме плечевого сустава: смещенные переломы, переломовывихи, сопутствующая гематома в месте перелома и возраст больше 65 лет. При этом авторы сообщают о полном или частичном восстановлении травмированных нервов [12, 30, 31, 32].

Помимо повреждения плечевой артерии, в литературе описываются редкие случаи повреждения подмышечной артерии [33, 34]. Обычно это происходит при смещении диафиза плечевой кости медиально, и это повреждение часто диагностируют с запозданием. Более 90% зарегистрированных случаев повреждения сосудов после травмы плеча возникают у пациентов в возрасте 50 лет и старше. Считается, что пожилые люди подвергаются повышенному риску повреждения сосудов из-за снижения эластичности артерий при атеросклерозе.

S.J. Cotman с соавторами предложили алгоритм ведения пациентов с переломовывихами ПОПК и ассоциированными с ними плексопатией и разрывом подмышечной артерии. Учитывая высокий риск таких повреждений, авторы предлагают уделять больше внимания исследованию сосудисто-нервных структур в ранние сроки после травмы, а также неинвазивным исследованиям сосудов и консультации сосудистого хирурга у пациентов с подозрением на повреждение сосудов. В таких случаях авторы исследования рекомендуют отказаться от закрытого устранения вывиха и по возможности сразу перейти к открытой репозиции. Исследователи дают очень осторожные прогнозы таким пациентам, даже несмотря на своевременное выявление и лечение таких травм [34].

K.S. Wronka с соавторами предложили прагматичный подход к лечению переломовывихов ПОПК в остром периоде, разделив пациентов на

3 группы: 1 — передний вывих плеча с отрывом большого бугорка, 2 — передний вывих с переломом хирургической шейки плеча и с/без отрыва большого бугорка, 3 — задний вывих плеча и перелом ПОПК. Авторы пришли к выводу, что для пациентов группы 1 в 94% случаев эффективно закрытое устранение вывиха в условиях седации с экстренном порядке, при этом не было выявлено ни одного случая повторного смещения или распространения перелома. Пациентам группы 2 рекомендуют аккуратно устранять вывих в условиях общего наркоза при полной миорелаксации в случае применения закрытой методики или проводить первичную открытую репозицию переломовывиха и внутреннюю фиксацию. Это обусловлено высоким риском деваскуляризации фрагментов перелома при попытке репозиции и развитием асептического некроза, а также повторным смещением отломков и/или распространением перелома (40%). Для устранения вывиха у пациентов группы 3 авторы призывают воздержаться от этой манипуляции в условиях седации и прибегать к использованию общей анестезии (хотя в своем исследовании авторы не предприняли попыток закрытого устранения вывиха в условиях седации пациентам этой группы) [35].

В проведенном нами исследовании преобладали пациенты с трехфрагментарными переломовывихами (61,6%), так как большинству пострадавших с двухфрагментарными переломами выполнили закрытое устранение вывиха (а это исключаящий критерий данного исследования), и, как правило, их вели консервативно. С целью соблюдения равных условий для сравнительного анализа в наше исследование были включены только пациенты, которым выполнен накостный остеосинтез пластиной. Пострадавшим обеих сравниваемых групп с трех- и четырехфрагментарными повреждениями ПОПК выполняли КТ травмированного сустава. Частота неврологических осложнений варьировала от 25 до 39% и в среднем выявлена у трети всех пострадавших. Изолированное повреждение *n. axillaris* наблюдали в 41,7% случаев всех неврологических осложнений. В нашей практике зарегистрировано 2 случая интраоперационного повреждения плечевой артерии у пациентов старше 60 лет из контрольной группы в момент извлечения головки плечевой кости из мягких тканей, в обоих случаях проблема решена при участии сосудистых хирургов.

Ограничения исследования

Проведенное исследование обладает рядом ограничений, снижающих его качество и статистическую значимость. Так, пациенты контрольной группы оценены ретроспективно, в то время как пострадавших экспериментальной группы исследовали проспективно. В исследование вошли

только пациенты, которым выполнена открытая репозиция и накостный остеосинтез перелома пластиной. Срок наблюдения за пациентами составлял 12 мес., что недостаточно для оценки отдаленных результатов лечения.

Перспективы исследования

В перспективе планируется отследить отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами в сравниваемых группах, а также сравнить различные хирургические методы, применяемые у таких пострадавших, и определить оптимальный алгоритм ведения пациентов в зависимости от характера переломовывиха и сопутствующих повреждений.

Заключение

Проведенный анализ ранних и среднесрочных результатов хирургического лечения подтвердил необходимость своевременного выявления и лечения такого ключевого осложнения, как повреждение нервов плечевого сплетения, которое может быть результатом как уже произошедшей травмы, так и продолжающейся травматизации сосудисто-нервного пучка головкой плечевой кости в результате переломовывиха. Хирургическое пособие в течение 6 ч. с момента поступления пострадавшего в стационар, а также максимально ранняя диагностика неврологических повреждений и терапия осложнений позволили значительно улучшить прогноз и исход лечения травмированного плечевого сустава у пациентов основной группы. Таким образом, разработанный и внедренный в практику лечебных учреждений, на базе которых проводили исследование, алгоритм ведения пациентов с переломовывихами ПОПК доказал свою эффективность и позволил снизить частоту неудовлетворительных функциональных результатов более чем в 2 раза, а также уменьшить срок госпитализации пострадавших.

Литература [References]

1. Baron J.A., Barrett J.A., Karagas M.R. The epidemiology of peripheral fractures. *Bone*. 1996;18(suppl):209-213. doi: 10.1016/8756-3282(95)00504-8.
2. Kwon Y.W., Zuckerman J.D. Outcome after treatment of proximal humeral fractures with humeral head replacement. *Instr Course Lect*. 2005;54:363-369.
3. Краснов А.Ф., Ахмедзянов Р.Б. Вывихи плеча. Москва: Медицина; 1982. с. 160.
4. Krasnov A.F., Akhmedzyanov R.B. [Shoulder dislocations]. Moscow: Medicine; 1982. p. 160. (In Russian).
5. Shen L., Jiang C., An Z. Open reduction through a posterior incision in the surgical treatment of shoulder posterior dislocation associated with proximal humeral fractures. *ANZ J Surg*. 2019; 89(4):334-338. doi: 10.1111/ans.15147.
6. Court-Brown C.M., Garg A., McQueen M.M. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(4):365-371.

6. Chun J.M., Groh G.I., Rockwood C.A.Jr. Two-part fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 1994;(5):273-287. doi: 10.1016/S1058-2746(09)80071-2.
7. Bigliani L.U. Fractures of the proximal humerus. In: Rockwood C.A., Matsen F.A. (eds). *The shoulder*, 2nd edn. WB Saunders, Philadelphia; 1998. p. 278-334.
8. Duparc J., Largier A. Les luxations-fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus [Fracture-dislocations of the upper end of the humerus]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1976;62(1):91-110. (In French).
9. Neer C.S. Displaced proximal humeral fractures: I. Classification and evolution. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52:1077-1089.
10. Filippo C., Davide B., Marco A. Simple and Complex Fractures of the Humerus. Springer-Verlag Mailand; 2015; p. 177-179. doi: 10.1007/978-88-470-5307-6.
11. Robinson C.M., Akhtar A., Mitchell M., Beavis C. Complex posterior fracture – dislocations of the shoulder. Epidemiology, injury patterns, and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1454-1466.
12. Visser C.P., Coene L.N., Brand R., Tavy D.L. The incidence of nerve injury in anterior dislocation of the shoulder and its influence on functional recovery. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(4):679-685. doi: 10.1302/0301-620X.81b4.9005.
13. Visser C.P., Coene L.N., Brand R., Tavy D.L. Nerve lesions in proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001;10(5):421-427. doi: 10.1067/mse.2001.118002.
14. Hems T.E., Mahmood F. Injuries of the terminal branches of the infraclavicular brachial plexus: patterns of injury, management and outcome. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(6):799-804. doi: 10.1302/0301-620X.94B6.28286.
15. Fric V., Pazdírek P., Bartoníček J. Nepredvrtané zajistěné nitrorenové hřebování zlomenin humeru--základní hodnocení souboru [Unreamed locking intramedullary nailing of humeral fractures--basic evaluation of a patient group]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2001;68(6):345-356. (In Czech).
16. Wijgman A.J., Roolker W., Patt T.W., Raaymakers E.L., Marti R.K. Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(11):1919-1925.
17. Sun J.C., Li Y.L., Ning G.Z., Wu Q., Feng S.Q. Treatment of three- and four-part proximal humeral fractures with locking proximal humerus plate. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23(6):699-704. doi: 10.1007/s00590-012-1040-x.
18. Conboy V.B., Morris R.W., Kiss J., Carr A.J. An evaluation of the constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(2):229-232.
19. Hirschmann M.T., Wind B., Amsler F., Gross T. Reliability of shoulder abduction strength measure for the Constant-Murley score. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(6):1565-1571. doi: 10.1007/s11999-009-1007-3.
20. Park T.S., Choi I.Y., Kim Y. Park M.R., Shon J.H., Kim S.I. A new suggestion for the treatment of minimally displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus. *Bull Hosp Jt Dis.* 1997;56(3):171-176.
21. Resch H., Thoni H. [Dislocation fractures of the shoulder. Special status and therapeutic concepts]. *Orthopade.* 1992;21(2):131-139. (In German).
22. Ackermann C., Lam Q., Linder P., Kull C., Regazzoni P. [Problems in classification of fractures of the proximal humerus]. *Z Unfallchir Versicherungsmed Berufskr.* 1986;79:209-215. (In German).
23. Shrader M.W., Sanchez-Sotelo J., Sperling J.W., Rowland C.M., Cofield R.H. Understanding proximal humerus fractures: image analysis, classification, and treatment. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14:497-505. doi: 10.1016/j.jse.2005.02.014.
24. Hertel R., Hempfing A., Stiehler M., Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:427-433.
25. Gerber C., Schneeberger A.G., Vinh T.S. The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:1486-1494.
26. Meyer C., Alt V., Hassanin H. Heiss C., Stahl J.P., Giebel G. et al. The arteries of the humeral head and their relevance in fracture treatment. *Surg Radiol Anat.* 2005;27:232-237. doi: 10.1007/s00276-005-0318-7.
27. Auffarth A., Mayer M., Kofler B., Hitzl W., Bogner R., Moroder P. et al. The interobserver reliability in diagnosing osseous lesions after first – time anterior shoulder dislocation comparing plain radiographs with computed tomography scans. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(11):1507-1513. doi: 10.1016/j.jse.2013.04.020.
28. Russo R., Cautiero F., Della Rotonda G. The classification of complex 4-part fracture revisited: the missing fifth fragment and indication for surgery. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(suppl 1):S13-19. doi: 10.1007/s12306-012-0195-2.
29. Гюльназарова С.В., Мамаев В.И., Зубарева Т.В. Осложнения при эндопротезировании плечевого сустава у пациентов с застарелыми переломами и переломовывихами проксимального отдела плечевой кости. *Генуй ортопедии.* 2016;(1):48-51. Giu'nazarova S.V., Mamaev V.I., Zubareva T.V. [Complications of the shoulder arthroplasty in patients with inveterate fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus]. *Genij ortopedii.* 2016;(1):48-51. (In Russian).
30. Gasbarro G., Crasto J.A., Rocha J., Henry S., Kano D., Tarkin I.S. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Geriatric Proximal Humerus Fracture Dislocation With Concomitant Nerve Injury. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2019;10:2151459319855318. doi: 10.1177/2151459319855318.
31. Lopiz Y., Garcia-Coiradas J., Serrano-Mateo L., Garcia-Fernandez C., Marco F. Reverse shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fractures in the geriatric patient: results, health-related quality of life and complication rates. *Int Orthop.* 2016;40:771-781. doi: 10.1007/s00264-015-3085-z.
32. Day J.S., Scott Paxton E., Lau E., Gordon V.A., Abboud J.A., Williams G.R. Use of reverse total shoulder arthroplasty in the Medicare population. *J Shoulder Elb Surg.* 2015;24:766-772. doi: 10.1016/j.jse.2014.12.023.
33. Menendez M.E., Ring D., Heng M. Proximal humerus fracture with injury to the axillary artery: a population-based study. *Injury.* 2015;46:1367-1371. doi: 10.1016/j.injury.2015.04.026.
34. Cotman S.J., Trinh T.Q., Vincent S., Backes J.R. Proximal Humerus Fracture-Dislocation with Laceration of the Axillary Artery: A Case Report. *Iowa Orthop J.* 2017;37:53-55.
35. Wronka K.S., Ved A., Mohanty K. When is it safe to reduce fracture dislocation of shoulder under sedation? Proposed treatment algorithm. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27(3):335-340. doi: 10.1007/s00590-016-1899-z.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

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

Ратьев Андрей Петрович — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия. anratiev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>

Ершов Дмитрий Сергеевич — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия. Ershov0808@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7005-2752>

Куроч Евгений Александрович — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ МО «Подольская городская клиническая больница», г. Подольск, Россия. Kuruch@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8522-8623>

Кузнецов Вадим Николаевич — канд. мед. наук, заведующий травматологическим отделением, ГБУЗ МО «Подольская городская клиническая больница», г. Подольск, Россия. Vadim556677@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7429-0704>

Овчаренко Нина Валерьевна — аспирант, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия. nina2009_94@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4447-0445>

Заявленный вклад авторов:

Егиазарян К.А. — постановка проблематики лечения данных пациентов и утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

Ратьев А.П. — участие в разработке концепции исследования.

Ершов Д.С. — помощь в интерпретации данных результатов лечения, помощь в работе с литературой по теме и в формировании библиографических ссылок.

Куроч Е.А. — участие в разработке концепции исследования теоретическое обоснование лечения пациентов, проведение оперативного лечения и наблюдения за пациентами, сбор и анализ данных (25%)

Кузнецов В.Н. — помощь в лечении пациентов, послеоперационном ведении и проведении оценки среднесрочных результатов лечения.

Овчаренко Н.В. — помощь в написании, корректировке и оформлении статьи.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Karen A. Egiazaryan — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery Chair, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. egkar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Andrei P. Ratyev — Dr. Sci. (Med.), Professor of Chair of traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; Orthopedic Surgeon, City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russia. anratiev@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>

Dmitrii S. Ershov — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Chair of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; Orthopedic Surgeon, City Clinical Hospital No.1, Moscow, Russia. Ershov0808@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7005-2752>

Evgenii A. Kuruch — PhD Student of Chair of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow; Orthopedic Surgeon, Podolsk City Clinical Hospital, Podolsk, Russia. Kuruch@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8522-8623>

Vadim N. Kuznetsov — Cand. Sci. (Med.), Chief of Trauma and Orthopedics Unit, Podolsk City Clinical Hospital, Podolsk, Russia. Vadim556677@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7429-0704>

Nina V. Ovcharenko — PhD Student, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. nina2009_94@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4447-0445>



Связанные с полом особенности строения областей прикрепления передней крестообразной связки

Д.А. Маланин, И.В. Володин, И.А. Сучилин, М.В. Демещенко

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Волгоград, Россия
ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», г. Волгоград, Россия

Реферат

Актуальность. Современные принципы реконструкции ПКС и известные хирургические техники не учитывают особенностей анатомического строения коленного сустава у женщин ввиду недостаточной обоснованности их влияния на результаты лечения. **Цель исследования** — получить новые данные о строении областей прикрепления передней крестообразной связки (ПКС) в коленном суставе с учетом половой принадлежности человека и с позиций хирургической анатомии. **Материал и методы.** Изучено 40 непарных «свежих» анатомических препаратов коленного сустава человека, полученных от лиц женского и мужского пола. После препарирования коленных суставов проведена морфометрия дистального эпифиза бедренной и проксимального эпифиза большеберцовой костей с помощью цифрового скользящего штангенциркуля по 16 параметрам. При исследовании областей прикрепления ПКС оценена их форма, размеры, площадь и удаленность центра от отдельных костных структур. Полученные данные были соотнесены с типом строения коленного сустава. **Результаты.** В коленных суставах с «женским» типом строения по сравнению с «мужским» при измерении дистального эпифиза бедренной кости достоверные отличия ($p < 0,05$) установлены по следующим параметрам: ширина мышелков на уровне трансэпикондиллярной линии, ширина межмышцелковой ямки, длина и высота наружного мышелка и отношение ширины мышелков на уровне трансэпикондиллярной линии к высоте наружного мышелка. В области проксимального эпифиза большеберцовой кости гендерные различия обнаружены при измерении фронтальных и сагиттальных размеров суставной поверхности, ширины межмышцелкового возвышения и заднего наклона суставной поверхности эпифиза большеберцовой кости. Данные особенности формировали иные пропорции в строении коленного сустава для лиц женского пола. Обнаружено, что область бедренного прикрепления ПКС и ее центр в коленных суставах с «женским» типом строения располагались несколько дистальнее (на 3 мм) и кзади (на 1,5 мм) (кпереди и книзу при артроскопической визуализации). В свою очередь, область большеберцового прикрепления и ее центр локализовались на 2 мм кпереди по сравнению с коленными суставами «мужского» типа строения. **Заключение.** Обнаруженные анатомические особенности позволяют выделять «женский» и «мужской» типы строения коленного сустава, что обуславливает гендерные различия в топографии областей прикрепления ПКС и определяет необходимость их учета при анатомической реконструкции связки.

Ключевые слова: анатомия коленного сустава, морфометрия коленного сустава, передняя крестообразная связка.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Маланин Д.А., Володин И.В., Сучилин И.А., Демещенко М.В. Связанные с полом особенности строения областей прикрепления передней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):80-92. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-80-92.

Cite as: Malanin D.A., Volodin I.V., Suchilin I.A., Demeshchenko M.V. [Gender Differences of the ACL Insertion Sites]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 80-92. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-80-92.

✉ Володин Илья Владимирович / Ilya V. Volodin, e-mail: volodin_ili@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 21.05.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 28.08.2020.

© Маланин Д.А., Володин И.В., Сучилин И.А., Демещенко М.В., 2020



Gender Differences of the ACL Insertion Sites

Dmitry A. Malanin, Ilya V. Volodin, Ilya A. Suchilin,
Maxim V. Demeshchenko

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Volgograd Science Medical Center, Volgograd, Russia

Abstract

Background. The modern principles of reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL) and well-known surgical techniques do not take into account the peculiarities of the anatomical structure of the female knee. This happens due to insufficient substantiation that these peculiarities could influence the results of the treatment. **The purpose of this study** was to obtain new data on the structure of the areas of the ACL attachment, taking into consideration patient's gender and the surgical anatomy. **Material and Methods.** 40 unpaired "fresh" anatomical preparations of the human female and male knees were studied. After preparation of the knee joints, the morphometry of the distal femoral epiphysis and the proximal tibial epiphysis was carried out by a digital sliding caliper according to 16 parameters. The shape, size, area, and the distance of the ACL attachment center from individual bone structures were assessed. The obtained data were correlated with the gender type of the knee structure. **Results.** The distal femoral epiphysis of the "female" type knee joint compared with the "male" type revealed the significant differences ($p < 0.05$) in the following parameters: the width of the condyles at the level of the transepicondylar line, the width of the intercondylar fossa, the length and height of the lateral condyle, and the ratio of the condyles width at the level of the transepicondylar line to the height of the lateral condyle. The tibial proximal epiphysis showed the gender differences in the articular surface frontal and sagittal dimensions, the width of the intercondylar eminence and the posterior slope of the tibial epiphysis articular surface. These features determined the different proportions of the female knee structure. The area of the anterior cruciate ligament femoral attachment and its center in the "female" type of structure were located 3 mm distal and 1.5 mm posteriorly (anteriorly and downwardly in arthroscopic imaging). The area of the tibial attachment of the same ligament and its center were localized 2 mm anteriorly in comparison with the "male" type structure. **Conclusion.** The discovered anatomical differences made it possible to distinguish the "female" and "male" types of the knee structure. The topography of the anterior cruciate ligament attachment areas is gender specific. This should be taken into account in the anatomical reconstruction of the ligament.

Keywords: gender anatomy, ACL, knee morphometry, anatomical reconstruction.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Согласно литературным данным, в случаях травматических повреждений коленного сустава женщины оказываются более предрасположенными к разрывам передней крестообразной связки (ПКС), чем мужчины [1, 2, 3, 4, 5]. Соотношение рисков подобных повреждений в некоторых исследованиях оценивается как 1:1,4–9,5, соответственно у лиц мужского и женского пола [6, 7, 8].

Предрасположенность к повреждениям ПКС у женщин имеет многофакторные причины, среди которых некоторые особенности анатомического строения коленного сустава, вероятно, занимают особое место [2, 9, 10, 11, 12, 13]. В частности, высокий риск развития переднезадней и ротационной неустойчивости при повреждениях ПКС связывают с более выраженным по сравнению аналогичным показателем у мужчин наклоном суставной поверхности проксимального большеберцового эпифиза кзади и меньшим соответствием суставных поверхностей бедренной (БК) и большеберцовой (ББК) костей коленного

сустава [8, 9, 14, 15, 16, 17]. Отмечен и ряд других отличий анатомического строения дистального эпифиза БК, позволяющих выделять так называемый «женский» тип коленного сустава, в том числе при разработке дизайна гендерных эндопротезов [18, 19, 20, 21].

Современные принципы реконструкции ПКС и известные хирургические техники не учитывают особенностей анатомического строения коленного сустава у женщин ввиду недостаточной обоснованности их влияния на результаты лечения [22, 23, 24, 25, 26].

Гипотезой нашего исследования явилось предположение о влиянии размеров мыщелков эпифизов бедренной и большеберцовой кости характерных для «женского» типа коленного сустава на топографию и строение областей прикрепления ПКС и расположение их центров, относительно которых осуществляется проведение костных тоннелей при реконструкции связки.

Цель исследования заключалась в получении новых данных о строении областей прикрепления

ПКС в коленном суставе с учетом половой принадлежности человека и с позиций хирургической анатомии.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили 40 непарных «свежих» анатомических препаратов коленного сустава человека, из которых 20 было изъято у лиц женского, а 20 — мужского пола. Средний возраст исследуемых женщин и мужчин составлял 54±3,4 и 57±5,0 лет ($p>0,05$). Рост женщин при жизни достигал 165±3,9 см, мужчин — 168±4,4 см ($p>0,05$).

К критериям исключения из исследования относили наличие выраженных дегенеративных изменений сустава, дисплазии, признаков перенесенных ранее внутрисуставных переломов, повреждений ПКС.

Для получения анатомических препаратов выполняли передний доступ к коленному суставу, мягкие ткани удаляли, цифровым скользящим штангенциркулем с погрешностью 50 мкм (Торех, Польша) проводили морфометрию дистального эпифиза БК по 10 параметрам (рис. 1): ширина мышелков БК на уровне трансэпикондиллярной линии (А-В), форма межмышцелковой ямки БК, ширина межмышцелковой ямки БК по методике М. Wada с соавторами (Н-І) [27], ширина латерального мышцелка БК (G-H), высота латерального мышцелка БК (C-D), длина латерального мышцелка БК (K-L), ширина медиального мышцелка БК (I-J), высота медиального мышцелка БК (E-F), длина медиального мышцелка БК (K-L), отношение ширины мышцелков на уровне трансэпикондиллярной линии к высоте латерального мышцелка БК(A-B/C-D).

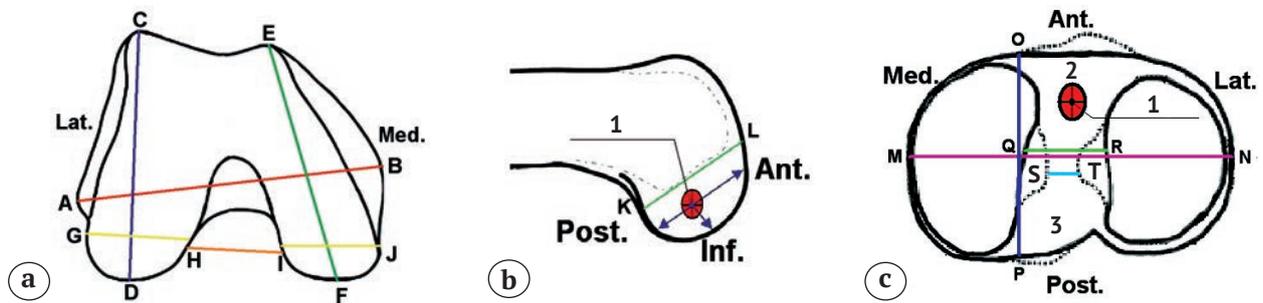


Рис. 1. Схема измерений изучаемых параметров дистального эпифиза бедренной и проксимального эпифиза большеберцовой костей:

- а — схематическое изображение дистального эпифиза бедренной кости в аксиальной проекции на уровне надмышцелков БК: А-В — ширина мышцелков БК на уровне трансэпикондиллярной линии; Н-І — ширина межмышцелковой ямки БК; G-H — ширина латерального мышцелка БК; C-D — высота латерального мышцелка БК; I-J — ширина медиального мышцелка БК; E-F — высота медиального мышцелка БК;
- б — схематическое изображение дистального эпифиза бедренной кости в сагиттальной проекции на уровне внутренней поверхности наружного мышцелка бедренной кости: 1 — центр ПКС; K-L — длина латерального мышцелка БК; расстояние от центра ПКС до нижнего, переднего и заднего краев суставного хряща наружного мышцелка БК обозначено стрелками;
- с — схематическое изображение плато проксимального эпифиза большеберцовой кости в аксиальной проекции: 2 — передний край межмышцелкового возвышения; 3 — задний край межмышцелкового возвышения; M-N — фронтальный размер плато ББК; P-O — сагиттальный размер плато ББК; 2-3 — длина межмышцелкового возвышения ББК; Q-R ширина межмышцелкового возвышения ББК; S-T — расстояние между верхушками внутреннего и наружного бугорков межмышцелкового возвышения ББК

Fig. 1. The scheme of measurements of the studied parameters of the distal femoral epiphysis and proximal tibial epiphysis:

- а — the schematic picture of the distal femoral epiphysis in the axial plane at the level of the femoral epicondyles: A-B — width of the femoral condyles at the level of transepicondylary line; H-I — width of the femoral intercondylar fossa; G-H — width of the femoral lateral condyle; C-D — height of the femoral lateral condyle; I-J — width of the femoral medial condyle; E-F — height of the femoral medial condyle;
- б — the schematic picture of the distal femoral epiphysis in the sagittal plane at the level of the inner surface of the femoral lateral condyle: 1 — center of the anterior cruciate ligament; K-L — length of the femoral lateral condyle; the arrows indicate the distance from the center of the ACL to the lower, anterior and posterior edges of the articular cartilage of the femoral lateral condyle;
- с — the schematic picture of the tibial proximal epiphysis plateau in the axial plane: 2 — the anterior edge of the intercondylar eminence; 3 — the posterior edge of the intercondylar eminence; M-N — frontal size of the tibial plateau; P-O — sagittal size of the tibial plateau; 2-3 — the length of the tibial intercondylar eminence measured from the anterior to posterior edges of the intercondylar eminence; Q-R — width of the tibial intercondylar eminence; S-T — the distance between the tops of the medial and lateral intercondylar tubercles

Осциллирующей пилой П-образно выпиливали часть дистального эпифиза БК и забирали вместе с анатомическими структурами межмыщелковой ямки (рис. 2).



Рис. 2. Методика извлечения части дистального эпифиза бедренной кости с анатомическими структурами межмыщелковой ямки

Fig. 2. The method of extraction of a part of the distal femoral epiphysis with anatomical structures of the intercondylar fossa

Затем препарировали область бедренного прикрепления ПКС, определяли расположение ее на внутренней поверхности наружного мыщелка БК, отмечали общую границу с помощью маркера, определяли форму и, используя геометрические свойства фигуры, устанавливали анатомический центр (см. рис. 1 б).

Аналогичным образом после удаления надколенника и мягких тканей проводили морфометрию проксимального эпифиза ББК по 6 параметрам (см. рис. 1 с): фронтальный размер плато ББК (М-Н), сагиттальный размер плато ББК (Р-О), угол заднего наклона плато ББК, длина межмыщелкового возвышения ББК (ПКМВ-ЗКМВ), ширина межмыщелкового возвышения ББК (Q-R), расстояние между вершинами внутреннего и наружного бугорков межмыщелкового возвышения ББК, после чего осциллирующей пилой полностью отделяли ее суставную поверхность.

Изучение области большеберцового прикрепления ПКС начинали с удаления оставшейся культи связки, очерчивания общей границы ПКС с помощью маркера. После чего определяли форму места ее нативного прикрепления и устанавливали анатомический центр последней, исходя из геометрии фигуры (рис. 3). Затем отмечали взаимоотношение связки и центра области ее прикрепления с окружающими костными структурами

суставной поверхности — наружным, внутренним бугорками и задним краем межмыщелкового возвышения, которые встречаются с частотой практически равной 100%.

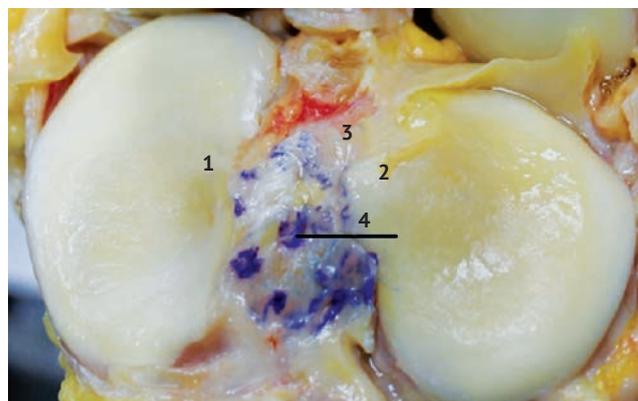


Рис. 3. Взаимоотношение центра области прикрепления ПКС с окружающими костными структурами суставной поверхности проксимального эпифиза большеберцовой кости: 1 — внутренний бугорок; 2 — наружный бугорок; 3 — задний край межмыщелкового возвышения; 4 — центр ПКС

Fig. 3. The relationship of the ACL attachment area center with the surrounding bone structures of the tibial proximal epiphysis articular surface: 1 — medial tubercle; 2 — lateral tubercle; 3 — the posterior edge of the intercondylar eminence; 4 — the center of the anterior cruciate ligament attachment area

На основании сравнения морфометрических параметров, характеризующих анатомические пропорции дистального эпифиза БК и проксимального эпифиза ББК у мужчин и женщин, выделяли только те из них, которые имели статистически значимые различия и описывали так называемый «женский» тип строения коленного сустава. Оценку области прикрепления ПКС (форма, размеры, площадь, топография) соотносили с «женским» или «мужским» типами строения коленного сустава.

Статистический анализ

Вариационно-статистическую обработку результатов проводили в программе SPSS 17.0 (Microsoft®, США), используя методы описательной статистики и сравнительный непараметрический критерий Манна–Уитни–Вилкоксона. Результат считали статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты

Из 10 изученных параметров дистального эпифиза БК в коленных суставах с «женским» типом строения наиболее значимыми оказались ширина мыщелков на уровне трансэпикондиллярной линии, ширина межмыщелковой ямки, длина и высота латерального мыщелка и отношение ширины мыщелков на уровне трансэпикондиллярной линии к высоте наружного мыщелка БК (табл. 1). Средние величины этих параметров статистически значимо отличались от таковых в коленных суставах

«мужского» типа и создавали характерные пропорции дистального отдела БК у женщин — меньшую ширину мыщелков и межмыщелковой ямки, а также меньшую длину наружного мыщелка БК.

Соотношение ширины внутреннего и наружного мыщелков к высоте наружного мыщелка было несколько меньше у женщин, чем у мужчин. В итоге форма дистального эпифиза БК у женщин выглядела более узкой в широтных размерах, но большей по высоте, что обуславливало V-образную форму межмыщелковой ямки, отличающуюся от U-образной формы у мужчин (рис. 4).

Таблица 1

Результаты измерений параметров 40 препаратов дистального эпифиза бедренной кости

Параметры	Женский пол*	Мужской пол*	p
Ширина мыщелков БК на уровне трансэпикондиллярной линии (А-В), мм	75,8 ± 2,7 (69,3–79,6)	87,2 ± 2,0 (82,1–93,4)	<0,05
Форма межмыщелковой ямки БК	V-образная (85% случаев)	U-образная (95% случаев)	<0,05
Ширина межмыщелковой ямки БК (Н-И), мм	21,5±1,2 (18,7–24,7)	25,2±1,7 (21,4–28,3)	<0,05
Ширина латерального мыщелка БК (G-H), мм	22,1±1,1 (19,4–24,4)	25,9±1,9 (21,6–31,4)	<0,05
Высота латерального мыщелка БК (C-D), мм	60,1±3,0 (52,9–65,8)	64,7±2,5 (58,2–69,4)	<0,05
Длина латерального мыщелка БК (K-L), мм	35,9 ± 1,8 (32,2–42,0)	38,4±2,2 (32,7–42,6)	<0,05
Ширина медиального мыщелка БК (I-J), мм	25,5±1,9 (22,4–29,9)	26,6±1,3 (23,8–28,7)	>0,05
Высота медиального мыщелка БК (E-F), мм	61,8±2,4 (56,5–65,4)	62,9±3,2 (67,3–54,2)	>0,05
Длина медиального мыщелка БК (K-L), мм	35,3±2,9 (29,8–40,4)	37,6±3,0 (30,6–45,1)	>0,05
Отношение ширины мыщелков на уровне трансэпикондиллярной линии к высоте латерального мыщелка БК (А-В/С-Д)	1,26±0,04 (1,17–1,36)	1,35±0,05 (1,25–1,51)	<0,05

*Данные представлены как среднее значение ± среднее квадратичное отклонение (диапазон минимальных и максимальных значений).

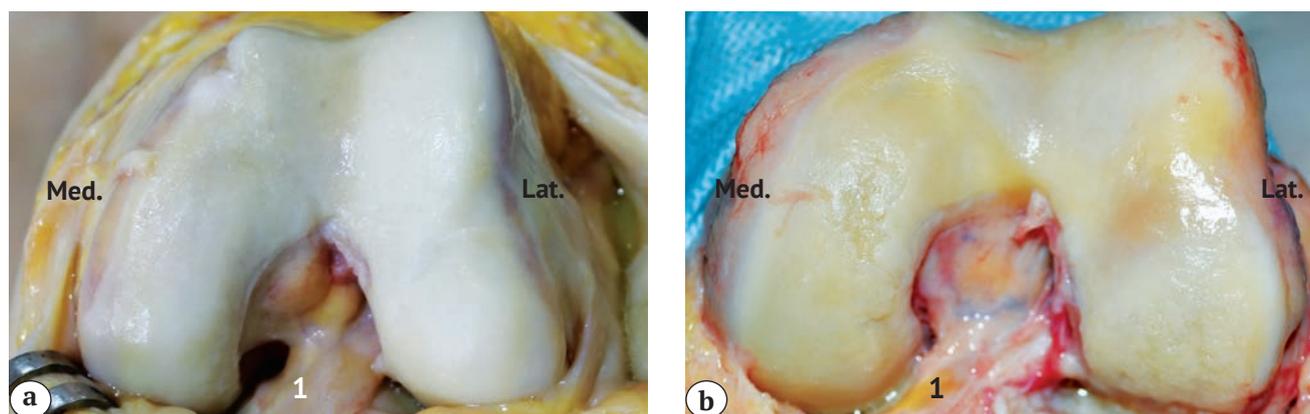


Рис. 4. Гендерные различия в форме дистального отдела и межмыщелковой ямки бедренной кости: а — «женский» тип строения с V-образной формой межмыщелковой ямки; б — «мужской» тип строения с U-образной формой межмыщелковой ямки; 1 — ПКС

Fig. 4. The gender differences in the shape of the distal part and intercondylar fossa of the femur: а — “female” type of structure with a V-shaped intercondylar fossa; б — “male” type of structure with a U-shaped intercondylar fossa; 1 — ПКС

Из 20 препаратов дистального эпифиза бедренной кости лиц женского пола значимые различия по 6 указанным параметрам имели место в 19 (95%) случаях.

Сравнительное изучение 6 морфометрических параметров проксимального эпифиза ББК в женских и мужских коленных суставах выявило достоверные различия по 4 из них (табл. 2).

Фронтальный и сагиттальный размеры проксимального эпифиза ББК, ширина межмышцелкового возвышения у мужчин имели большие величины, чем у женщин ($p < 0,05$). Причем именно фронтальный размер обеспечивал некоторые визуальные различия и формировал пропорцию «женского» типа строения проксимального эпифиза ББК

(рис. 5). Напротив, угол заднего наклона проксимального эпифиза ББК у женщин был в среднем на 2° большим, чем у мужчин ($p < 0,05$). Из 20 препаратов проксимального эпифиза ББК у лиц женского пола достоверные различия по 4 вышеуказанным параметрам имели место в 19 (95%) случаях.

Последующие измерения области прикрепления ПКС к внутренней поверхности наружного мыщелка БК показали меньшие величины длиннотных и широтных размеров у женщин по сравнению с мужчинами — $11,1 \pm 1,0$ мм (диапазон 10,0–12,2 мм (♀)) и $15,1 \pm 2,4$ мм (диапазон 11,1–18,6 мм (♂)), $9,0 \pm 2,9$ мм (диапазон 6,9–10,8 мм (♀)) и $12,7 \pm 3,9$ мм (диапазон 9,9–16,6 мм (♂)) соответственно. Площадь области бедренного

Таблица 2

Результаты измерений параметров 40 препаратов проксимального эпифиза большеберцовой кости

Параметры	Женский пол*	Мужской пол*	<i>p</i>
Фронтальный размер проксимального эпифиза ББК (М-N), мм	$69,1 \pm 1,7$ (64,7–71,9)	$80,1 \pm 2,5$ (73,3–83,1)	$< 0,05$
Сагиттальный размер проксимального эпифиза ББК (О-Р), мм	$46,8 \pm 2,8$ (40,4–51,3)	$51,9 \pm 2,6$ (42,1–56,3)	$< 0,05$
Угол заднего наклона проксимального эпифиза ББК, град.	$5,9 \pm 1,6$ (3,2–9,8)	$3,8 \pm 1,2$ (1,3–7,4)	$< 0,05$
Длина межмышцелкового возвышения ББК (ЗКМВ-ПКМВ), мм	$26,0 \pm 1,5$ (24,2–29,4)	$27,8 \pm 1,6$ (24,1–31,0)	$> 0,05$
Ширина межмышцелкового возвышения ББК (Q-R), мм	$22,6 \pm 2,2$ (15,9–27,3)	$25,2 \pm 1,2$ (23,4–29,7)	$< 0,05$
Расстояние между вершущами внутреннего и наружного бугорков межмышцелкового возвышения ББК (ВВ-НВ), мм	$10,4 \pm 1,0$ (7,2–12,1)	$11,3 \pm 0,6$ (9,3–12,8)	$> 0,05$

* Данные представлены как среднее значение \pm среднее квадратичное отклонение (диапазон минимальных и максимальных значений).

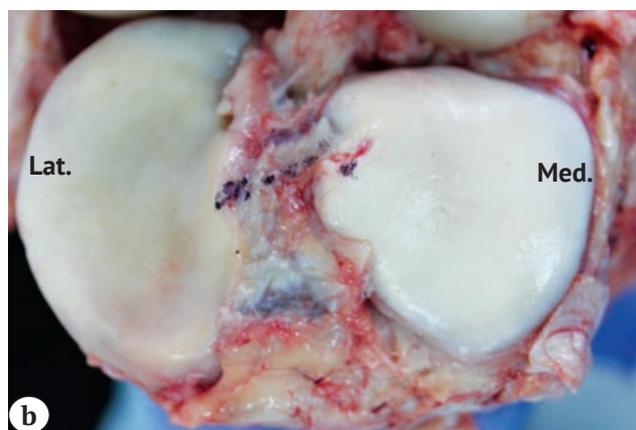
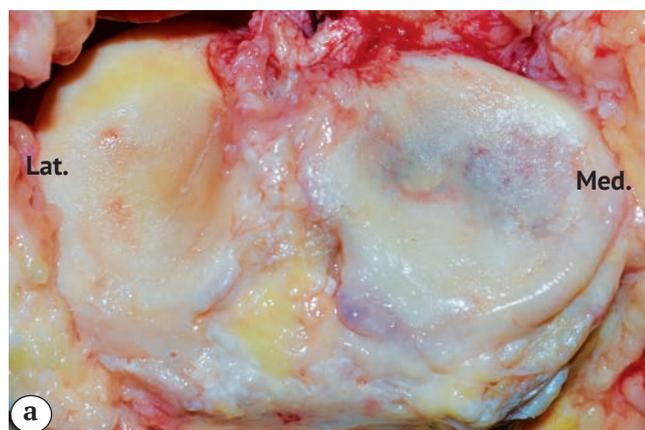


Рис. 5. Гендерные различия в строении плато большеберцовой кости: а — «женский» тип; б — «мужской» тип строения

Fig. 5. The gender differences of tibial plateau structure: a — “female” type; b — “male” type

прикрепления ПКС в женских суставах, которая по форме имела овальную фигуру, составляла $67,9 \pm 10,4 \text{ мм}^2$ (диапазон от 49,4 до 82,1 мм). В мужских суставах область прикрепления имела более вытянутую овальную форму, площадь ее достигала $135,7 \pm 39,1 \text{ мм}^2$ (диапазон от 99,3 до 180,6 мм). Центр области прикрепления ПКС находился на расстоянии $9,2 \pm 1,4 \text{ мм}$ (диапазон 6,5–11,9 мм) от переднего края суставного хряща у женщин и в $12,2 \pm 1,9 \text{ мм}$ (диапазон 9,1–16,8 мм) — у мужчин. Расстояние до нижнего края суставного хряща наружного мыщелка БК составляло $6,4 \pm 1,0 \text{ мм}$ (диапазон 4,3–8,7 мм) и $7,9 \pm 0,9 \text{ мм}$ (диапазон 6,1–9,2 мм) соответственно. Задний край суставного хряща был отдален от центра области прикрепления ПКС у женщин на большее расстояние $7,8 \pm 0,9 \text{ мм}$ (диапазон 5,7–10,3 мм), чем у мужчин $6,6 \pm 1,1 \text{ мм}$ (диапазон 4,2–9,1 мм).

Таким образом, меньшая по площади область бедренного прикрепления ПКС и ее центр в коленных суставах с «женским» типом строения располагались несколько дистальнее (на 3 мм) и кзади (на 1,5 мм) (кпереди и книзу при артроскопической визуализации) по сравнению с областью прикрепления ПКС и ее центром в коленных суставах у мужчин (рис. 6).

Связанные с полом различия, обусловленные с анатомическими пропорциями проксимального эпифиза БК и рельефа ее суставной поверхности, были выявлены и в расположении области прикрепления ПКС. Последняя, в отличие от таковой в коленных суставах у мужчин, имела более выраженную овальную форму, что соотносилось с превалированием длиннотного (переднезаднего) размера межмышцелкового возвышения БК над широтным (поперечным). Так, длина межмышцелкового возвы-

шения у женщин составляла $26,0 \pm 1,4 \text{ мм}$ (диапазон 24,2–29,4 мм), у мужчин — $27,8 \pm 1,6 \text{ мм}$ (диапазон 24,1–31,1 мм); ширина — $22,5 \pm 2,2 \text{ мм}$ (диапазон 15,9–27,3 мм) и $25,2 \pm 1,2 \text{ мм}$ (диапазон 23,4–29,7 мм) соответственно. При этом расстояние между вершинами внутреннего и наружного бугорков межмышцелкового возвышения в женских суставах не превышало $10,4 \pm 1,0 \text{ мм}$ (диапазон 7,2–12,1 мм), а в мужских — $11,3 \pm 0,6 \text{ мм}$ (диапазон 9,3–12,8 мм). Длина области прикрепления ПКС имела незначительные различия — $12,2 \pm 2,2 \text{ мм}$ у женщин (диапазон 8,0–15,9 мм) и $13,3 \pm 1,8 \text{ мм}$ у мужчин (диапазон 10,3–16,3 мм). Напротив, ширина отличалась более чем на 3 мм — $8,0 \pm 1,0 \text{ мм}$ (диапазон 6,5–11,7 мм) у женщин и $11,5 \pm 1,8 \text{ мм}$ (диапазон 8,4–16,5 мм) у мужчин. В итоге площадь области большеберцового прикрепления ПКС в суставах с «женским» типом имела меньшую величину — $76,6 \pm 16,4 \text{ мм}^2$ (диапазон 53,2–115,6 мм²), чем в суставах с «мужским» типом строения — $120,1 \pm 24,2 \text{ мм}^2$ (диапазон 71,4–192,4 мм²).

Сравнительное изменение топографических взаимоотношений между отдельными образованиями суставной поверхности БК в женских и мужских коленных суставах повлекло за собой небольшое увеличение расстояния от центра прикрепления ПКС до заднего края межмышцелкового возвышения. В первом случае эта величина составила $14,9 \pm 1,2 \text{ мм}$ (диапазон 12,7–17,2 мм), во втором — $12,9 \pm 1,5 \text{ мм}$ (диапазон 10,2–15,3 мм).

Таким образом, меньшая по площади область большеберцового прикрепления ПКС и ее центр в коленных суставах с «женским» типом строения располагались несколько кпереди (на 2 мм) по сравнению с областью прикрепления ПКС и ее центром в коленных суставах у мужчин (рис. 7).

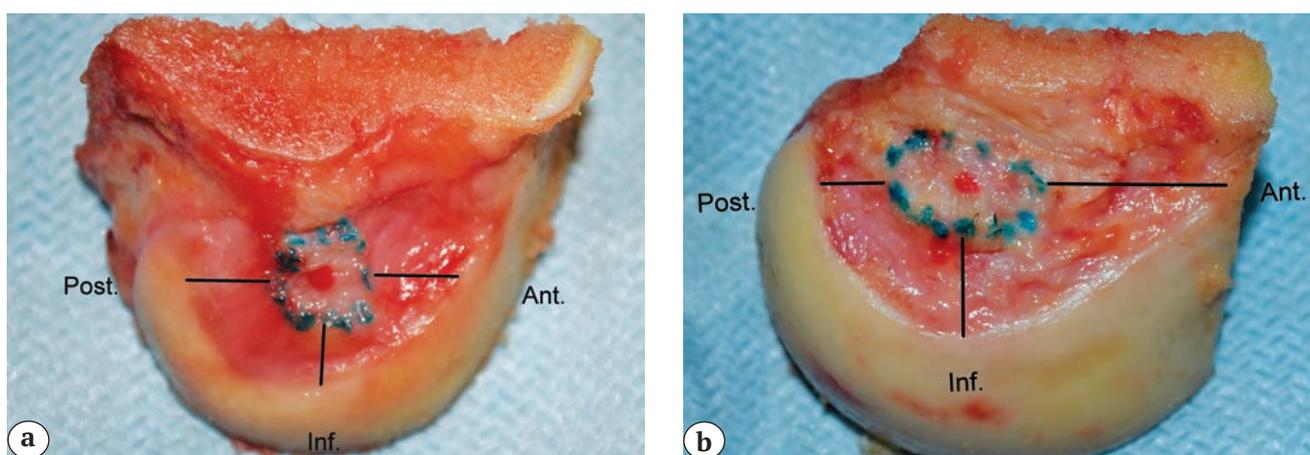


Рис. 6. Топография области бедренного прикрепления ПКС в коленных суставах с «женским» (а) и «мужским» (б) типами строения (в положении коленного сустава при артроскопической визуализации)

Fig. 6. The topography of the ACL femoral attachment area: a — “female” type, b — “male” type (the position of the knee joint during arthroscopic imaging)

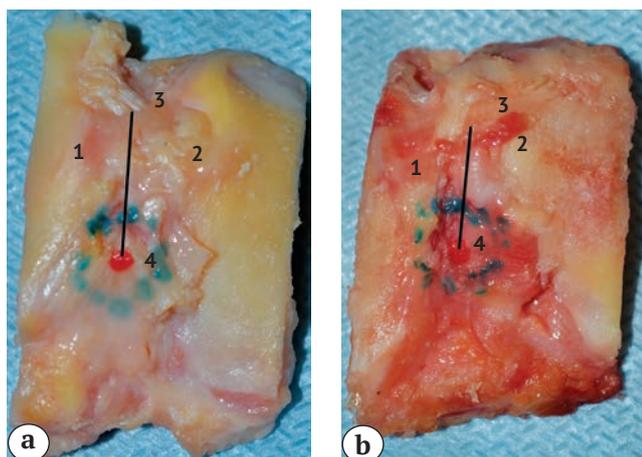


Рис. 7. Топография области большеберцового прикрепления ПКС в коленных суставах с «женским» (а) и «мужским» (б) типами строения: 1 — внутренний бугорок; 2 — наружный бугорок; 3 — задний край межмыщелкового возвышения; 4 — центр ПКС

Fig. 7. The topography of the ACL tibial attachment area: a — “female” type; b — “male” type; 1 — medial tubercle; 2 — lateral tubercle; 3 — the posterior edge of the intercondylar eminence; 4 — the center of the ACL attachment area

Обсуждение

Значительно более высокий риск возникновения повреждений ПКС у женщин по сравнению с мужчинами подтверждается статистическими данными, полученными при оценке разных видов травматизма и физической активности. Так, частота бесконтактных повреждений ПКС, согласно исследованиям D.E. Gwinn с соавторами и L.J. Huston с соавторами, оказалась в 3–9 раз выше у женщин, чем у мужчин [7, 28]. В женском футболе этот показатель в 2–6 раз выше, в женском регби — в 2 раза, в женской вольной борьбе — в 4 раза, в женском баскетболе — в 4 раза, при прохождении женщинами военной подготовки — в 10 раз выше по сравнению с мужчинами [7, 29, 30]. Наряду с этим у женщин на 33,7% выше риск реконструкции ПКС в противоположном, уже подвергшемуся хирургическому лечению коленному суставу [10]. Неслучайно в отдельных странах с начала 2000-х гг. количество операций по поводу повреждений ПКС, даже у спортсменок моложе 18 лет, увеличилось более чем на 30% [31].

Предрасположенность к повреждениям ПКС у женщин объясняется совокупностью отдельных факторов, среди которых анатомические особенности строения коленного сустава имеют ключевое значение. Сравнительно меньшая устойчивость

к переднему и ротационному смещениям голени при характерных для повреждений ПКС механизмах травмы возникает в связи с увеличением у женщин угла наклона кзади большеберцового плато [16]. Значительная уязвимость к повреждениям ПКС объясняется и сравнительно более выраженной дисконгруэнтностью наружного и внутреннего отделов коленного сустава вследствие меньшего радиуса кривизны мыщелков БК, меньшей вогнутости внутренней части и, напротив, большей выпуклости наружной части большеберцового плато [8, 9, 32]. Уменьшению устойчивости коленного сустава у женщин способствует и сравнительно меньшая ширина наружного мыщелка БК [14].

Увеличенный угол Q (более 17°), согласно результатам исследований, повышает риск неконтактного разрыва ПКС, особенно при наличии узкой и низкой межмыщелковой ямки БК — довольно характерной черты строения коленного сустава у женщин [33, 34, 35], которая была отмечена и в нашем исследовании. Напротив, обнаруженная R.F. LaPrade с соавторами относительно меньшая длина ПКС у женщин до сих пор остается предметом обсуждения, а рассмотрение этого фактора в качестве предиктора разрывов связки пока остается недостаточно обоснованным [34].

Нельзя обойти вниманием в этой связи и более высокую по сравнению с мужчинами частоту встречаемости гипермобильности суставов, демонстрирующую зависимость от гормонального фона женского организма и имеющую тенденцию к увеличению в первые 10–14 дней менструального цикла [2, 9, 33, 36].

Повышение рисков повреждения ПКС у женщин объясняется также с позиций воздействия нейромышечных и кинематических факторов, приводящих к нарушениям координационных взаимоотношений между отдельными группами мышц бедра, что, в свою очередь, приводит к более чем двукратному превышению уровня пиковых нагрузок в коленном суставе в момент отведения, осевого давления и внутренней ротации голени [2, 9, 11, 13].

Влияние предикторов повреждений ПКС, количество которых при прочих равных условиях оказывается несколько большим у женщин, чем у мужчин, по-видимому, сохраняется и в связи с последующим хирургическим лечением, реабилитацией, а также возвращением к прежнему уровню физической активности или занятиям спортом. Тем не менее утверждение о более высоком риске повреждений реконструированной ПКС у лиц женского пола по сравнению с мужчинами на сегодняшний день не имеет весомых подтверждений и остается дискуссионным [10, 37, 38].

Соблюдение анатомических принципов при выполнении реконструкции ПКС, таких как воссоздание индивидуальной формы, размеров, пространственного расположения трансплантата, приближенных к таковым у естественной связки конкретного пациента, становится определяющим в достижении положительных результатов лечения [39, 40, 41, 42]. Напротив, среди ведущих причин неудачных исходов первичных и ревизионных реконструкций ПКС, независимо от половой принадлежности пациента, признается некорректное с анатомической точки зрения расположение тоннелей для проведения и фиксации трансплантата. Согласно отдельным исследованиям, частота их составляет 22–79% случаев среди других причин, приводящих к отрицательным результатам лечения. Причем ошибочное расположение бедренного тоннеля встречается более чем у 35% пациентов, тогда как неправильный выбор топографии бедренного и большеберцового тоннелей становится основной причиной подобных исходов более чем у 70% пациентов [41, 42, 43].

В начале исследования нами было высказано предположение о влиянии размеров мышечков эпифизов БК и ББК, характерных для «женского» типа коленного сустава, на топографию и строение областей прикрепления ПКС и расположение их центров, а в случаях реконструкции связки — на топографию бедренного и большеберцового тоннелей, предназначенных для проведения трансплантата.

Подтверждение или опровержение этой гипотезы потребовало сравнительного изучения особенностей анатомического строения коленных суставов у лиц женского пола. В ходе исследования было выявлено несколько параметров, определяющих характерные пропорции дистального эпифиза БК и проксимального эпифиза ББК, отличающиеся от таковых в коленных суставах у мужчин. Средние значения ширины мышечков БК на уровне трансэпикондиллярной линии, ширины межмышечковой ямки, длины и высоты наружного мышечка и отношения ширины мышечков на уровне трансэпикондиллярной линии к высоте наружного мышечка БК, а также фронтальные и сагиттальные размеры плато ББК, ширина межмышечкового возвышения и задний наклон плато имели достоверные различия, связанные с полом.

Полученные результаты согласуются с проведенными ранее исследованиями, в которых авторы обнаруживали различия, связанные не только с полом, но и с расой, в анатомическом строении коленного сустава и выделяли несколько его морфотипов [18, 20]. Наиболее характерной чертой «женского» типа строения стал «узкий и глубокий сустав», что легло в основу проектирования ди-

зайна так называемых гендерных эндопротезов [21, 44, 45].

Анатомическое строение областей прикрепления ПКС изучено достаточно хорошо, и современные исследования в основном направлены на выявление зависимостей между их метрическими показателями и отдельными более простыми и доступными для измерения параметрами с целью предоперационного планирования. В целом размер областей прикрепления ПКС в коленных суставах у женщин был существенно меньшим (на 36–49%), чем у мужчин. В то же время в отдельных клинических исследованиях отмечалась значительная вариабильность размеров областей прикрепления ПКС, часто не зависящая от половой принадлежности [46, 47]. Так, S. Korf с соавторами выявляли значимые, но слабые корреляции площади областей прикрепления ПКС с ростом, весом, индексом массы тела каждого пациента [48]. В исследованиях Gali J.S. с соавторами и Y.B. Park с соавторами можно обнаружить заключение о наличии устойчивой взаимосвязи между антропометрическими данными и размерами областей прикрепления связки [49, 50]. Корреляция между последними и площадью внутренней поверхности наружного мышечка БК или суставной поверхности большеберцового эпифиза была установлена по результатам исследования T. Iriuchishima с соавторами [46].

Отличием нашего исследования являлось рассмотрение строения и топографии областей прикрепления ПКС с позиций выявленных особенностей «женского» типа строения коленного сустава. Свойственные этому типу пропорции дистального эпифиза БК и проксимального эпифиза ББК соотносились с меньшей площадью (на 36–49%) и более овальной формой областей прикрепления связки, в основном за счет уменьшения широтных размеров. Топографически бедренная область прикрепления ПКС и ее центр располагались на 3 мм дистальнее и на 1,5 мм кзади (кпереди и книзу при артроскопической визуализации), чем у мужчин. Большеберцовая область прикрепления связки и ее центр были смещены на 2 мм кпереди.

Анализ современных литературных данных в попытке получить ответ на вопрос: «Предопределяет ли женский пол, наряду с более высоким риском разрывов ПКС, сравнительно худшие результаты ее реконструкции?» — пока не позволяет однозначно высказаться по этому поводу. В ряде сравнительных клинических исследований и систематических обзорах отмечалось отсутствие значимых различий в функциональных результатах реконструкции ПКС, а также в величинах переднего смещения голени, независимо от используемого трансплантата [24, 51, 52, 53]. В ряде подобных работ результаты хирургическо-

го лечения у женщин оказались существенно хуже, чем у мужчин, в том числе по показателям переднего смещения голени, качества жизни и восстановления уровня физической активности [54, 55, 56]. В отношении используемого пластического материала А. Gobbi с соавторами и M.V. Paterno с соавторами обосновывали предпочтение ауто-трансплантата из связки надколенника «кость-сухожилие-кость» с двумя костными блоками, который у женщин в меньшей степени подвергается растяжению в послеоперационном периоде по сравнению с сухожилиями подколенных мышц [57, 58]. Напротив, другие авторы пришли к заключению о том, что гендерные различия не являются определяющими при выборе трансплантата для реконструкции ПКС [51, 59, 60].

Таким образом, согласно литературным данным, в настоящее время мы вправе говорить о более высоком риске повреждений ПКС у женщин и особенностях анатомического строения их коленного сустава как об одном из основных факторов, предрасполагающих к подобным травмам при прочих равных условиях. Следует отметить и тот факт, что пока не представлены убедительные клинические доказательства о влиянии гендерного фактора на результаты первичной реконструкции ПКС. Последнее обстоятельство, однако, не отрицает принципиальных подходов к совершенствованию анатомической техники реконструкции ПКС с учетом имеющихся связанных с полом особенностей строения коленного сустава и областей прикрепления связки.

Заключение

Анатомические пропорции, характеризующие строение дистального эпифиза бедренной и проксимального эпифиза большеберцовой костей у женщин и мужчин, позволяют выделять «женский» и «мужской» типы строения коленного сустава, а также лежат в основе некоторых морфометрических и топографических различий областей прикрепления ПКС.

Меньшая по площади область бедренного прикрепления ПКС и ее центр в коленных суставах с «женским» типом строения расположены на 3 мм дистальнее и на 1,5 мм кзади (кпереди и книзу при артроскопической визуализации) по сравнению с областью прикрепления ПКС и ее центром в коленных суставах у мужчин. Подобным образом область большеберцового прикрепления ПКС и ее центр в сравнительном аспекте смещены на 2 мм кпереди.

Связанные с полом различия в строении областей прикрепления ПКС обуславливают необходимость их учета в существующих хирургических подходах к выполнению анатомической реконструкции связки.

Литература [References]

- Schilaty N.D., Bates N.A., Nagelli C., Krych A.J., Hewett T.E. Sex-based differences in knee kinetics with anterior cruciate ligament strain on cadaveric impact simulations. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(3):23-25. doi: 10.1177/2325967118761037.
- Griffin L.Y., Agel J., Albohm M.J., Arendt E.A., Dick R.W., Garrett W.E. et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8(3):141-150. doi: 10.5435/00124635-200005000-00001.
- Hutchinson M.R., Ireland M.L. Knee injuries in female athletes. *Sports Med.* 1995;19:288-302. doi: 10.2165/00007256-199519040-00006.
- Arendt E., Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. *Am J Sports Med.* 1995;23:694-701. doi: 10.1177/036354659502300611.
- Nicholls M., Aspelund T., Ingvarsson T., Briem, K. Nationwide study highlights a second peak in ACL tears for women in their early forties. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;26:648-654. doi: 10.1007/s00167-017-4807-0.
- Stevenson H., Webster J., Johnson R., Beynon B. Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. *Iowa Orthop J.* 1998;18:64-66.
- Gwinn D.E., Wilckens J.H., McDevitt E.R., Ross G., Kao T.C. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med.* 2000;28(1):98-102. doi: 10.1177/03635465000280012901.
- Schneider A., Si-Mohamed S., Magnussen R.A., Lustig S., Neyret P., Servien E. Tibiofemoral joint congruence is lower in females with ACL injuries than males with ACL injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26:1375-1383. doi: 10.1007/s00167-017-4756-7.
- Hewett T.E., Myer G.D., Ford K.R., Heidt R.S., Colosimo A.J., McLean S.G. et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492-501. doi: 10.1177/0363546504269591.
- Snaebjörnsson T., Svantesson E., Sundemo D., Westin O., Sansone M., Engebretsen L. et al. Young age and high BMI are predictors of early revision surgery after primary anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study from the Swedish and Norwegian knee ligament registries based on 30,747 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(11):3583-3591. doi: 10.1007/s00167-019-05487-2.
- Iguchi J., Tateuchi H., Taniguchi M., Ichihashi N. The effect of sex and fatigue on lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity during unanticipated side-step cutting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(1):41-48. doi: 10.1007/s00167-013-2526-8.
- Trigsted S.M., Cook D.B., Pickett K.A., Cadmus-Bertram L., Dunn W.R., Bell D.R. Greater fear of reinjury is related to stiffened jump-landing biomechanics and muscle activation in women after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26:3682-3689. doi: 10.1007/s00167-018-4950-2.
- Signaturethsson H.B., Briem K. Cluster analysis successfully identifies clinically meaningful knee valgus moment patterns: frequency of early peaks

- reflects sex-specific ACL injury incidence. *J Exp Orthop*. 2019;6(1):37. doi: 10.1186/s40634-019-0205-5.
14. Hashemi J., Chandrashekar N., Mansouri H., Gill B., Slauterbeck J. R., Schutt R.C. et al. Shallow medial tibial plateau and steep medial and lateral tibial slopes: new risk factors for anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. 2010;38(1):54-62. doi: 10.1177/0363546509349055.
 15. Wahl C.J., Westermann R.W., Blaisdell G.Y., Cizik A.M. An association of lateral knee sagittal anatomic factors with noncontact ACL injury: sex or geometry? *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(3):217-226. doi: 10.2106/JBJS.K.00099.
 16. Hohmann E., Bryant A., Reaburn P., Tetsworth K. Is there a correlation between posterior tibial slope and non-contact anterior cruciate ligament injuries? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(1):109-114. doi: 10.1007/s00167-011-1547-4.
 17. Brandon M.L., Haynes P.T., Bonamo J.R., Flynn M.I., Barrett G.R., Sherman M.F. The association between posterior-inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy*. 2006;22(8):894-899. doi: 10.1016/j.arthro.2006.04.098.
 18. Everhart J.S., Chaudhari A.M.W., Flanigan D.C. Creation of a simple distal femur morphology classification system. *J Orthopedic Research*. 2016;34(6):924-931. doi: 10.1002/jor.23102.
 19. Hohe J., Ateshian G.A., Reiser M., Englmeier K., Eckstein F. Surface size, curvature analysis, and assessment of knee joint incongruity with MRI in vivo. *Magn Reson Med*. 2002;47(3):554-561. doi: 10.1002/mrm.10097.
 20. Mahfouz M., Abdel Fatah E.E., Bowers L.S., Scuderi G. Three-dimensional morphology of the knee reveals ethnic differences. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(1):172-185. doi: 10.1007/s11999-011-2089-2.
 21. Gillespie R.J., Levine A., Fitzgerald S.J., Kolaczko J., DeMaio M., Marcus R.E. et al. Gender differences in the anatomy of the distal femur. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(3):357-363. doi: 10.1302/0301-620X.93B3.24708.
 22. Aldrian S., Valentin P., Wondrasch B., Krusche-Mandl I., Ostermann R.C., Platzer P. et al. Gender differences following computer-navigated single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22:2145-2152. doi: 10.1007/s00167-013-2649-y.
 23. Siebold R., Webster K.E., Feller J.A., Sutherland A.G., Elliott J. Anterior cruciate ligament reconstruction in females: a comparison of hamstring tendon and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(11):1070-1076. doi: 10.1007/s00167-006-0100-3.
 24. Ryan J., Magnussen R., Cox C., Hurbank J., Flanigan D., Kaeding C. ACL reconstruction: Do outcomes differ by sex? A systematic review. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(6):507-512. doi: 10.2106/JBJS.M.00299.
 25. Tan S.H., Lau B.P., Khin L.W., Lingaraj K. The importance of patient sex in the outcomes of anterior cruciate ligament reconstructions: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2016;44(1):242-254. doi: 10.1177/0363546515573008.
 26. Paterno M.V., Weed A.M., Hewett T.E. A between sex comparison of anterior-posterior knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon or hamstrings autograft: a systematic review. *Sports Med*. 2012;42(2):135-152. doi: 10.2165/11596940-000000000-00000.
 27. Wada M., Tatsuo H., Baba H., Asamoto K., Nojyo Y. Femoral intercondylar notch measurements in osteoarthritic knees. *Rheumatology*. 1999;38(6):554-558. doi: 10.1093/rheumatology/38.6.554.
 28. Huston L.J., Greenfield M.L., Wojtys E.M. Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;(372):50-63. doi: 10.1097/00003086-200003000-00007.
 29. Caplan N., Kader D.F. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. In: *Classic Papers in Orthopaedics*. London: Springer; 2014. p. 153-155. doi: 10.1007/978-1-4471-5451-8_37.
 30. Sutton K.M., Bullock J.M. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21:41-50. doi: 10.5435/JAAOS-21-01-41.
 31. Herzog M.M., Marshall S.W., Lund J.L., Pate V., Mack C.D., Spang J.T. Incidence of anterior cruciate ligament reconstruction among adolescent females in the United States, 2002 Through 2014. *JAMA Pediatr*. 2017;171(8):808-810. doi: 10.1001/jamapediatrics.2017.0740.
 32. McNair P.J., Wood G.A., Marshall R.N. Stiffness of the hamstring muscles and its relationship to function in anterior cruciate ligament deficient individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1992;7(3):131-137. doi: 10.1016/0268-0033(92)90027-2.
 33. Alenton-Geli E., Myer G.D., Silvers H.J. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009;17(7):705-729. doi: 10.1007/s00167-009-0813-1.
 34. LaPrade R.F., Burnett Q.M. Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Am J Sports Med*. 1994;22(2):198-202. doi: 10.1177/036354659402200208.
 35. Bouras T., Fennema P., Burke S., Bosman H. Stenotic intercondylar notch type is correlated with anterior cruciate ligament injury in female patients using magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(4):1252-1257. doi: 10.1007/s00167-017-4625-4.
 36. Kumar B., Lenert P. Joint hypermobility syndrome: recognizing a commonly overlooked cause of chronic pain. *Am J Med*. 2017;130(6):640-647. doi: 10.1016/j.amjmed.2017.02.013.
 37. Lind M., Menhert F., Pedersen A.B. The first results from the Danish ACL reconstruction registry: epidemiologic and 2 year follow-up results from 5,818 knee ligament reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009;17:117-124. doi: 10.1007/s00167-008-0654-3.
 38. Capogna B.M., Mahure S.A., Mollon B., Duenes M.L., Rokito A.S. Young age, female gender, Caucasian race, and workers' compensation claim are risk factors for reoperation following arthroscopic ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;(28):2213-2223. doi: 10.1007/s00167-019-05798-4.
 39. Ouanezar H., Blakeney W.G., Fernandes L.R., Borade A., Latrobe C., Temponi E.F. et al. Clinical outcomes of single anteromedial bundle biologic augmentation technique for anterior cruciate ligament reconstruction with consideration of tibial remnant size. *Arthroscopy*. 2018;34(3):714-722. doi: 10.1016/j.arthro.2017.08.309.
 40. Yasen S.K., Borton Z.M., Eyre-Brook A.I., Palmer H.C., Cotterill S.T., Risebury M.J. et al. Clinical outcomes of anatomic, all-inside, anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. *Knee*. 2017;24(1):55-62. doi: 10.1016/j.knee.2016.09.007.
 41. Tachibana Y., Shino K., Mae T., Iuchi R., Take Y., Nakagawa S. Anatomical rectangular tunnels identified

- with the arthroscopic landmarks result in excellent outcomes in ACL reconstruction with a BTB graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27:2680-2690. doi: 10.1007/s00167-018-5300-0.
42. Rothrauff B.B., Jorge A., de Sa D., Kay J., Fu F.H., Musahl V. Anatomic ACL reconstruction reduces risk of post-traumatic osteoarthritis: a systematic review with minimum 10-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;28:1072-1084. doi: 10.1007/s00167-019-05665-2.
 43. Achtnich A., Ranuccio F., Willinger L., Pogorzelski J., Imhoff A.B., Braun S. et al. High incidence of partially anatomic tunnel placement in primary single-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26:462-467. doi: 10.1007/s00167-017-4555-1.
 44. Greene K.A. Gender-specific design in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22:27-31. doi: 10.1016/j.arth.2007.05.019.
 45. Yoshioka Y., Siu D., Cooke T.D. The anatomy and functional axes of the femur. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(6):873-880.
 46. Iriuchishima T., Ryu K., Aizawa S., Fu F.H. Proportional evaluation of anterior cruciate ligament footprint size and knee bony morphology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(11):3157-3162. doi: 10.1007/s00167-014-3139-6.
 47. Gali J.C., Camargo D.B., Oliveira F.A.M., Pereira R.H.N., Silva P.A.C.D. Descriptive anatomy of the anterior cruciate ligament femoral insertion. *Rev Bras Ortop.* 2018;53(4):421-426. doi: 10.1016/j.rboe.2018.05.004.
 48. Kopf S., Pombo M.W., Szczodry M., Irrgang J., Fu F.H. Size variability of the human anterior cruciate ligament insertion sites. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):108-113. doi: 10.1177/0363546510377399.
 49. Gali J.C., Del Giglio D.B., Patriarcha L.F., Cruz B.A.P., Gali Filho J.C. Correlation between Individual Anthropometric Characteristics and Anterior Cruciate Ligament Tibial Fovea Measurements. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo).* 2020;55(1):88-94. doi: 10.1055/s-0039-1700816.
 50. Park Y.B., Song Y.S., Kim S.C., Park Y.G., Ha C.W. The size of tibial footprint of anterior cruciate ligament and association with physical characteristics in Asian females. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(7):985-992. doi: 10.1007/s00402-015-2229-3.
 51. Siebold R., Webster K.E., Feller J.A., Sutherland A.G., Elliott J. Anterior cruciate ligament reconstruction in females: a comparison of hamstring tendon and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:1070-1076. doi: 10.1007/s00167-006-0100-3.
 52. Tan S.H.S., Lau B.P.H., Krishna L. Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Females Using Patellar-Tendon-Bone versus Hamstring Autografts: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Knee Surg.* 2019;32(8):770-787. doi: 10.1055/s-0038-1669916.
 53. Kautzner J., Kos P., Hanus M., Trc T., Havlas V. A comparison of ACL reconstruction using patellar tendon versus hamstring autograft in female patients: a prospective randomised study. *Int Orthop.* 2015;39(1):125-130. doi: 10.1007/s00264-014-2495-7.
 54. Noojin F.K., Barrett G.R., Hartzog C.W., Nash C.R. Clinical comparison of intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous semitendinosus and gracilis tendons in men versus women. *Am J Sports Med.* 2000;28(6):783-789. doi: 10.1177/03635465000280060301.
 55. Ageberg E., Forssblad M., Herbertsson P., Roos E.M. Sex differences in patient-reported outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: data from the Swedish knee ligament register. *Am J Sports Med.* 2010;38(7):1334-1342. doi: 10.1177/0363546510361218.
 56. Aldrian S., Valentin P., Wondrasch B., Krusche-Mandl I., Ostermann R.C., Platzer P. et al. Gender differences following computer-navigated single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:2145-2152. doi: 10.1007/s00167-013-2649-y.
 57. Gobbi A., Domzalski M., Pascual J. Comparison of anterior cruciate ligament reconstruction in male and female athletes using the patellar tendon and hamstring autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12:534-539. doi: 10.1007/s00167-003-0486-0.
 58. Paterno M.V., Huang B., Thomas S., Hewett T.E., Schmitt L.C. Clinical factors that predict a second ACL injury after ACL reconstruction and return to sport: preliminary development of a clinical decision algorithm. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(12):1-7. doi: 10.1177/2325967117745279.
 59. Ferrari J.D., Bach B.R., Bush-Joseph C.A., Wang T., Bojchuk J. Anterior cruciate ligament reconstruction in men and women: An outcome analysis comparing gender. *Arthroscopy.* 2001;17(6):588-596. doi: 10.1053/jars.2001.24686.
 60. Magnussen R.A., Trojani C., Granan L.P., Neyret P., Colombet P., Engebretsen L. et al. Patient demographics and surgical characteristics in ACL revision: a comparison of French, Norwegian, and North American cohorts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:2339-2348. doi: 10.1007/s00167-015-3835-x.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

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

AUTHORS' INFORMATION:

Dmitry A. Malanin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department for Traumatology, Orthopaedics and Field Surgery, Volgograd State Medical University; Head of Laboratory for Clinical and Experimental Orthopaedics, Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia. malanin67@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>

Володин Илья Владимирович — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России; младший научный сотрудник лаборатории клинической и экспериментальной ортопедии, ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», г. Волгоград, Россия. volodin_ili@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8037-1674>

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

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

Ilya V. Volodin — PhD Student of Department for Traumatology, Orthopaedics and Field Surgery, Volgograd State Medical University; Researcher, Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia. volodin_ili@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8037-1674>

Ilya A. Suchilin — Cand. Sci. (Med.), Associated Professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Field Surgery, Volgograd State Medical University; Researcher, Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia. omnio@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7375-5365>

Maxim V. Demeshchenko — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Field Surgery, Volgograd State Medical University; Researcher, Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia. maximus275@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1797-2431>

Заявленный вклад авторов:

Маланин Д.А. — анализ литературных источников, формирование гипотезы, формулировка научных положений, разработка дизайна исследования, написание, корректура и окончательное редактирование рукописи.

Володин И.В. — прецизионное препарирование и измерения, написание рукописи, статистический анализ материала.

Сучилин И.А. — разработка дизайна исследования, прецизионное препарирование и измерения, анализ полученных данных.

Демещенко М.В. — сбор материала и подготовка базы данных, статистический анализ материала.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Научная статья
УДК 616.718.5-089-036.838
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-93-101>

Морфологические изменения большеберцового нерва при замещении крупных дефектов большеберцовой кости аппаратом Илизарова в комбинации с методом Masquelet: экспериментальное исследование

Т.Н. Варсегова¹, О.В. Дюрягина¹, А.А. Еманов¹, Д.С. Моховиков¹, Д.Ю. Борзунов²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

² ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия

Реферат

Актуальность. Применение технологии Masquelet в комплексе с несвободной костной пластикой по Илизарову для устранения крупных дефектов костей голени позволяет добиться полноценного костного сращения и безрецидивного течения заболевания, но проблема реабилитации пациентов остается актуальной. Течение и длительность восстановительного периода зависят от морфофункционального состояния большеберцовых нервов. **Цель работы** — выявить морфологические изменения большеберцового нерва собак при замещении крупных дефектов большеберцовой кости аппаратом Илизарова в комбинации с методом Masquelet в эксперименте. **Материал и методы.** Десяти беспородным собакам, применяя метод Илизарова, моделировали дефект-псевдоартроз большеберцовой кости на уровне верхней трети голени, создавали дефект-диастаз протяженностью 25 мм, размещали цементный спейсер, который извлекали через 30 суток. На уровне нижней трети осуществляли поперечную остеотомию и дистракцию с темпом 1 мм за 4 приема в сутки до полного контакта отломков в области дефекта. Исследования большеберцовых нервов проводили в сроки 60 суток фиксации (Ф60) и 30 суток после демонтажа аппарата (БА30). **Результаты.** Механические повреждения нервов отсутствовали. В течение опыта часть эпинеуральных вен и артерий имели облитерированные просветы, в БА30 наблюдалось двукратное снижение численной плотности эндоневральных артериол, венул и капилляров — $97,5 \pm 2,5$ в 1 мм^2 (норма $182,0 \pm 22,0$), что свидетельствует о микроциркуляторных расстройствах, прогрессирующих к концу опыта. Наряду с типичными повреждениями волокон при дистракционном остеосинтезе — демиелинизацией и аксональной дегенерацией, обнаруживались картины валлеровской дегенерации. В Ф60 доля измененных волокон составляла $7,7 \pm 1,5\%$, что в 4,8 раза выше ($p = 0,52 \times 10^{-5}$) нормы, численные плотности и размерные характеристики волокон снижались. В конце опыта доля измененных проводников превышала норму в 2,3 раза ($p = 0,33 \times 10^{-4}$) — $3,7 \pm 0,4\%$, численная плотность волокон оставалась ниже нормы на 10,2% ($p = 0,0362$) — составляла 17436 ± 865 , но средний диаметр аксонов и толщина миелиновых оболочек восстанавливались. **Заключение.** Выявленные в большеберцовых нервах микроциркуляторные расстройства, аксональная атрофия, демиелинизация, валлеровская дегенерация части миелиновых нервных волокон и снижение их численности при замещении крупных дефектов большеберцовой кости методом Masquelet в комплексе с несвободной костной пластикой по Илизарову указывают на необходимость применения адекватной нейрометаболической фармакотерапии и эффективных методов реабилитации.

Ключевые слова: дефект голени, метод Masquelet, большеберцовый нерв, гистоморфометрия.

Источник финансирования: работа поддержана программой МЗ РФ в рамках государственного задания на 2018–2020 гг. ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России.

Варсегова Т.Н., Дюрягина О.В., Еманов А.А., Моховиков Д.С., Борзунов Д.Ю. Морфологические изменения большеберцового нерва при замещении крупных дефектов большеберцовой кости аппаратом Илизарова в комбинации с методом Masquelet: экспериментальное исследование. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4): 93-101. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-93-101.

Cite as: Varsegova T.N., Diuriagina O.V., Emanov A.A., Mokhovikov D.S., Borzunov D.Yu. [Morphological Changes in the Tibial Nerve During the Treatment of Large Tibia Defects Using Ilizarov Apparatus Combining with the Masquelet Technique: Experimental Study]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 93-101. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-93-101.

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

Рукопись поступила/Received: 28.05.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 18.08.2020.

© Варсегова Т.Н., Дюрягина О.В., Еманов А.А., Моховиков Д.С., Борзунов Д.Ю., 2020



Morphological Changes in the Tibial Nerve During the Treatment of Large Tibia Defects Using Ilizarov Apparatus Combining with the Masquelet Technique: Experimental Study

Tatiana N. Varsegova¹, Olga V. Diuriagina¹, Andrei A. Emanov¹, Denis S. Mokhovikov¹, Dmitrii Yu. Borzunov²

¹ National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

² Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

Abstract

Background. The use of Masquelet technology in combination with non-free osteoplasty according to Ilizarov in order to compensate large defects of the lower leg bones provides proper bone union and recurrence-free course of the disease, but the problem of patient rehabilitation remains relevant. The course and duration of the recovery period depend on the morphofunctional state of the tibial nerves. **The purpose** of this study was to determine morphological changes in the tibia nerve of dogs during the experimental treatment of large tibial defects using Ilizarov apparatus combining with the Masquelet technique. **Materials and Methods.** A defect of the upper third of the tibia in the form of false joint was created in 10 mongrel dogs. Then this defect was replaced with 25 mm diastasis, into which a cement spacer was placed. After 30 days, the latter was removed. At the level of the lower third, transverse osteotomy was performed, as well as distraction of 1 mm rate for 4 times per day, until complete contact of the fragments in the defect zone. The tibial nerves were studied within the periods of 60 days of fixation (F60) and 30 days after the fixator removal (FR30). **Results.** There were no mechanical damages of the nerves. During the experiment a part of epineural veins and arteries had obliterated lumens, two-fold decrease in the numerical density of endoneural arterioles, venules and capillaries was observed in FR30 — 97.5 ± 2.5 in 1 mm^2 (normally — 182.0 ± 22.0), that evidenced of microcirculatory disorders progressing towards the end of the experiment. Patterns of Wallerian degeneration were found along with typical damages to fibers during distraction osteosynthesis — demyelination and axonal degeneration. In F60 the proportion of modified fibers was $7.7 \pm 1.5\%$, which was 4.8 times higher ($p = 0.52 \times 10^{-5}$) above normal, the numerical densities and dimensional characteristics of fibers decreased. At the end of the experiment, the proportion of modified conductors 2.3-fold exceeded the norm ($p = 0.33 \times 10^{-4}$) — $3.7 \pm 0.4\%$, the numerical density of fibers remained 10.2% below the norm ($p = 0.0362$), making up 17436 ± 865 , but the average axon diameter and thickness of myelin sheaths were restored. **Conclusion.** Microcirculatory dysfunction, axonal atrophy, demyelination, Wallerian degeneration of a part of myelin nerve fibers and a decrease in their number revealed in the tibial nerves during the treatment of large tibia defects using the Masquelet technique combining with Ilizarov non-free bone grafting indicated the need for the use of adequate neurometabolic pharmacotherapy and effective rehabilitation.

Keywords: tibia defect, Masquelet technique, tibial nerve, histomorphometry.

Funding: This study was supported by the program of the Ministry of Health of Russian Federation within the framework of the state assignment for 2018–2020.

Введение

Возмещение крупных дефектов кости, вызванных травмой, остеомиелитом, резекцией опухоли либо врожденного псевдоартроза, является фундаментальной проблемой для хирургов-ортопедов и пластических хирургов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Наиболее часто данной патологии подвержены кости бедра и голени [5, 6, 9, 10]. Критический размер возникающих дефектов, превышающий внутренние регенераторные потенциалы кости, приводит к нарушению и задержке ее восстановления [8].

Для решения данной проблемы разработаны различные хирургические технологии, наиболее часто применяемыми из которых являются мето-

дики с использованием свободного васкуляризованного трансплантата, метод Илизарова и метод Masquelet [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18].

Метод Илизарова в замещении крупных диафизарных дефектов не имеет альтернативы, так как дозированная дислокация отломка совместно с мягкими тканями и имеющимся кровоснабжением весьма биологична, но ее единственный недостаток — длительное лечение (период distraction длится 3–4 мес.) [19].

Метод Masquelet отличает ряд преимуществ: более короткие сроки лечения, высокая скорость заживления; он позиционируется как технически наиболее простой, надежный и воспроизводимый [4, 18, 20, 21, 22]. Его основу составляет двухэтапная

хирургическая процедура. Первый этап включает тотальное иссечение участка измененной кости и установку цементного спейсера, способствующего формированию «индуцированной мембраны». На втором этапе спейсер удаляется, а образовавшаяся полость заполняется костным аутотрансплантатом [3, 6, 23, 24, 25, 26, 27].

Несмотря на неоспоримые успехи в реконструктивно-восстановительной хирургии больших диафизарных костных дефектов (протяженностью до 20 см) методом Masquelet [6, 28], ортопеды констатируют высокие риски рецидива процесса и достаточно высокую частоту осложнений, составляющую в среднем около 18% [23], колеблющуюся, по данным разных авторов, от 9% до 59% [7, 23, 29, 30]. Основными осложнениями при использовании метода Masquelet являются несращения костных отломков, лизис и переломы костного трансплантата, развитие раневой инфекции, появление несоответствия длины конечностей, контрактуры суставов, рецидивы и ампутации [5, 7, 28, 29, 30, 31].

Наличие осложнений и рецидивный характер течения процесса побуждает клиницистов к поиску новых технологических решений, основанных на комбинации оперативных техник и подходов, использовании комбинированных вариантов наружного и погружного остеосинтеза [32, 33]. Применение комбинированного костнопластического вмешательства, включающего формирование «индуцированной мембраны» по технике Masquelet и несвободную костную пластику по Илизарову, позволило добиться полноценного костного сращения врожденного ложного сустава голени и безрецидивного течения заболевания [33]. Тем не менее после устранения крупных дефектов костей голени различными методиками и возобновления ходьбы пациентам требуется 2–3 года для достижения стабильного функционального результата [9]. Жалобы на боль после операций по реконструкции берцовых костей предъявляли 21% больных, на отсутствие чувствительности — 12% [34]. Патогенез возникающих неврологических расстройств при костных травмах ввиду многофакторности поражения различных элементов периферических нервов считается достаточно сложным и малоисследованным [35]. Экспериментальные работы, в которых проводится анализ морфологических изменений большеберцовых нервов при замещении крупных дефектов костей голени, в доступной литературе отсутствуют, что и определило цель данной работы.

Цель работы — выявить морфологические изменения большеберцового нерва собак при замещении крупных дефектов большеберцовой кости аппаратом Илизарова в комбинации с методом Masquelet в эксперименте.

Материал и методы

Техника вмешательства

На 10 беспородных собаках (масса $16,8 \pm 0,4$ кг; возраст $3,9 \pm 0,3$ года; длина голени $17,43 \pm 0,68$ см) выполнен эксперимент из трех оперативных вмешательств. Первым этапом на уровне верхней трети большеберцовой кости с применением метода Илизарова моделировали дефект-псевдоартроз (патент РФ № 2539627). На втором этапе выполняли резекцию зоны псевдоартроза протяженностью 25 мм, что составляло 15% изначальной длины большеберцовой кости. В сформированном дефект-диастезе размещали цементный спейсер, который извлекали через 30 суток фиксации. Третьим этапом в нижней трети голени выполняли поперечную остеотомию большеберцовой кости и спустя 7 дней осуществляли продольное перемещение промежуточного фрагмента кости в проксимальном направлении в течение 25–28 дней с суточным темпом 1 мм за 4 приема до достижения контакта костных отломков на уровне диастаза. Через 60 суток осуществляли демонтаж аппарата. Животные выводились из опыта через 60 суток фиксации ($n = 5$; Ф60) и спустя 30 суток после снятия аппарата ($n = 5$; БА30).

Техника морфологического исследования

Фрагменты большеберцовых нервов, иссеченные на уровне средней трети голени, фиксировали 7 дней в смеси глутарового альдегида и параформальдегида с добавлением пикриновой кислоты, затем дополнительно фиксировали в 1% растворе оксида осмия (IV) и заливали в эпоксидные смолы. Одномикронные полутонкие срезы окрашивали толуидиновым синим и полихромным методом: метиленовым синим, азуром II и основным фуксином. Полноцветные изображения гистологических препаратов нервов получали посредством цифровой камеры AxioCam и стереомикроскопа AxioScope.A1 (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). В них определяли долю (в %) реактивно-деструктивно измененных миелиновых нервных волокон и их численные плотности в 1 мм^2 , численную плотность эндоневральных микрососудов (артериол, венул и капилляров) в 1 мм^2 площади пучка. В программе «ВидеоТест Мастер-Морфология 4.0» измеряли средние диаметры миелиновых волокон ($D_{\text{мп}}$), их аксонов ($D_{\text{ак}}$), толщину миелиновой оболочки ($L_{\text{м}}$). Рассчитывали коэффициент G ($D_{\text{ак}}/D_{\text{мп}}$). Строили гистограммы распределения волокон по диаметрам (шаг — 1 мкм). Контроль — большеберцовые нервы 5 интактных собак.

Этика исследования

Содержание и уход за животными регламентировались: СП 2.2.1.3218-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)»; ГОСТ 33215-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур»; ГОСТ 33217-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными хищными млекопитающими». При выполнении эксперимента соблюдались требования Европейской Конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях, и Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. Получено разрешение этического комитета учреждения (протокол от 17.05.18 г. № 2/57).

Статистический анализ

Рассчитывали среднее арифметическое значение показателей (M) и стандартную ошибку средней (m). Статистическую значимость различий определяли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона в программе AtteStat, версия 9.3.1 (Россия). При $p < 0,05$ различия считались статистически значимыми.

Результаты

Клинические наблюдения. На этапе моделирования дефект-псевдоартроза в первые двое суток развивался отек мягких тканей конечности от заплюсневого сустава до середины бедра с умеренной болезненностью, отмечалась хромота опорного типа — животные щадили конечность, приступая на подушечки пальцев. На 5–7-е сутки после операции отек исчезал, опороспособность конечности улучшалась, но отмечалось постепенное развитие атрофии мышц бедра.

На втором этапе опыта после резекции концов отломков и установки спейсера послеоперационный отек тканей имел локальный характер и располагался на медиальной поверхности вокруг зоны оперативного вмешательства. Значимых изменений со стороны функции конечности отмечено не было.

На этапе извлечения спейсера и выполнения несвободной костной пластики опорная функция была низкая, при ходьбе животное держало конечность на весу.

На этапе фиксации опороспособность конечности улучшалась — животные пользовались конечностью более уверенно, а после демонтажа аппарата постепенно восстанавливалась. К концу опыта наблюдалось незначительное нарушение походки.

Морфологические исследования. При препарировании большеберцовых нервов в изученные сроки не обнаружена их спаянность с окружающими тканями, отсутствовали гематомы, механические повреждения, нарушение непрерывности. Нервные стволы сохраняли равномерную толщину, естественный жемчужно-белый цвет, но имели более выраженный поверхностный сосудистый рисунок.

Микроскопическое исследование соединительнотканых оболочек нервов показало, что в Ф60 и БА30 эпиневрий сохранял целостность, в нем возрастало в сравнении с интактным нервом количество фибробластических, тучных и периваскулярных клеток, появлялись плазмочитарные клетки и макрофаги. Стенки артерий и вен эпиневрия гипертрофированные, просветы у большинства расширенные, заполненные форменными элементами крови, у части сосудов суженные либо облитерированные. Периневрий в Ф60 и БА30 во всех фасцикулах сохранял тонколамеллярную структуру, признаки его повреждения, периневральные и субпериневральные отеки отсутствовали (рис. 1).

Численная плотность эндоневральных артериол, венул и капилляров в 1 мм^2 площади пучка в Ф60 возрастала ($p = 0,0425$) до $211,0 \pm 11,0$ (в интактном нерве $182,0 \pm 22,0$), в БА30 снижалась относительно предыдущего срока в 2,2 раза и была ниже нормы ($p = 0,0061$) в 1,9 раза — $97,5 \pm 2,5$.

Большинство миелиновых волокон сохраняло нормальную структуру. Часть проводников имели признаки аксональной, валлеровской дегенерации и демиелинизации. В Ф30 превалировала аксональная атрофия, а в БА30 значительная часть проводников большого диаметра имела утолщенные миелиновые оболочки с признаками расщепления и неравномерной окраской. Встречались отдельные миелинизирующиеся аксоны малого диаметра и единичные регенерационные кластеры. Доля измененных проводников в Ф60 составляла $7,7 \pm 1,5\%$, что в 4,8 раза выше ($p = 0,52 \times 10^{-5}$) значений интактного нерва ($1,6 \pm 0,2\%$), в БА30 снижалась до $3,7 \pm 0,4\%$, но превышала норму ($p = 0,33 \times 10^{-4}$) в 2,3 раза. При этом численная плотность миелиновых волокон в Ф60 была снижена на $6,4\%$ ($p = 0,0470$) и составляла 18189 ± 89 (в интактном нерве 19426 ± 649), в БА30 снижалась до 17436 ± 865 , оставаясь ниже нормы на $10,2\%$ ($p = 0,0362$).

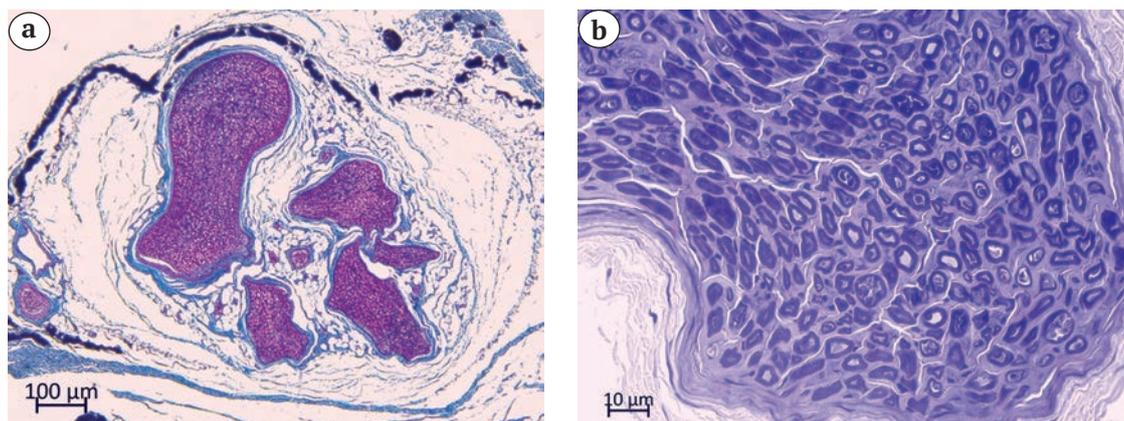


Рис. 1. Большеберцовые нервы собак через 60 суток фиксации. Полутоновые срезы:
 а — тотальный поперечный срез, полихромная окраска метиленовым синим, азуром II и основным фуксином, $\times 40$;
 б — фрагмент пучка нервных волокон, $\times 400$

Fig. 1. The dog's tibial nerve after 60 days of fixation. Semi-thin slides:
 а — total cross section, polychrome staining with methylene blue, azure II and basic fuchsin, $\times 40$;
 б — fragment of a nerve fiber bundle, $\times 400$

Изучение размерных характеристик миелиновых волокон показало снижение в Ф60 всех показателей: D_{mf} на 19% ($p = 0,0241$), D_{ax} на 22% ($p = 0,0213$) и L_m на 14% ($p < 0,0364$), что свидетельствует о преобладании аксональной атрофии и наличии процессов демиелинизации. К концу экс-

перимента все размерные характеристики миелиновых волокон восстанавливались, незначительно превышая норму (табл.).

В Ф60 и БА30 гистограммы распределения миелиновых волокон по диаметрам сохраняли бимодальный характер (рис. 2).

Размерные характеристики миелиновых волокон большеберцовых нервов ($m \pm \sigma$) через 60 суток фиксации (Ф60) и 30 суток без аппарата (БА30)

Таблица

Срок эксперимента	D_{mf} , мкм	D_{ax} , мкм	L_m , мкм	$G (D_{ax}/D_{mf})$
Ф60	$5,46 \pm 0,76^*$	$3,63 \pm 0,51^*$	$0,91 \pm 0,12^*$	$0,672 \pm 0,020$
БА30	$6,96 \pm 0,28$	$4,75 \pm 0,29$	$1,10 \pm 0,01$	$0,692 \pm 0,014$
Интakтный нерв	$6,75 \pm 0,28$	$4,63 \pm 0,33$	$1,06 \pm 0,05$	$0,686 \pm 0,013$

* — различия статистически значимы по критерию Вилкоксона для независимых выборок при $p < 0,05$.

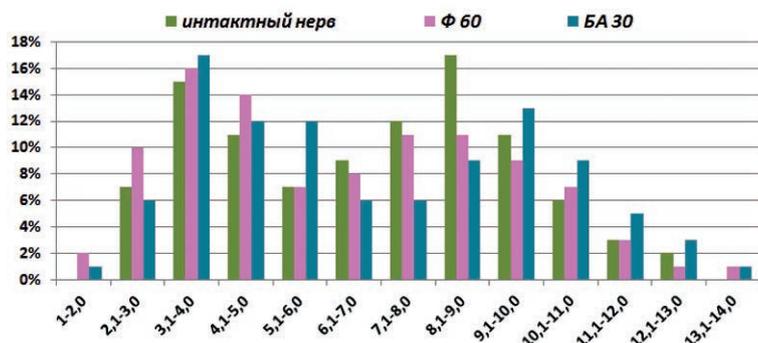


Рис. 2. Гистограммы распределения миелиновых волокон по диаметрам через 60 суток фиксации (Ф60) и 30 суток после снятия аппарата (БА30). Ось абсцисс — размерные классы волокон (мкм), ось ординат — доли волокон каждого класса (%)

Fig. 2. Histograms of the tibial nerves myelin fibers distribution by diameter in intact and experimental animals after 60 days of fixation and 30 days after removing the apparatus. The abscissa is the size classes of fibers (μm), the ordinate is the proportion of fibers of each class (%)

Их основания превышали основание интактного нерва на два разряда вследствие появления волокон диаметром менее 2 мкм, свидетельствующих о наличии в данные сроки опыта регенераторных процессов, а также появлению 1% гипертрофированных волокон диаметром 13,1–14,0 мкм. И в Ф60, и в БА30 левый пик гистограммы превышал правый вследствие изменения популяционного состава нервных проводников: доля мелких ($D \leq 4,0$ мкм) возрастала до 28% и 24% (в норме 22%), доля средних ($D 4,1–7,0$ мкм) составляла 29% и 30% (в норме 27%), доля крупных волокон ($D > 7,0$ мкм) снижалась до 43% и 46% (в норме 51%) соответственно.

Обсуждение

Проблема реабилитации пациентов после замещения крупных дефектов костей голени остается актуальной, так как для достижения хорошего функционального результата после возобновления ходьбы, по данным А.С. Masquelet с соавторами, требуется несколько лет [9]. Течение и длительность восстановительного периода зависят, в том числе, и от морфофункционального состояния большеберцовых нервов. Применение комбинированного костнопластического вмешательства, включающего формирование «индуцированной мембраны» по технике Masquelet и несвободную костную пластику по Илизарову, показало хорошие результаты — полноценное костное сращение и безрецидивное течение заболевания [33].

Проведенное экспериментальное исследование показало, что замещение крупных дефектов костей голени собак данной комбинированной методикой сопровождается закрытой травмой большеберцовых нервов с повреждением миелиновых оболочек, аксонов нервных волокон и последующей валлеровской дегенерацией без поражения оболочек нерва, что, согласно патогистологической классификации повреждений нервов [35, 36], соответствует нейропраксии и аксонотмезису.

На протяжении всего эксперимента стволы большеберцовых нервов и их соединительнотканые оболочки сохраняли целостность, признаки механического повреждения отсутствовали. У всех животных на всех сроках опыта часть эпинеуральных вен и артерий имели закрытые либо облитерированные просветы, что наряду с двукратным снижением численной плотности эндоневральных микрососудов через 30 суток после снятия аппарата (175–178 сутки эксперимента) свидетельствует о наличии микроциркуляторных расстройств, прогрессирующих к концу опыта.

Большинство миелиновых нервных волокон (более 90%) сохраняло нормальную структуру. Наряду с типичными повреждениями миелиновых нервных волокон — демиелинизацией и аксо-

нальной дегенерацией, выявленными ранее при distractionном остеосинтезе конечности [37], обнаруживались картины валлеровской дегенерации проводников. Через 60 суток фиксации голени в аппарате реактивно-деструктивными изменениями охвачено 8% нервных проводников (в 4 раза выше нормы), выявлено снижение численности и размерных характеристик миелиновых волокон вследствие аксональной атрофии и демиелинизации части из них. В конце опыта вследствие эндоневральной гиповаскуляризации доля измененных проводников превышала норму в 2 раза, но средний диаметр аксонов и толщина миелиновых оболочек восстанавливались и даже незначительно превышали контроль. Следует отметить, что ни у одного животного в большеберцовых нервах не обнаружены описанные в литературе классические признаки травматических нейропатий — концентрические структуры, получившие название «луковичных чешуй» [38, 39].

Заключение

Выявленные в большеберцовых нервах микроциркуляторные расстройства, аксональная атрофия, демиелинизация, валлеровская дегенерация части миелиновых нервных волокон и снижение их численности при замещении крупных дефектов большеберцовой кости методом Masquelet в комплексе с несвободной костной пластикой по Илизарову указывают на необходимость применения адекватной нейрометаболической фармакотерапии и эффективных методов реабилитации данной категории больных.

Литература [References]

1. Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Родоманова Л.А., Кутянов Д.И., Афанасьев А.О. Возможности современных методов реконструктивно-пластической хирургии в лечении больных с обширными посттравматическими дефектами тканей конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2011;60(2):164–170. doi: 10.21823/2311-2905-2011-0-2-164-170. Tikhilov R.M., Kochish A.Yu., Rodomanova L.A., Kutyanov D.I., Afanas'ev A.O. [Possibilities of modern techniques of plastic and reconstructive surgery in the treatment of patients with major posttraumatic defects of extremities (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;60(2):164–170. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2011-0-2-164-170.
2. Dou H., Wang G., Xing N., Zhang L. Repair of large segmental bone defects with fascial flap-wrapped allogeneic bone. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):162. doi: 10.1186/s13018-016-0492-9.
3. Mauffrey C., Hake M.E., Chadayammuri V., Masquelet A.C. Reconstruction of Long Bone Infections Using the Induced Membrane Technique: Tips and Tricks. *J Orthop Trauma*. 2016;30(6):e188–e193. doi: 10.1097/BOT.0000000000000500.
4. Jin Z.C., Cai Q.B., Zeng Z.K., Li D., Li Y., Huang P.Z. et al. [Research progress on induced membrane

- technique for the treatment of segmental bone defect]. *Zhongguo Gu Shang*. 2018;31(5):488-492. (In Chinese). doi: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.05.018.
5. Morelli I., Drago L., George D.A., Romanò D., Romanò C.L. Managing large bone defects in children: a systematic review of the 'induced membrane technique'. *J Pediatr Orthop B*. 2018;27(5):443-455. doi: 10.1097/BPB.0000000000000456.
 6. Mathieu L., Bilichtin E., Durand M., de l'Escalopier N., Murison J.C., Collombet J.M. et al. Masquelet technique for open tibia fractures in a military setting. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2019. doi: 10.1007/s00068-019-01217-y. Epub ahead of print.
 7. Raven T.F., Moghaddam A., Ermisch C., Westhauser F., Heller R., Bruckner T. et al. Use of Masquelet technique in treatment of septic and atrophic fracture nonunion. *Injury*. 2019;50 Suppl 3:40-54. doi: 10.1016/j.injury.2019.06.018.
 8. Vidal L., Kamplleitner C., Brennan M.Á., Hoornaert A., Layrolle P. Reconstruction of Large Skeletal Defects: Current Clinical Therapeutic Strategies and Future Directions Using 3D Printing. *Front Bioeng Biotechnol*. 2020;8:61. doi: 10.3389/fbioe.2020.00061.
 9. Masquelet A.C., Kishi T., Benko P.E. Very long-term results of post-traumatic bone defect reconstruction by the induced membrane technique. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(1):159-166. doi: 10.1016/j.otsr.2018.11.012.
 10. Morwood M.P., Streufert B.D., Bauer A., Olinger C., Tobey D., Beebe M. et al. Intramedullary Nails Yield Superior Results Compared With Plate Fixation When Using the Masquelet Technique in the Femur and Tibia. *J Orthop Trauma*. 2019;33(11):547-552. doi: 10.1097/BOT.0000000000001579.
 11. Борзунов Д.Ю., Соколова М.Н. Методические принципы замещения дефектов костей предплечья с использованием технологии чрескостного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 2010;57(3):102-111. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-103-110. Borzunov D.Yu., Sokolova M.N. [Methodic principles of filling-in forearm bone defects using technologies of transosseous osteosynthesis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;57(3):102-111. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-3-103-110.
 12. Masquelet A.C., Obert L. [Induced membrane technique for bone defects in the hand and wrist]. *Chir Main*. 2010;29 Suppl 1:S221-S224. (In French). doi: 10.1016/j.main.2010.10.007.
 13. Masquelet A.C., Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. *Orthop Clin North Am*. 2010;41(1):27-37. doi: 10.1016/j.ocl.2009.07.011.
 14. Karger C., Kishi T., Schneider L., Fitoussi F., Masquelet A.C. Treatment of posttraumatic bone defects by the induced membrane technique. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98(1):97-102. doi: 10.1016/j.otsr.2011.11.001.
 15. Krappinger D., Irenberger A., Zegg M., Huber B. Treatment of large posttraumatic tibial bone defects using the Ilizarov method: a subjective outcome assessment. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(6):789-795. doi: 10.1007/s00402-013-1712-y.
 16. Chimutengwende-Gordon M., Mbogo A., Khan W., Wilkes R. Limb reconstruction after traumatic bone loss. *Injury*. 2017; 48(2):206-213. doi: 10.1016/j.injury.2013.11.022.
 17. Tong K., Zhong Z., Peng Y., Lin C., Cao S., Yang Y. et al. Masquelet technique versus Ilizarov bone transport for reconstruction of lower extremity bone defects following posttraumatic osteomyelitis. *Injury*. 2017;48(7):1616-1622. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.042.
 18. Durand M., Barbier L., Mathieu L., Poyot T., Demoures T., Souraud J.B. et al. Towards Understanding Therapeutic Failures in Masquelet Surgery: First Evidence that Defective Induced Membrane Properties are Associated with Clinical Failures. *J Clin Med*. 2020;9(2):450. doi: 10.3390/jcm9020450.
 19. Барабаш А.П., Кесов Л.А., Барабаш Ю.А., Шпиняк С.П. Замещение обширных диафизарных дефектов длинных костей конечностей. *Травматология и ортопедия России*. 2014;72(2):93-99. Barabash A.P., Kesov L.A., Barabash Ju.A., Shpinyak S.P. [Building of extensive diaphysis defects in long bones]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;72(2):93-99. (In Russian).
 20. Шаталин А.Е., Бобров М.И., Митрофанов В.Н., Королев С.Б. Техника Masquelet при замещении дефектов костей предплечья в условиях гнойной хирургической инфекции. *Архив клинической и экспериментальной медицины*. 2018;27(3):72-77. Shatalin A.E., Bobrov M.I., Mitrofanov V.N., Korolev S.B. [Masquelet technique during replacement of bone defects of the forearm in conditions of a purulent surgical infection]. *Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny* [Archive of Clinical and Experimental Medicine]. 2018;27(3):72-77. (In Russian).
 21. Cui T., Li J., Zhen P., Gao Q., Fan X., Li C. Masquelet induced membrane technique for treatment of rat chronic osteomyelitis. *Exp Ther Med*. 2018;16(4):3060-3064. doi: 10.3892/etm.2018.6573.
 22. Wang J., Yin Q., Gu S., Wu Y., Rui Y. Induced membrane technique in the treatment of infectious bone defect: A clinical analysis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(3):535-539. doi: 10.1016/j.otsr.2019.01.007.
 23. Morelli I., Drago L., George D.A., Gallazzi E., Scarponi S., Romanò C.L. Masquelet technique: myth or reality? A systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S68-S76. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30842-7.
 24. Taylor B.C., French B.G., Fowler T.T., Russell J., Poka A. Induced membrane technique for reconstruction to manage bone loss. *J Am Acad Orthop Surg*. 2012;20(3):142-150. doi: 10.5435/JAAOS-20-03-142.
 25. Masquelet A.C. Induced Membrane Technique: Pearls and Pitfalls. *J Orthop Trauma*. 2017;31 Suppl 5:S36-S38. doi: 10.1097/BOT.0000000000000979.
 26. Masquelet A., Kanakaris N.K., Obert L., Stafford P., Giannoudis P.V. Bone Repair Using the Masquelet Technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(11):1024-1036. doi: 10.2106/JBJS.18.00842.
 27. Konda S.R., Gage M., Fisher N., Egol K.A. Segmental Bone Defect Treated With the Induced Membrane Technique. *J Orthop Trauma*. 2017;31 Suppl 3:S21-S22. doi: 10.1097/BOT.0000000000000899.
 28. Aurégan J.C., Bégué T., Rigoulot G., Glorion C., Pannier S. Success rate and risk factors of failure of the induced membrane technique in children: a systematic review. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S62-S67. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30841-5.
 29. Morris R., Hossain M., Evans A., Pallister I. Induced membrane technique for treating tibial defects gives mixed results. *Bone Joint J*. 2017;99-B(5):680-685. doi: 10.1302/0301-620X.99B5.BJJ-2016-0694.R2.

30. Giotikas D., Tarazi N., Spalding L., Nabergoj M., Krkovic M. Results of the Induced Membrane Technique in the Management of Traumatic Bone Loss in the Lower Limb: A Cohort Study. *J Orthop Trauma*. 2019;33(3):131-136. doi: 10.1097/BOT.0000000000001384.
31. El-Hadidi T.T., Soliman H.M., Farouk H.A., Radwan M.A.E. Staged bone grafting for the management of segmental long bone defects caused by trauma or infection using induced-membrane technique. *Acta Orthop Belg*. 2018;84(4):384-396.
32. Кутиков С.А., Lettreuch A.R., Saighi-Bouaouina A., Борзунов Д.Ю., Дьячкова Г.В. Врожденный ложный сустав голени. Проблемы, возможные варианты решения. *Гений ортопедии*. 2014;(3):24-30. Kutikov S.A., Lettreuch A.R., Saighi-Bouaouina A., Borzunov D.Yu., D'iachkova G.V. [Pseudoarthrosis of the leg. Problems, possible solutions]. *Genij Ortopedii*. 2014;(3):24-30. (In Russian).
33. Борзунов Д.Ю., Горбач Е.Н., Моховиков Д.С., Колчин С.Н. Комбинированные костнопластические вмешательства при реабилитации пациентов с врожденным ложным суставом костей голени. *Гений ортопедии*. 2019;25(3):318-323. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-304-311 Borzunov D.Yu., Gorbach E.N., Mokhovikov D.S., Kolchin S.N. [Combined bone plasty interventions for rehabilitation of patients with congenital pseudoarthrosis of the tibia]. *Genij Ortopedii*. 2019;25(3):318-323. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-3-318-323.
34. Pelissier P., Boireau P., Martin D., Baudet J. Bone reconstruction of the lower extremity: complications and outcomes. *Plast Reconstr Surg*. 2003;111(7):2223-2229. doi: 10.1097/01.PRS.0000060116.21049.53.
35. Althagafi A., Nadi M. Acute Nerve Injury. [Updated 2020 Aug 10]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549848/>.
36. Burnett M.G., Zager E.L. Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review. *Neurosurg Focus*. 2004;16(5):E1. doi: 10.3171/foc.2004.16.5.2.
37. Щудло М.М., Щудло Н.А., Варсегова Т.Н., Борисова И.В. Реакция нервов на растяжение и их структурная адаптация к удлинению конечности. *Гений ортопедии*. 2009;(4):48-55. Schudlo M.M., Schudlo N.A., Varsegova T.N., Borisova I.V. [Reaction of nerves to stretching and their structural adaptation to limb lengthening]. *Genij Ortopedii*. 2009;(4):48-55. (In Russian).
38. Yamagishi Y., Samukawa M., Kuwahara M., Takada K., Saigoh K., Mitsui Y. et al. Charcot-Marie-Tooth disease with a mutation in FBLN5 accompanying with the small vasculitis and widespread onion-bulb formations. *J Neurol Sci*. 2020;410:116623. doi: 10.1016/j.jns.2019.116623.
39. Wang A.P., Catana D., Provias J.P., Reddy K.K.V. Hypertrophic Interstitial Neuropathy of the Trigeminal Nerve: Case Report and Literature Review. *Neurosurgery*. 2020;87(1):E41-E47. doi: 10.1093/neuros/nyz418.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

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

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

Еманов Андрей Александрович — канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник экспериментальной лаборатории ФГБУ «НМИЦ ТО им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. a_eman@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2890-3597>

Моховиков Денис Сергеевич — канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории клиники реконструктивной костно-суставной хирургии детей и взрослых, заведующий травматолого-ортопедическим отделением ФГБУ «НМИЦ ТО им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. mokhovikov_denis@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9041-173X>

Борзунов Дмитрий Юрьевич — д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия. borzunov@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3720-5467>

AUTHORS' INFORMATION:

Tatiana N. Varsegova — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Morphology, National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia. varstn@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5430-2045>

Olga V. Diuriagina — Cand. Sci. (Vet.), Head of Experimental Laboratory National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics Kurgan, Russia. diuriagina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9974-2204>

Andrei A. Emanov — Cand. Sci. (Vet.), Leading Researcher, Experimental Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics Kurgan, Russia; a_eman@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2890-3597>

Denis S. Mokhovikov — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Head of Traumatology and Orthopaedics Department, National Ilizarov Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia. mokhovikov_denis@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9041-173X>

Dmitrii Yu. Borzunov — Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, State Medical University, Ekaterinburg, Russia. borzunov@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3720-5467>

Заявленный вклад авторов:

Варсегова Т.Н. — проведение морфологических исследований, статистическая обработка, анализ и интерпретация данных, участие в написании всех разделов статьи.

Дюрягина О.В. — существенный вклад в разработку концепции и дизайна исследования, планирование и проведение эксперимента, формулировка задач, анализ и интерпретация клинико-экспериментальных данных, участие в написании текста статьи.

Еманов А.А. — проведение эксперимента, анализ данных, участие в написании текста статьи.

Моховиков Д.С. — существенный вклад в разработку концепции и дизайна исследования, формулировка задач, редактирование текста статьи для важного интеллектуального содержания.

Борзунов Д. Ю. — разработка концепции и дизайна исследования, формулировка задач, участие в написании текста статьи.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Научная статья
УДК 616.727.2-073.756.8
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111>

Межэкспертная согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава

А.Н. Логвинов¹, О.В. Макарьева¹, Д.О. Ильин^{1,2}, П.М. Каданцев², А.Р. Зарипов²,
А.В. Фролов^{1,2}, Н.Е. Магнитская¹, М.С. Рязанцев¹, М.Е. Бурцев¹, А.В. Королёв^{1,2}

¹ Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия

² ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Реферат

Актуальность. МРТ плечевого сустава является одним из основных методов диагностики повреждений вращательной манжеты и определения дальнейшей тактики лечения. Согласованность результатов интерпретации МРТ между специалистами при различных вариантах разрывов плечевого сустава является неотъемлемой частью оценки эффективности диагностического теста. **Цель** — оценка согласованности интерпретации данных МРТ при патологии вращательной манжеты плечевого сустава между врачами-травматологами, а также между травматологами и рентгенологом. **Материал и методы.** Исследование представляет собой ретроспективный анализ результатов лучевых методов исследования и протоколов операций 57 пациентов с различными патологиями плечевого сустава, которым выполнялись МРТ плечевого сустава и артроскопическая ревизия плечевого сустава в период с 2017 по 2019 г. Среди обследованных было 38 (67%) мужчин и 19 (33%) женщин. Средний возраст пациентов составил 52,7±13,6 лет. В рамках работы была проведена оценка чувствительности и специфичности, а также межэкспертной надежности МРТ плечевого сустава. **Результаты.** У 52 пациентов была выявлена патология вращательной манжеты: в 98% случаев — повреждение сухожилия надостной мышцы, в 26% — сухожилия надостной и подостной мышц, в 2% — изолированное повреждение сухожилия подлопаточной мышцы и в 39% — повреждение сухожилий надостной и подлопаточной мышц. При анализе результатов максимальная согласованность интерпретации результатов МРТ была достигнута при определении полнослойного разрыва сухожилия надостной мышцы, а также кальциатов сухожилия надостной мышцы. Однако были выявлены существенные разногласия между ортопедами с различным стажем работы в определении наличия и вида патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц, неполнослойных разрывов и тендиноза сухожилия надостной мышцы. **Заключение.** Высокая согласованность трактовки результатов МРТ в определении патологии вращательной манжеты плечевого сустава между травматологами, а также между травматологами и рентгенологами наблюдается только при оценке патологии сухожилия надостной мышцы, при кальцинирующем тендините и полнослойном повреждении. Диагностика тендинозов и неполнослойных разрывов остается затруднительной, и результаты интерпретации сильно разнятся. Стоит отметить также гетерогенность результатов диагностики патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц.

Ключевые слова: вращательная манжета, плечевой сустав, МРТ, межэкспертная надежность.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Логвинов А.Н., Макарьева О.В., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Королёв А.В. Межэкспертная согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):102-111. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111.

Cite as: Logvinov A.N., Makarieva O.V., Il'in D.O., Kadantsev P.M., Zaripov A.R., Frolov A.V., Magnitskaya N.E., Ryazantsev M.S., Burtsev M.E., Korolev A.V. [Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4): 102-111. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111.

✉ Логвинов Алексей Николаевич / Aleksey N. Logvinov; e-mail: alogvinov@emcmos.ru

Рукопись поступила/Received: 28.09.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 20.11.2020.

© Логвинов А.Н., Макарьева О.В., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Зарипов А.Р., Фролов А.В., Магнитская Н.Е., Рязанцев М.С., Бурцев М.Е., Королёв А.В., 2020

Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability

Aleksey N. Logvinov¹, Oksana V. Makarieva¹, Dmitrii O. Il'in^{1,2}, Pavel M. Kadantsev², Aziz R. Zaripov², Aleksandr V. Frolov^{1,2}, Nina E. Magnitskaya¹, Mikhail S. Ryazantsev¹, Mikhail E. Burtsev¹, Andrey V. Korolev^{1,2}

¹ European Clinic of Sports Traumatology and Orthopedics (ECSTO), Moscow, Russia

² RUDN University, Moscow, Russia

Abstract

Background. The shoulder MRI is one of the main methods for the rotator cuff injuries diagnostics and determination of the further treatment tactics. The agreement in the MRI data interpretation among specialists regarding different types of shoulder ruptures is an integral part of diagnostic test validity evaluation. **The purpose of this study was** to assess the agreement in the MRI data interpretation in the patients with shoulder rotator cuff pathology among trauma surgeons, as well as between trauma surgeons and a radiologist. **Materials and Methods.** The study was a retrospective analysis of the MRI data and surgical reports regarding 57 patients with various shoulder pathologies undergone the shoulder MRI and arthroscopic shoulder revisions in the period from 2017 to 2019. There were 38 (67%) men and 19 (33%) women among the patients. The average age of the patients was 52.7±13.6 years. The sensitivity and specificity, as well as the shoulder MRI inter-rater reliability were assessed in the course of the study. **Results.** The rotator cuff pathology was revealed in 52 patients: supraspinatus tendon injury in 98% of cases, supraspinatus and infraspinatus tendon — in 26%, isolated subscapularis tendon injury — in 2%, supraspinatus and subscapularis tendon — in 39%. The maximal concordance in the MRI data interpretation was achieved in the patients with full-thickness supraspinatus tendon rupture, as well as with the supraspinatus tendon calcifications. However, significant disagreement was found between orthopedists with different work experience in determination of the presence and type of infraspinatus and subscapularis tendons pathology and supraspinatus tendon incomplete ruptures and tendinitis. **Conclusion.** The high agreement in the MRI data interpretation in determining the pathology of the shoulder rotator cuff among trauma surgeons, as well as between trauma surgeons and radiologists, was observed only regarding the supraspinatus tendon, calcifying tendonitis and full-thickness injury. The diagnosis of tendinitis and incomplete tendon rupture remains difficult. Their interpretation results vary greatly. It is also worth noting the heterogeneity of the results of diagnostics of the infraspinatus and subscapularis tendon pathology.

Keywords: rotator cuff, shoulder, MRI, inter-rater reliability.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Повреждение вращательной манжеты, по литературным данным, составляет от 60% до 86% случаев в популяции и является наиболее часто встречаемой патологией плечевого сустава [1, 2]. Разрывы вращательной манжеты варьируются от неполнослойных разрывов до полнослойных с повреждением одного и более сухожилий, с разной степенью ретракции. Принятым методом диагностики повреждений вращательной манжеты плечевого сустава является магнитно-резонансная томография (МРТ) [3, 4, 5, 6]. По данным Е.Н. Гончарова с соавторами, чувствительность МРТ в диагностике полнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы 95%, специфичность 81%, для неполнослойных разрывов — 45% и 89% соответственно [7]. Согласно метаанализу Т.О. Smith с соавторами, включающего 44 МР-исследования, чувствительность и специ-

фичность МРТ плечевого сустава на 1,5 Тл аппарате при полнослойных повреждениях вращательной манжеты составляет 90% и 90% соответственно [8]. В мета-анализе отмечено, что диагностическая точность МРТ высока для выявления полнослойных разрывов вращательной манжеты, но ограничена для выявления неполнослойных разрывов. Также стоит отметить, что МР-исследование не обладает 100% чувствительностью и точностью при определении точной локализации неполнослойного разрыва вращательной манжеты [9].

Несмотря на то, что визуализация важна для принятия решения о тактике лечения, существует недостаток данных о согласованности интерпретации между клиницистами [10]. По данным различных авторов, согласованность интерпретации МРТ при патологии вращательной манжеты варьируется от 0,37 до 0,8 (κ) [5, 11, 12].

Надежность МРТ при диагностике полнослойных повреждений вращательной манжеты выше (0,67–0,88), чем при диагностике неполнослойных повреждений (0,13–0,44) [5, 11, 12]. Согласно исследованию E.E. Spencer Jr. с соавторами, значения каппы Коэна для дифференциации между полнослойными и неполнослойными разрывами высоких (0,77), однако для определения количества поврежденных сухожилий, типа неполнослойного разрыва и степени ретракции значительно ниже — 0,55; 0,44 и 0,44 соответственно [5]. В работе N.V. Jain с соавторами были получены высокие значения каппы Коэна при определении наличия или отсутствия разрыва вращательной манжеты [10].

В большинстве исследований оценивается согласованность результатов между врачами-рентгенологами [5, 11, 12]. При этом в литературе представлено ограниченное количество работ по оценке согласованности интерпретации данных МРТ между врачами-травматологами и рентгенологами [10].

Цель работы — оценить согласованность интерпретации данных МРТ при патологии вращательной манжеты плечевого сустава между специалистами: двумя травматологами, специализирующимися на хирургии плечевого сустава, и врачом — рентгенологом, специализирующимся на МРТ диагностике.

Материал и методы

Исследование представляет собой ретроспективный анализ данных историй болезни, лучевых методов исследования и протоколов операций. В исследование включены 57 пациентов с различными патологиями плечевого сустава проходивших лечение в Европейской клинике спортивной травматологии и ортопедии (ЕКСТО, Москва) в период с 2017 по 2019 г.

Критериями включения явились:

- выполненные у нас в клинике и доступные к анализу предоперационные МРТ плечевого сустава;
- наличие интраоперационных фотографий и протокола артроскопической ревизии плечевого сустава;

Критериями исключения явились:

- наличие костных повреждений проксимального отдела плечевой кости (переломы большого бугорка, хирургической и анатомической шейки плечевой кости) и акромиального, клювовидного отростков и тела лопатки;
- отсутствие интраоперационных фотографий или неполнота данных в протоколе операции.

Среди обследованных было 38 мужчин (67%) и 19 женщин (33%). Средний возраст пациентов составил $52,7 \pm 13,6$ года.

Протокол обследования

Пациенты, включенные в исследование, прошли клиничко-диагностическое обследование: проведен ортопедический осмотр с выполнением мануальных диагностических тестов, выполнена МРТ плечевого сустава. У всех пациентов диагноз был верифицирован при выполнении артроскопической ревизии плечевого сустава, которая является «золотым стандартом» диагностики патологии плечевого сустава. МРТ плечевого сустава выполнялась на высокопольном томографе с напряженностью магнитного поля 1.5 Тесла (MAGNETOM Aera, Siemens, Германия, толщина срезов 3 мм).

Протокол МРТ исследования состоял из получения изображений в трех последовательностях: косая коронарная, косая сагитальная и аксиальная, с применением импульсных последовательностей в T2 взвешенном изображении (ВИ) в режиме градиентного эха — FFE_T2W, изображений, взвешенных по протонной плотности — TSE PDW, также с использованием эффекта подавления сигнала от жировой ткани — TSE PD SPAIR.

На первом этапе исследования была сформирована база данных, включающая данные МРТ и артроскопической ревизии 57 пациентов. Результаты исследований были внесены в единую стандартизованную базу данных (рис. 1).

МР-томограммы были пронумерованы случайным образом. Оценка результатов выполнялась травматологами, специализирующимися на хирургии плечевого сустава, с различным стажем работы (травматолог 1 — 15 лет и травматолог 2 — 5 лет) и врачом лучевой диагностики, специализирующимся на МРТ диагностике. Травматологи, принимавшие участие в оценке результатов МРТ исследования, не проходили специализированные курсы по МР-диагностике и чтению МР-томограмм. Во время оценки МРТ персональные данные пациентов и их порядковые номера были скрыты от исследователей. Данные МРТ исследования оценивались по стандартизованному протоколу с занесением результатов в специализированную форму (рис. 2).

Протокол включал в себя оценку патологии вращательной манжеты с указанием точной локализации патологического очага или разрыва, типа и размера разрыва или его отсутствия.

На втором этапе исследования проводился анализ межэкспертной согласованности результатов интерпретации МРТ вращательной манжеты плечевого сустава между специалистами, принимавшими участие в исследовании. В качестве «золотого стандарта» были использованы результаты артроскопической ревизии плечевого сустава, согласно протоколам операции.

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56							
SST	Патология есть (1), нет (0)					Иер. случай	Вид патологии (1 - кальцинат; 2 - тендиноз; 3 - BST; 4 - PITA; 5 - PASTA; 6 - полнослойный: a - Patte 1, b - Patte 2, c - Patte3)					IST	Патология есть (1), нет (0)					Иер. случай	Вид патологии (1 - кальцинат; 2 - тендиноз; 3 - BST; 4 - PITA; 5 - PASTA; 6 - полнослойный: a - Patte 1, b - Patte 2, c - Patte3; 7 - разрыв верхних волокон)					SSC	Патология есть (1), нет (0)					Иер. случай	Вид патологии (1 - кальцинат; 2 - тендиноз; 3 - PITA; 4 - PASTA; 5 - разрыв верхних волокон; 6 - полнослойный: a - Patte 1, b - Patte 2, c - Patte3)											
	исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК		исследователь 1	исследователь 2	Клинически	Рентгенолог	АСК							
	1	1	1	1	1		9	6с	6с	6	6		6	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		1	0	1	0	9	5	5	0	5	0		
	1	1	1	1	1		10	6а	6а	6а	6		6	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		1	1	1	1	10	5	5	0	0	0		
	1	1	0	1	1		11	6а	6а	0	6		6b	1	0	0	0		0	0	0	0	6а		0	0	0	0	0		0	0	1	1	1	0	0	5	0	0	0	
	0	0	0	0	0		12	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1		13	14	1	6	1		1	0	1	0	0		0	0	0	0	0		5	1	1	0	0		0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
	1	1	1	1	1		14	6а	16а	6а	2		6а	1	1	1	0		1	2	1	0	0		26а	0	0	0	0		0	1	1	0	1	14	0	5	0	0	5	
	1	1	1	1	1		15	3	4	6	3		3	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	1	0	0	15	0	5	6	0	0	0	
	0	0	1	0	0		16	0	0	6	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		0	0	0	0	16	2	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1		20	6b	6а	6b	6b		6b	0	0	0	1		0	0	0	0	6b		0	0	0	0	1		0	1	1	1	20	5	0	6	6b	6b		
	1	1	1	1	1		21	5	5	6	3		5	1	0	1	0		0	5	1	6	0		0	0	0	1	5		1	1	1	21	45	1	6	5	5	5		

Рис. 1. Фрагмент базы данных
Fig. 1. A fragment of the database

ОТДЕЛ	ОТВЕТ	ВИД ПАТОЛОГИИ
	<ul style="list-style-type: none"> 0 - норма 1 - патология 	
АКС		<ul style="list-style-type: none"> Нестабильность (разрыв связок) Артроз 1 степени Артроз 2 степени Артроз 3 степени Артроз 4 степени
Сухожилье надостной		<ul style="list-style-type: none"> Кальцинат Тендиноз BST PITA PASTA Полнослойный разрыв <ul style="list-style-type: none"> Patte 1 Patte 2 Patte 3 Указать размеры разрыва: <ul style="list-style-type: none"> Передне-задний: _____ Медиально-латерально: _____
Сухожилье		<ul style="list-style-type: none"> Кальцинат

Передняя губа	<ul style="list-style-type: none"> Паралабральные кисты Банкарт Пертис ALPSA GLAD Буфферд Сублабральное отверстие
Задняя губа	<ul style="list-style-type: none"> Банкарт Пертис ALPSA GLAD
Нижняя капсула	<ul style="list-style-type: none"> НАСЛ гНАСЛ Утолщение
Субакромальная bursa	<ul style="list-style-type: none"> Бурсит Кальцинат
Свободные тела	<ul style="list-style-type: none"> Количество: _____

Рис. 2. Фрагмент стандартизированной формы для интерпретации МРТ плечевого сустава
Fig. 2. A fragment of the standardized form for the interpretation of the shoulder MRI

Этика публикации

Все пациенты, включенные в исследование, подписали информированное добровольное согласие на использование их исследований для научной работы.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась при помощи статистической программы SPSS Statistics 21 (IBM corp., США). Анализ соответствия вида распределения данных в выборке закону нормального распределения проводили с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Критический уровень статистической значимости принимали 5% ($p = 0,05$). Количественные данные представили в виде $M(s)$, где M – среднее арифметическое значение переменных, s – стан-

дартное отклонение (standard deviation), так как распределение было нормальным. Качественные данные в нашем исследовании представлены относительными частотами с процентным выражением от общей выборки. Для каждого признака из нашей выборки мы рассчитали 95% ДИ с указанием нижней (5%) и верхней (95%) границы. Для расчета 95% ДИ номинальных данных мы использовали метод Уилсона.

Для проведения анализа согласованности при интерпретации МРТ плечевого сустава вычисляли коэффициент каппа Коэна (Cohen's kappa). Каппа Коэна – это мера согласованности между двумя категориальными переменными. Каппа Коэна (κ) измеряет степень согласия мнений двух экспертов, оценивающих одни и те же объекты. Значения каппы Коэна варьируются

от -1 до 1. Для интерпретации каппы Коэна использовали метод J.R. Landis, G.G. Koch (1977): коэффициент каппы Коэна $\leq 0,20$ показывает минимальное/отсутствие согласия: $\kappa = 0,21-0,40$ — слабое согласие, $\kappa = 0,41-0,60$ — умеренное согласие, $\kappa = 0,61-0,80$ — существенное согласие и $\kappa > 0,80$ — почти полное согласие. Значение $\kappa = 1$ указывает на абсолютное согласие. Значение 0 или меньше 0 указывает на то, что согласие — не более чем случайность. Каппа Коэна выше 0,61 в нашем исследовании расценивали как критерий хорошей согласованности мнений экспертов. Для более информативного представления результатов анализа согласованности, помимо значимости коэффициента κ , мы привели 95% доверительный интервал (ДИ). Вычисления ДИ для каппы Коэна выполняли в программе Microsoft Excel 2008 (Microsoft corp., США). Доверительные интервалы κ представили в виде ДИ [нижняя граница; верхняя граница].

Результаты

Патологические нарушения вращательной манжеты плеча наблюдались у 52 пациентов. Большинство изменений (98% случаев, 51 пациент) были выявлены в сухожилии надостной мышцы, в 26% случаев (13 пациентов) наблюдалось сочетание патологии сухожилий надостной и подостной мышц, у одного пациента было изолированное повреждение сухожилия подостной мышцы, в 39% случаев (20 пациентов) обнаружено сочетание патологии сухожилий надостной и подлопаточной мышц. Выявленные патологии вращательной манжеты во время анализа данных МРТ представлены на рисунке 3.

Правильный диагноз при оценке наличия патологии сухожилия надостной мышцы на МРТ плечевого сустава травматологом 1 установлен в 96% [87; 99] случаев, травматологом 2 — в 94%

[84; 98] случаев, врачом лучевой диагностики — в 90% [79; 96] случаев. Наличие патологии сухожилия подостной мышцы при анализе данных МРТ плечевого сустава верно отмечено травматологом 1 и врачом лучевой диагностики у 57% [43; 70] пациентов, травматологом 2 — у 50% [37; 63] пациентов. Патология сухожилия подлопаточной мышцы была достоверно диагностирована при оценке МРТ травматологами 1 и 2 в 85% [73; 92] случаев, а врачом лучевой диагностики — в 75% случаев [62; 85] (рис. 4).

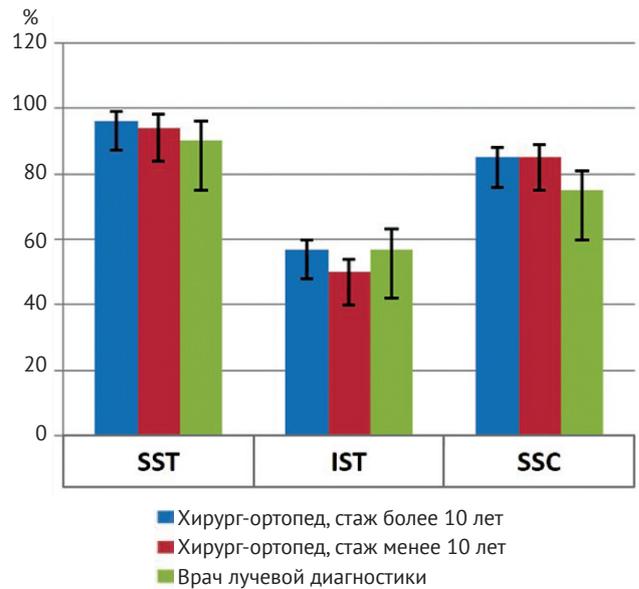


Рис. 4. Распределение верной диагностики наличия патологии сухожилий вращательной манжеты плеча хирургами-ортопедами и врачом лучевой диагностики

Fig. 4. The distribution of the correct diagnosis of the rotator cuff tendon pathology by orthopedic surgeons and a radiologist

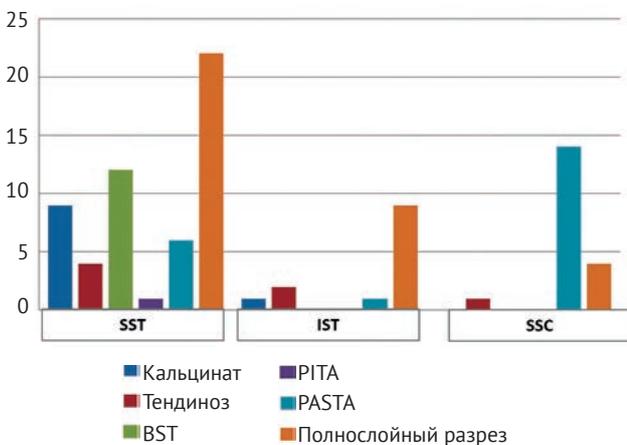


Рис. 3. Распределение патологических очагов и разрывов сухожилий вращательной манжеты плеча по локализации и виду патологии: SST — сухожилие надостной мышцы; IST — сухожилие подостной мышцы; SSC — сухожилие подлопаточной мышцы; BST — разрыв со стороны субакромиального пространства; PITA — интерстициальный разрыв; PASTA — разрыв со стороны суставной поверхности

Fig. 3. The distribution of pathological foci and ruptures of the rotator cuff tendons by location and type of pathology: SST — supraspinatus tendon; IST — infraspinatus tendon; SSC — subscapularis tendon; BST — rupture from the subacromial space; PITA — interstitial tear; PASTA — articular rupture

Таким образом, в нашем исследовании травматологи по данным МРТ плечевого сустава давали верное заключение о наличии патологии сухожилий вращательной манжеты плеча чаще, чем врач лучевой диагностики. Распределение достоверно установленных диагнозов при оценке результатов интерпретации МРТ исследований плечевого сустава хирургами-ортопедами и рентгенологом по виду патологии представлено в таблице 1.

Из приведенной выше таблицы видно, что мнения исследователей, проводивших диагностику различных видов повреждений вращатель-

ной манжеты плеча по данным МРТ, не всегда совпадали.

Анализ результатов оценки данных МРТ продемонстрировал различия между заключениями специалистом лучевой диагностики и хирургами-ортопедами с различным стажем работы, была определена их согласованность с вычислением каппы Коэна. Межэкспертная согласованность между врачами хирургами-ортопедами и врачом рентгенологом при визуализации патологических очагов и повреждений сухожилий вращательной манжеты на МРТ представлена в таблице 2.

Таблица 1

Результаты диагностики различных видов патологии вращательной манжеты плеча при оценке данных МРТ травматологами и рентгенологом

Патология вращательной манжеты плеча		Количество верных заключений			
		Травматолог 1	Травматолог 2	Рентгенолог	Артроскопическая ревизия
<i>Сухожилие надостной мышцы</i>					
Вид патологии	Без изменений	5	5	5	8
	Кальцинат	6	7	9	9
	Тендиоз	2	0	3	4
	BST	5	3	4	12
	PITA	0	0	0	1
	PASTA	2	1	0	6
	Полнослойный разрыв	22	21	20	26
<i>Сухожилие подостной мышцы</i>					
Вид патологии	Без изменений	23	35	27	44
	Кальцинат	2	2	2	2
	Тендиоз	1	0	0	2
	PASTA	1	0	1	2
	Полнослойный разрыв	2	2	4	9
<i>Сухожилие подлопаточной мышцы</i>					
Вид патологии	Без изменений	8	13	24	38
	Тендиоз	0	0	0	1
	PASTA	10	8	7	14
	Полнослойный разрыв	1	1	1	4

Таблица 2

Согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава

Данные МРТ		Коэффициент каппа Коэна (κ)					
		Травматолог 1 – травматолог 2		Травматолог 1 – рентгенолог		Травматолог 2 – рентгенолог	
		κ	95% ДИ	κ	95% ДИ	κ	95% ДИ
Присутствие патологии SST		0,61	[0,42;0,75]	0,63	[0,44;0,77]	0,64	[0,45;0,78]
Вид патологии	Кальцинат	0,87	[0,79;0,92]	0,85	[0,76;0,90]	0,86	[0,79;0,92]
	Тендиноз	0,07	[-0,20;0,20]	0,43	[0,19;0,62]	0,38	[0,12;0,57]
	BST	0,09	[-0,17;0,34]	0,19	[-0,07;0,43]	0,16	[-0,11;0,39]
	PITA	0,49	[0,25;0,66]	0	–	0	–
	PASTA	0,37	[0,12;0,57]	-0,02	[-0,47;0,43]	0,49	[0,25;0,66]
	Полнослойный разрыв	0,93	[0,89;0,96]	0,74	[0,59;0,84]	0,81	[0,65;0,86]
	Присутствие патологии IST	0,31	[0,05;0,52]	0,20	[-0,06;0,44]	0,17	[-0,09;0,49]
Вид патологии	Кальцинат	0,46	[0,23;0,65]	0,54	[0,33;0,71]	0,40	[0,15;0,5]
	Тендиноз	0,16	[-0,09;0,40]	0,17	[-0,09;0,41]	0,05	[-0,21;0,3]
	Полнослойный разрыв	0,77	[0,63;0,85]	0,27	[0,07;0,49]	0,21	[0,45;0,77]
Присутствие патологии SSC		0,03	[0,08;0,05]	0,39	[0,14;0,60]	0,03	[-0,1;0,16]
Вид патологии	Кальцинат	0,46	[0,22;0,64]	0,31	[0,03;0,53]	0,48	[0,25;0,66]
	PASTA	0,36	[0,12;0,38]	0,14	[-0,1;0,38]	0,07	[-0,03;0,17]
	Полнослойный разрыв	0,48	[0,25;0,66]	0	[-0,02;0,02]	0	[-0,02;0,02]

Жирным шрифтом отмечены наиболее весомые значения каппы Коэна.

Анализ значений коэффициента каппы Коэна выявил существенные разногласия между травматологами и специалистом лучевой диагностики в определении присутствия и вида патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц, а также при визуализации тендиноза и неполнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы. Хорошая согласованность одновременно между всеми исследователями отмечалась при диагностике кальцинатов сухожилия надостной мышцы. Также самый высокий коэффициент согласованности наблюдался между травматологами при визуализации на МРТ плечевого сустава полнослойных разрывов и кальцинатов сухожилия надостной мышц, что было подтверждено высокими значениями $\kappa = 0,93$; 95% ДИ [0,89; 0,96] и $\kappa = 0,87$; 95% ДИ [0,79; 0,92] соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что при визуализации полнослойных разрывов сухожилия подостной мышцы на МРТ травматологом 1 (стаж более 15 лет) величина κ была равна 0,77; 95% ДИ [0,63; 0,85], что означает существенную согласованность травматологов, в то время как согласованность заключений

травматолога 2 (стаж менее 5 лет) и рентгенолога оказалась слабой ($\kappa = 0,21-0,27$).

Обсуждение

Принятие решения о дальнейшей тактике лечения пациента с разрывом вращательной манжеты плечевого сустава основано на различных факторах, среди которых значимую роль при принятии решения играет МРТ плечевого сустава. Оценка согласованности результатов МРТ плечевого сустава между наблюдателями является важной частью определения надежности диагностического теста.

В рамках проведенного исследования сравнение результатов проводилось травматологами с различным стажем работы и рентгенологом. В качестве «золотого стандарта» были приняты результаты артроскопической ревизии. Опубликованные ранее работы гетерогенны по результатам и методологии оценки, что затрудняет анализ и сравнение, также большинство опубликованных работ посвящены сухожилию надостной мышцы, либо точная дифференцировка изучаемой части вращательной манжеты не приводится.

В исследовании J.A. Grant с соавторами, в котором проводилось сравнение результатов среди хирургов-ортопедов, была получена высокая согласованность ($\kappa = 0,74-0,86$) интерпретации результатов МРТ в выявлении полнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы [13]. Аналогичные результаты были опубликованы в работе E.E. Spencer Jr. — коэффициент каппы Коэна составил 0,77 при диагностике типа разрыва (полнослойный/неполнослойный) и количестве поврежденных сухожилий при полнослойном разрыве ($\kappa = 0,55$) среди 10 травматологов-ортопедов [5]. Опубликованные результаты совпадают с результатами, полученными в рамках данного исследования — максимальная согласованность интерпретации результатов среди исследователей достигнута в определении полнослойного типа разрыва сухожилия надостной мышцы ($\kappa = 0,93; 0,74; 0,81$). Обращает на себя внимание тот факт, что в нашей работе согласованность результатов выше среди травматологов с различным стажем работы в сравнении с рентгенологом.

Согласованность интерпретации данных МРТ в определении неполнослойных разрывов вращательной манжеты, по данным литературы, значительно ниже [5, 11, 13], что сопоставимо с результатами нашей работы. Можно предположить, что одной из причин различной интерпретации может быть «магический угол» (magic angle) [14]. Однако результаты интерпретации МРТ неполнослойных разрывов и тендинозов других сухожилий вращательной манжеты также обладают низкой согласованностью. В работе S.M. Balich с соавторами отмечено, что вне зависимости от экспертного уровня врача-рентгенолога диагностика неполнослойных разрывов по данным МРТ затруднительна [11]. В исследовании P.L. Robertson с соавторами была получена высокая согласованность результатов среди врачей-рентгенологов в определении полнослойного типа разрыва ($\kappa = 0,74-0,92$) и низкий уровень согласованности при определении тендинозов, неполнослойных разрывов и неповрежденной вращательной манжеты [12]. В работе P. Van Dusk с соавторами была проведена оценка согласованности результатов среди двух врачей-рентгенологов по протоколам МР-артрографии 67 пациентов — были получены отличные результаты в выявлении полнослойных разрывов вращательной манжеты ($\kappa = 0,91$) и умеренная согласованность наблюдалась для неполнослойных разрывов ($\kappa = 0,49$) [15]. Мы получили аналогичные результаты — при визуализации тендиноза и неполнослойных разрывов сухожилия надостной мышцы отмечается низкая согласованность результатов.

На настоящий момент нам не удалось найти в литературе данных об оценке согласованности

результатов МРТ в отношении повреждения подостной и подлопаточной мышцы (как изолированных структур) и кальцинирующего тендинита сухожилия надостной мышцы. В рамках нашей работы была выявлена существенная согласованность в определении полнослойного разрыва сухожилия подостной мышцы среди хирургов-травматологов. Однако в определении наличия других типов патологии сухожилия подостной мышцы и всех видов патологии сухожилия подлопаточной мышцы была выявлена умеренная и низкая согласованность. Также в нашем исследовании была выявлена существенная согласованность интерпретации результатов в определении кальцинатов сухожилия надостной мышцы, умеренное согласие в отношении кальцинатов подостной и подлопаточной мышц среди исследователей.

Обращают на себя внимание лучшие результаты в определении патологии по МРТ у травматолога 1 в сравнении с травматологом 2 и врачом-рентгенологом.

Ограничения исследований

У данного исследования был ряд ограничений: малое количество исследуемых МРТ и, как следствие, низкая встречаемость в исследуемой группе некоторых патологий.

Заключение

Высокая согласованность результатов МРТ в определении патологии вращательной манжеты плечевого сустава между травматологами, а также между травматологами и рентгенологами наблюдается только при оценке патологии сухожилия надостной мышцы, при кальцинирующем тендините и полнослойном повреждении. Диагностика тендинозов и неполнослойных разрывов остается затруднительной и результаты интерпретации сильно разнятся. Стоит отметить также гетерогенность результатов в диагностике патологии сухожилий подостной и подлопаточной мышц.

Будущие исследования необходимы для однозначной оценки эффективности и воспроизводимости результатов МРТ в диагностике патологии вращательной манжеты плечевого сустава.

Литература [References]

1. Matava M.J., Purcell D.B., Rudzki J.R. Partial-thickness rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2005;33(9):1405-1417. doi: 10.1177/0363546505280213.
2. Sharma G., Bhandary S., Khandige G., Kabra U. MR Imaging of Rotator Cuff Tears: Correlation with Arthroscopy. *J Clin Diagn Res.* 2017;11(5):TC24-TC27. doi: 10.7860/JCDR/2017/27714.9911.
3. Мурашина И.В., Егорова Е.А., Савицкий П.П., Хасаншин М.М., Дедюрин А.А. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике последствий повреждений плечевого сустава. *Медицинский вестник МВД.* 2011;4(53):15-20.

- Murashina I., Yegorova Ye., Savickii P., Hasanshin M., Dedyurin A. [MRI capabilities for diagnosis of consequences of acute shoulder injuries]. *Meditsinskiy vestnik MVD*. 2011;4(53):15-20. (In Russian).
4. Khazzam M., Kuhn J.E., Mulligan E., Abboud J.A., Baumgarten K.M., Brophy R.H. et al. Magnetic resonance imaging identification of rotator cuff retears after repair: interobserver and intraobserver agreement. *Am J Sports Med*. 2012;40(8):1722-1727. doi: 10.1177/0363546512449424.
 5. Spencer E.E. Jr., Dunn W.R., Wright R.W., Wolf B.R., Spindler K.P., McCarty E. et al. Interobserver agreement in the classification of rotator cuff tears using magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med*. 2008;36(1):99-103. doi: 10.1177/0363546507307504.
 6. Xiao J., Cui G.Q., Wang J.Q. Diagnosis of bursal-side partial-thickness rotator cuff tears. *Orthop Surg*. 2010;2(4):260-265. doi: 10.1111/j.1757-7861.2010.00097.x.
 7. Гончаров Е.Н., Акимкина А.М., Знаменский И.А., Чибисов С.М., Лисаченко И.В., Юматова Е.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике повреждений мягкотканых структур плечевого сустава. *Фундаментальные исследования*. 2012; (7, ч. 1):76-79. Goncharov E.N., Akimkina A.M., Znamenskiy I.A., Chibisov S.M., Lisachenko I.V., Umatova E.A. [Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Traumatic Damage of the Shoulder Structures]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental research] 2012;(7, pt. 1): 76-79. (In Russian).
 8. Smith T.O., Daniell H., Geere J.A., Toms A.P., Hing C.B. The diagnostic accuracy of MRI for the detection of partial- and full-thickness rotator cuff tears in adults. *Magn Reson Imaging*. 2012;30(3):336-346. doi: 10.1016/j.mri.2011.12.008.
 9. Логвинов А.Н., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Макарьева О.В., Бурцев М.Е., Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Фролов А.В., Королев А.В. 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., Magnitskaya N.E., Frolov A.V., Korolev A.V. [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.
 10. Jain N.B., Collins J., Newman J.S., Katz J.N., Losina E., Higgins L.D. Reliability of magnetic resonance imaging assessment of rotator cuff: the ROW study. *PM R*. 2015;7(3):245-254. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.08.949.
 11. Balich S.M., Sheley R.C., Brown T.R., Sauser D.D., Quinn S.F. MR imaging of the rotator cuff tendon: interobserver agreement and analysis of interpretive errors. *Radiology*. 1997;204(1):191-194. doi: 10.1148/radiology.204.1.9205245.
 12. Robertson P.L., Schweitzer M.E., Mitchell D.G., Schlesinger F., Epstein R.E., Frieman B.G., Fenlin J.M. Rotator cuff disorders: interobserver and intraobserver variation in diagnosis with MR imaging. *Radiology*. 1995;194(3):831-835. doi: 10.1148/radiology.194.3.7862988.
 13. Grant J.A., Miller B.S., Jacobson J.A., Morag Y., Bedi A., Carpenter J.E., MOON Shoulder Group. Intra- and inter-rater reliability of the detection of tears of the supraspinatus central tendon on MRI by shoulder surgeons. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(6):725-731. doi: 10.1016/j.jse.2012.08.011.
 14. Madden M.E. The magic-angle effect of the supraspinatus tendon. *Radiol Technol*. 2006;77(5):357-365.
 15. Van Dyck P., Gielen J.L., Veyser J., Weyler J., Vanhoenacker F.M., Van Glabbeek F. et al. Tears of the supraspinatus tendon: assessment with indirect magnetic resonance arthrography in 67 patients with arthroscopic correlation. *Acta Radiol*. 2009;50(9):1057-1063. doi: 10.3109/02841850903232723.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Логвинов Алексей Николаевич — врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. logvinov09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>

Макарьева Оксана Владимировна — врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. aksan-a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5187-8062>

Ильин Дмитрий Олегович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. ilyinshoulder@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2493-4601>

Каданцев Павел Михайлович — аспирант кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. dr.kadantsev.pavel@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8027-3898>

AUTHORS' INFORMATION:

Aleksey N. Logvinov — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. logvinov09@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3235-5407>

Oksana V. Makarieva — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. aksan-a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5187-8062>

Dmitrii O. Il'in — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Trauma Surgeon of European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Assistant, Department of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University, Moscow, Russia. ilyinshoulder@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2493-4601>

Pavel M. Kadantsev — PhD Student, RUDN University, Moscow, Russia. dr.kadantsev.pavel@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8027-3898>

Зарипов Азиз Римович — аспирант кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. azaripov@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1282-3285>

Фролов Александр Владимирович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO); доцент кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия. a.frolov1980@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>

Магнитская Нина Евгеньевна — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. nmagnitskaya@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4336-036X>

Рязанцев Михаил Сергеевич — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. mryazantsaev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9333-5293>

Бурцев Михаил Евгеньевич — врач травматолог-ортопед, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), Москва, Россия. drburtsev91@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1614-1695>

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, Россия. akorolev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>

Aziz R. Zaripov — PhD Student, RUDN University, Moscow, Russia. azaripov@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1282-3285>

Aleksandr V. Frolov — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University, Moscow, Russia. a.frolov1980@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2973-8303>

Nina E. Magnitskaya — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. nmagnitskaya@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4336-036X>

Mikhail S. Ryazantsev — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. mryazantsaev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9333-5293>

Mikhail E. Burtsev — Orthopedic Surgeon, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russia. drburtsev91@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1614-1695>

Andrey V. Korolev — Dr. Sci. (Med.), Chief Doctor, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO); Professor, Department of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University, Moscow, Russia. akorolev@emcmos.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8769-9963>

Заявленный вклад авторов:

Логвинов А.Н. — анализ научных литературных источников, формирование гипотезы, статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Макарьева О.В. — статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Ильин Д.О. — формирование гипотезы, статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Фролов А.В. — формирование гипотезы, статистический анализ материала, формулировка научных положений.

Каданцев П.М. — сбор материала и подготовка базы данных.

Зарипов А.Р. — сбор материала и подготовка базы данных.

Магнитская Н.Е. — статистический анализ материала.

Рязанцев М.С. — сбор материала и подготовка базы данных.

Бурцев М.Е. — сбор материала и подготовка базы данных.

Королёв А.В. — постановка цели исследования, выбор объекта исследования, определение и формирование идеи и гипотезы, формулировка научных положений.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Научная статья
УДК 616.728.5/9-007.248-06-076
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-112-120>

Микроскопическое исследование компонентов суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом

Т.А. Ступина, Н.С. Мигалкин, М.М. Щудло, А.С. Судницын, И.Н. Мезенцев

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

Реферат

Актуальность. Остеоартропатия Шарко является серьезной медико-социальной проблемой. Гистологические исследования компонентов суставов стопы при диабетической остеоартропатии и остеомиелите немногочисленны. **Цель** — оценить структурные изменения суставного хряща и субхондральной кости суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом. **Материал и методы.** Исследованы костно-хрящевые фрагменты голеностопного, подтаранного, плюснефалангового суставов и окружающие их мягкие ткани от 20 пациентов с остеоартропатией Шарко, осложненной хроническим остеомиелитом. Часть материала фиксировали в нейтральном формалине, образцы подвергали стандартной гистологической обработке. Парафиновые срезы окрашены трехцветным методом по Массону, гематоксилином и эозином. Часть материала заливали в эпоксидные смолы, полутонкие срезы окрашивали метиленовым синим и основным фуксином. Гистологические препараты изучали, оцифровывая изображения под микроскопом AxioScore.A1 (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). Фазу воспалительного процесса хронического остеомиелита оценивали полуколичественно с помощью гистопатологической шкалы А. Tiemann с соавторами (2014). **Результаты.** У 80% пациентов воспалительная фаза хронического остеомиелита характеризовалась как активная и подострая. Во всех наблюдениях выявлены участки с полнослойным разволокнением суставного хряща вплоть до субхондральной зоны с отторжением фрагментов хрящевой ткани в полость сустава. Нарушена citoархитектоника, основная часть хондроцитов в состоянии деструкции. Суставная поверхность покрыта паннусом. Отсутствовала базофильная линия, зона кальцифицированного хряща. Гиалиновый хрящ замещался грануляционной и/или фиброзной тканью. Отмечен воспалительный инфильтрат в поверхностной и глубокой зонах хряща. Выявлено нарушение структуры и/или полное отсутствие субхондральной кости вследствие высокой активности остеокластов в субхондральной зоне. Отмечено избыточное количество остеокластов на границе с суставным хрящом, при этом признаки репаративного костеобразования слабо выражены. Регистрировали отек и утолщение стенок сосудов микроциркуляторного русла. **Заключение.** Микроскопическое исследование суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом, выявило нарушение структуры и/или полное отсутствие субхондральной кости вследствие высокой активности остеокластов в субхондральной зоне. Структурные изменения субхондральной кости и синовиальный паннус ведут к необратимой деструкции суставного хряща и проникновению инфекции, что следует учитывать при определении объема хирургического вмешательства.

Ключевые слова: остеоартропатия Шарко, остеомиелит, гистопатология, суставной хрящ, субхондральная кость.

Источник финансирования: работа поддержана программой МЗ РФ в рамках государственного задания ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» для выполнения НИР на 2018–2020 гг.

Ступина Т.А., Мигалкин Н.С., Щудло М.М., Судницын А.С., Мезенцев И.Н. Микроскопическое исследование компонентов суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):112–120. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-112-120.

Cite as: Stupina T.A., Migalkin N.S., Shchudlo M.M., Sudnitsyn A.S., Mezentsev I.N. [Microscopic Examination of Foot Joints Components in Charcot Arthropathy Complicated by Osteomyelitis]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):112-120. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-112-120.

Ступина Татьяна Анатольевна / Tatiana A. Stupina; e-mail: StupinaSTA@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 14.10.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 18.11.2020.

© Ступина Т.А., Мигалкин Н.С., Щудло М.М., Судницын А.С., Мезенцев И.Н., 2020

Microscopic Examination of Foot Joints Components in Charcot Arthropathy Complicated by Osteomyelitis

Tatiana A. Stupina, Nikolai S. Migalkin, Mikhail M. Shchudlo, Anatoly S. Sudnitsyn, Igor N. Mezentsev

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

Abstract

Background. Charcot arthropathy is a serious medical and social problem. Histological studies of foot joints components in Charcot arthropathy complicated by osteomyelitis are few. **The purpose of this study** was to assess structural changes in the articular cartilage and subchondral bone of the foot joints in Charcot arthropathy complicated by osteomyelitis. **Materials and Methods.** The bone-cartilage fragments of the ankle, subtalar and metatarsophalangeal joints with the surrounding soft tissues of 20 patients with Charcot arthropathy complicated by chronic osteomyelitis were examined. Part of the material was fixed in neutral formalin. All samples were subjected to standard histological processing. Paraffin sections were stained by Masson's tricolor method, hematoxylin and eosin. Part of the material was embedded in epoxy resins. Then semi-thin sections were stained with methylene blue and basic fuchsin. Histological preparations were studied by digitizing images under the AxioScope A1 microscope (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Germany). The phase of chronic osteomyelitis inflammation was assessed semi-quantitatively using the histopathological scale by A. Tiemann et al. (2014). **Results.** In 80% of the patients, the inflammatory phase of chronic osteomyelitis was characterized as active and subacute. In all cases, the areas with full-layer of articular cartilage unweaving, up to the subchondral zone, with cartilaginous tissue fragments rejection into the joint cavity were revealed. Cytoarchitectonics was disrupted. The main part of chondrocytes was in a state of destruction. The articular surface was covered with pannus. There were no basophilic line and the zone of calcified cartilage. The hyaline cartilage was replaced by granulation and/or fibrous tissue. An inflammatory infiltrates was noted in the superficial and deep areas of the cartilage. The impairment of the structure and/or complete absence of the subchondral bone due to the high activity of osteoclasts in the subchondral zone were revealed. An excessive amount of osteoclasts at the border with the articular cartilage was noted, while the signs of reparative bone formation were poorly expressed. Edema and thickening of the vascular walls of the microvasculature were recorded. **Conclusion.** The microscopic examination of the foot joints in Charcot arthropathy complicated by osteomyelitis revealed structural impairment and/or complete absence of the subchondral bone due to the high activity of osteoclasts in the subchondral zone. Structural changes in the subchondral bone and synovial pannus led to irreversible destruction of articular cartilage and the penetration of infection. These should be taken into account in surgical planning.

Keywords: Charcot arthropathy, osteomyelitis histopathology, articular cartilage, subchondral bone.

Funding: This study was supported by the program of the Ministry of Health of Russian Federation within the framework of the state assignment for 2018–2020.

Введение

Диабетическая остеоартропатия (нейро-остеоартропатия, остеоартропатия Шарко, стопа Шарко) — неинфекционная хроническая деструкция костей и суставов стопы у больных сахарным диабетом с неврологическим дефицитом, при неадекватном лечении приводящая к необратимой инвалидизации. Существует несколько теорий, раскрывающих патогенез этой патологии (сенсомоторная форма нейропатии или нейротравматическая теория, невровазкулярная теория) [1, 2]. В недавно опубликованных исследованиях сообщается, что при остеоартропатии Шарко наблюдается повышенная активность остеокластов, вызванная воспалительными цитокинами [3, 4, 5].

Наиболее частым проявлением позднего осложнения синдрома диабетической стопы являются трофические язвы, которые приводят к тяжелым гнойно-некротическим осложнениям. До 60% таких осложнений сопровождаются развитием гнойного поражения костей и суставов. Остеомиелит возникает при контактном распространении инфекции со стороны мягких тканей и является главной причиной нетравматических ампутаций нижних конечностей [6, 7]. В мире выполняется от 57 000 до 125 000 больших ампутаций в год или 150 ампутаций в день по поводу гнойно-некротических осложнений сахарного диабета. Частота неудовлетворительных результатов лечения и рецидивов гнойно-деструктивного поражения костей стопы после проведен-

ного комплексного лечения составляет от 10 до 40% [8, 9]. Хронический остеомиелит — это многофакторная проблема, многие вопросы лечения и диагностики остаются нерешенными [10].

Общепринятой гистопатологической классификации остеомиелита диабетической стопы в настоящее время не существует. Патоморфологические изменения кости при остеомиелите диабетической стопы характеризуются наличием участков некроза, отека и фиброза костного мозга, воспалительного инфильтрата, слабо выраженных признаков регенерационного остеогистогенеза, усиленной эндостальной резорбцией, истончением субхондрального слоя, утратой компактного вещества [7, 11, 12, 13].

Публикации о гистологических изменениях хрящевой ткани суставов при остеомиелите немногочисленны и в основном представлены описаниями клинических случаев [14, 15, 16, 17]. Для хирургов дискуссионным остается вопрос: оставлять хрящ или использовать его как «барьер» для предотвращения распространения инфекции в следующую кость [18]. При анализе литературы не обнаружено исследований, которые бы детализировали микроскопическую структуру суставов при остеоартропатии Шарко, осложненной остеомиелитом.

Цель — оценить структурные изменения суставного хряща и субхондральной кости суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом.

Материал и методы

Объект исследования

Объектом гистологического исследования являлись костно-хрящевые фрагменты голеностопного ($n = 1$), подтаранных ($n = 13$), плюснефаланговых суставов ($n = 6$) и окружающие их мягкие ткани, полученные от 20 пациентов (15 мужчин и 5 женщин) в возрасте от 38 до 69 лет (в среднем $55,30 \pm 9,31$ года), страдающих сахарным диабетом 2-го типа, с целевым уровнем HbA1c в среднем $7,250 \pm 1,225\%$, диабетической дистальной сенсорной полинейропатией, синдромом диабетической стопы, диабетической нейроостеоартропатией (ДНОАП), хроническим остеомиелитом костей стоп. Длительность заболевания сахарным диабетом у больных в среднем составила $9,5 \pm 6,6$ лет. Все больные обратились в клинику гнойной остеологии в период от 17 до 345 суток (в среднем $189,00 \pm 116,18$ суток) с момента развития гнойно-воспалительного процесса. Длительность ДНОАП варьировала от 1 до 6 лет (медиана 2 года). При обращении в клинику у всех больных функционировал гнойно-воспалительный процесс, характеризующийся локальной гиперемией, отеком,

язвенно-раневым дефектом, свищевыми ходами с экссудацией. Свищевые ходы функционировали у 6 больных, раны — у 14. Раны локализовались на опорной поверхности стопы и характеризовались глубоким поражением кожного покрова и подлежащих мягких тканей с вовлечением костей. При этом размеры ран варьировали от 400 до 3000 мм² (в среднем $764,29 \pm 680,05$ мм²). Микробный пейзаж раневого отделяемого характеризовался наличием как моноинфекции, так и микробных ассоциаций. В состав микробного пейзажа отделяемого у всех пациентов входила только грамположительная флора. Рентгенологическая картина пораженных стоп у всех больных была оценена по классификации Eihengholz [19], согласно которой II тип был обнаружен у 6 больных, а III тип — у 14, что характеризовало наличие стойких и необратимых изменений костных структур. Лечение заключалось в хирургической санации гнойного очага у 17 больных и сегментарной ампутации переднего отдела стопы у 3 пациентов, в ходе которых осуществлялся забор материала для патоморфологического исследования.

Техника исследования

Материал фиксировали в нейтральном формалине, образцы подвергали стандартной гистологической обработке (декальцинировали в смеси соляной и муравьиной кислот, обезвоживали, заливали парафином). Парафиновые срезы окрашивали трехцветным методом по Массону, гематоксилином и эозином. Часть материала вырезали на более мелкие фрагменты, фиксировали в смеси глутарового альдегида и параформальдегида на фосфатном буфере с добавлением пикриновой кислоты, затем дополнительно фиксировали в 1% растворе оксида осмия. Образцы заливали в эпоксидные смолы, полутонкие срезы толщиной 0,5–1,0 мкм изготавливали на ультратоме Nova (LKB, Швеция), окрашивали метиленовым синим и основным фуксином. Гистологические препараты изучали и оцифровывали на микроскопе AxioScope.A1 с цифровой камерой AxioCam (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). Фазу воспалительного процесса хронического остеомиелита оценивали с помощью гистологической полуколичественной шкалы A. Tiemann с соавторами [20].

Этика исследования

От всех пациентов было получено информированное согласие на проведение исследований. Исследование одобрено локальным этическим комитетом (протокол № 2 (57) от 19.03.2018) и проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации (2013).

Результаты

Полуколичественный гистопатологический анализ костной ткани выявил в 65% случаев подострую стадию хронического остеомиелита, оценка по шкале А. Tiemann [20] составила 4–5 баллов. В 15% случаев оценка составила 6–7 баллов и соответствовала стадии хронического активного остеомиелита, в 20% случаев — 2–3 балла, что указывало на ослабленный хронический остеомиелит (фаза ремиссии). При микроскопическом исследовании независимо от воспалительной фазы хронического остеомиелита во всех исследованных образцах

обнаружено нарушение структуры суставного хряща и субхондральной зоны.

Микроскопические изменения суставного хряща

При светооптическом исследовании суставного хряща выявлены участки с полнослойным разволокнением, вплоть до субхондральной зоны с отторжением фрагментов хрящевой ткани в полость сустава, суставная поверхность покрыта паннусом, гиалиновый хрящ замещался грануляционной и/или фиброзной тканью (рис. 1 а).

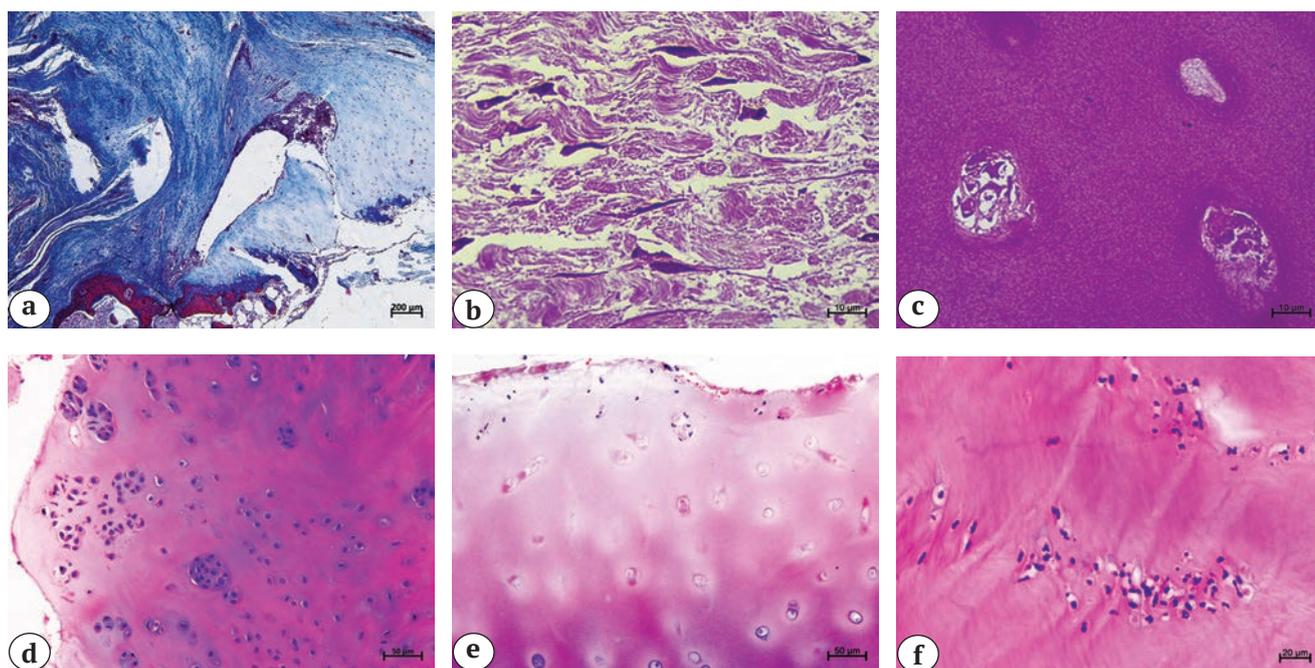


Рис. 1. Светооптическое исследование суставного хряща:
 а — разрушение хряща и субхондральной кости, синовиальный паннус;
 б — демаскировка коллагеновых волокон в поверхностной зоне хряща, хондроциты аномальной формы с пикнотичными ядрами;
 с — хондроциты в состоянии хондроптоза (гетерохроматизация и фрагментация ядер, обилие вакуолей);
 д — многочленные изогенные группы хондроцитов в поверхностной зоне хряща;
 е — воспалительный инфильтрат, инвазирующий поверхностную зону хряща;
 ф — воспалительный инфильтрат в глубокой зоне хряща.

Парафиновые срезы, окраска по Массону (а), гематоксилином и эозином (д, е, ф), полутонкие срезы, окраска метиленовым синим и основным фуксином (б, с).
 Увеличение $\times 40$ (а), $\times 1000$ МИ (б, с), $\times 200$ (д, е), $\times 400$ (ф)

Fig. 1. Light-optical examination of articular cartilage:

- а — destruction of cartilage and subchondral bone, synovial pannus;
- б — unmasking of collagen fibers in the cartilage superficial zone, chondrocytes of an abnormal shape with pyknotic nuclei;
- с — chondrocytes in a state of chondroptosis (heterochromatization and fragmentation of nuclei, an abundance of vacuoles);
- д — polynomial isogenic groups of chondrocytes in the cartilage surface area;
- е — inflammatory infiltrate invades the cartilage surface area;
- ф — inflammatory infiltrate in the cartilage deep zone.

Paraffin sections, Masson's staining (a), hematoxylin and eosin (d, e, f), semi-thin sections, staining with methylene blue and basic fuchsin (b, c).

Magnification $\times 40$ (a), $\times 1000$, immersion microscopy (b, c), $\times 200$ (d, e), $\times 400$ (f)

Базофильная линия не визуализировалась. В участках суставного хряща, не покрытых паннусом, суставная поверхность разволокнена. Межклеточное вещество теряло свою гомогенную структуру, снижена интенсивность его окраски, территориальный матрикс слабо окрашивался. Выявленные изменения окраски межклеточного вещества свидетельствовали о снижении биосинтетической функции хондроцитов, вследствие чего визуализировались коллагеновые волокна (рис. 1b). Нарушена цитоархитектоника всех зон хряща, хондроциты расположены беспорядочно. Основная часть хондроцитов в состоянии хондроптоза и гибели (рис. 1c).

Во всех зонах хряща отмечены лакуны без хондроцитов. Наиболее часто пустые лакуны встречались в глубокой и поверхностной зонах хряща. В этих же зонах, особенно в поверхностной зоне

суставного хряща голеностопного сустава, зарегистрированы гигантские изогенные группы клеток (клоны хондроцитов), состоящие из десяти и более хондроцитов (рис. 1d). В суставном хряще пациентов с активным хроническим остеомиелитом отмечен воспалительный инфильтрат с содержанием нейтрофильных гранулоцитов (рис. 1e, f).

Микроскопические изменения субхондральной зоны

В большей части исследуемых образцов костно-хрящевых блоков отсутствовала субхондральная кость. Грануляционная ткань, содержащая воспалительный инфильтрат, инвазировала глубокую зону некальцифицированного хряща (рис. 2a).

В субхондральной зоне трабекулы дезорганизованы, единичны и истончены, отмечен остеолизис отдельных фрагментов трабекул (рис. 2b).

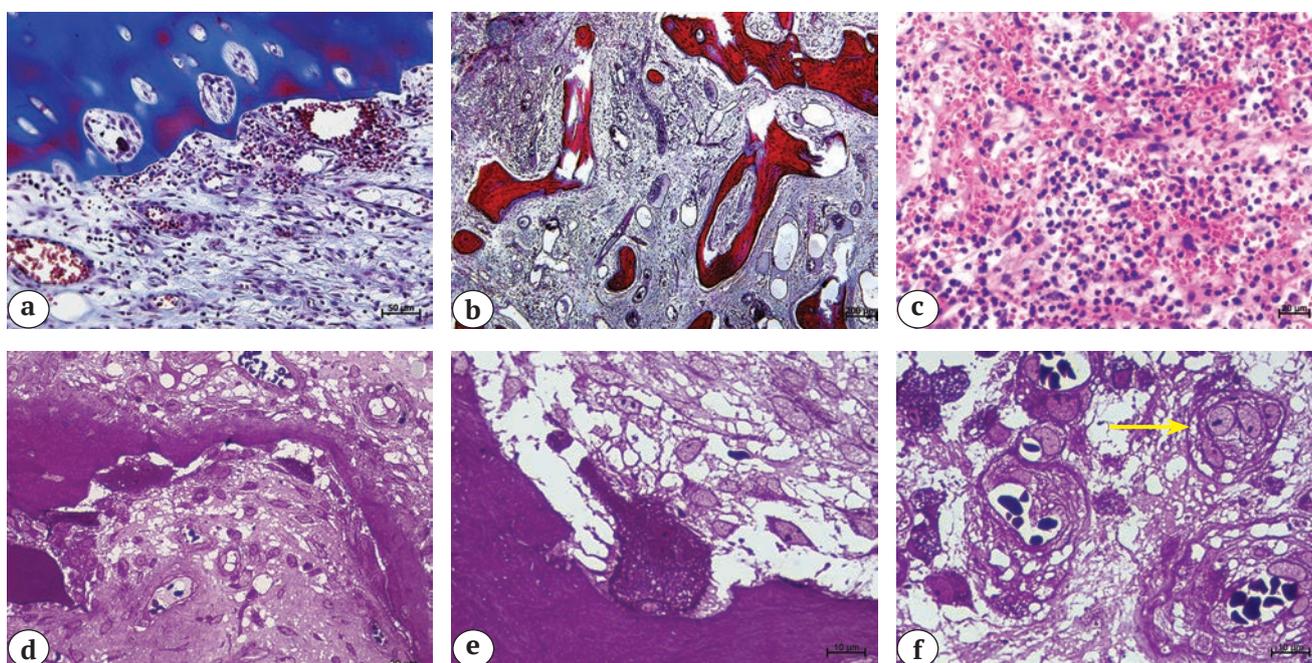


Рис. 2. Микроскопическое исследование субхондральной зоны:

- a — инвазия костномозгового паннуса в глубокую зону суставного хряща;
- b — остеолизис трабекул;
- c — воспалительный инфильтрат с содержанием нейтрофилов;
- d, e — остеокласты, резорбирующие основное вещество костных трабекул;
- f — изменения стенок сосудов, облитерация просвета (стрелка).

Парафиновые срезы, окраска по Массону (a, b), гематоксилином и эозином (c), полутонкие срезы, окраска метиленовым синим и основным фуксином (d, e, f).

Увеличение $\times 200$ (a), $\times 40$ (b), $\times 400$ (c, d), $\times 1000$ МИ (e, f)

Fig. 2. Microscopic examination of the subchondral zone:

- a — invasion of the bone marrow pannus into the articular cartilage deep zone;
- b — osteolysis of trabeculae;
- c — inflammatory infiltrate with neutrophil content;
- d, e — osteoclasts resorb the trabeculae main substance;
- f — changes in the blood vessels walls, obliteration of the lumen (arrow).

Paraffin sections, Masson's staining (a, b), hematoxylin and eosin (c), semi-thin sections, staining with methylene blue and basic fuchsin (d, e, f). Magnification $\times 200$ (a), $\times 40$ (b), $\times 400$ (c, d), $\times 1000$, immersion microscopy (e, f)

В образцах с активной стадией хронического остеомиелита костномозговые пространства заполнены гипervasкулярной миксоидной тканью с воспалительным инфильтратом, содержащим многочисленные нейтрофилы (рис. 2с). В образцах с ослабленным хроническим остеомиелитом костномозговые пространства заполнены грануляционной тканью разной степени зрелости и/или фиброзной тканью. Воспалительный инфильтрат диффузного типа расположения состоял из лимфоцитов, гистиоцитов и плазматических клеток.

Во всех наблюдениях выявлены в большом количестве остеокласты, резорбирующие остатки субхондральной кости и трабекул субхондральной зоны (рис. 2d, e). Регистрировали отек и утолщение стенок сосудов микроциркуляторного русла, частичную или полную облитерацию просветов (рис. 2f). Признаки регенерации костной ткани в виде активных остеобластов на поверхности трабекул слабо выражены и наблюдались в единичных наблюдениях.

Обсуждение

Диабетическая остеоартропатия сопровождается асептической деструкцией костного скелета стопы, объединяет патологические изменения артериального и микроциркуляторного русла, периферической нервной системы, представляющие непосредственную угрозу развития язвенно-некротических процессов и гангрены стопы [21, 22].

Выявленная в нашем исследовании патоморфологическая картина очагов поражения в исследуемых костно-хрящевых фрагментах от 20 пациентов с диабетической остеоартропатией (очаги остеонекроза, замещение структур костного мозга грануляционной и фиброзной тканью, наличие воспалительного инфильтрата) позволила сформулировать диагноз хронического остеомиелита. У 80% пациентов воспалительная фаза хронического остеомиелита характеризовалась как активная и подострая.

В ходе проведенного микроскопического исследования компонентов сустава во всех наблюдениях выявлено нарушение структуры и/или полное отсутствие субхондральной кости вследствие высокой активности остеокластов в субхондральной зоне. Зарегистрировано избыточное количество остеокластов на границе с суставным хрящом, при этом признаки репаративного костеобразования слабо выражены. Известно, что при диабетической остеоартропатии преобладают процессы распада костной ткани, при недостатке инсулина снижается функция остеобластов, а метаболический ацидоз стимулирует активность остеокластов [23]. Остеомиелит еще больше усугубляет потерю костной ткани, поскольку известно, что остеомиелит

характеризуется неконтролируемым ремоделированием кости и потерей костной массы [24].

Сустав рассматривают не только как совокупность хрящевых и костных структур, синовиальной жидкости, капсулы сустава и параартикулярного аппарата, а как единый орган с присущими ему едиными иммунными, воспалительными, нейротрофическими, метаболическими и функциональными составляющими [25, 26].

Наибольшую функциональную значимость и интерес для патологии и клиники имеет зона контакта суставного хряща и субхондральной зоны. Известно, что субхондральная кость в норме всегда граничит с кальцифицированным хрящом, тесный контакт матрикса хряща и кости обеспечивает трофику хряща и определяет возможности проявления его механической функции [25, 27].

В нашем исследовании во всех наблюдениях в субхондральной зоне преобладали сосуды микроциркуляторного русла со стенозом и облитерацией просветов, что свидетельствовало о нарушении кровообращения этой зоны. В экспериментальных исследованиях показано, что одним из факторов развития очагового субхондрального остеонекроза является хроническая пролонгированная недостаточность кровоснабжения субхондральной кости в результате сужения просвета сосудов артериального типа [28].

Выявленные во всех образцах операционного материала изменения зоны контакта суставного хряща с субхондральной костью ведут к нарушению их сбалансированного взаимодействия и к необратимой деструкции. В таких условиях происходит нарушение функции гипертрофированных хондроцитов глубокой зоны хряща, которые формируют хондрогематический барьер, при этом происходит проникновение сосудов субхондральной кости и костномозгового паннуса в хрящ. Деструктивные изменения суставного хряща зарегистрированы и со стороны суставной поверхности, отмечены очаги разволокнения, отторжение фрагментов хряща в полость сустава, синовиальный паннус. Выявленные гистологические изменения суставного хряща соответствовали 4-й стадии поражения по гистологической классификации Международного общества изучения остеоартроза OARSI [29].

Профилактика серьезных последствий диабета по-прежнему остается нерешенной проблемой. Патогенез остеоартропатии Шарко до сих пор полностью не изучен и остается предметом дискуссий [30]. Исследования костной ткани и мягких тканей стоп немногочисленны и выполнены на небольших группах больных, отсутствуют исследования на более крупных когортах [31].

Трудности в изучении патогенеза данного заболевания обусловлены отсутствием консенсуса по

диагностическим критериям и сложностью выделения критериев для формирования исследуемых групп больных из-за многофакторной этиологии. Изучение факторов генетической предрасположенности, воспаления, изменения периферической нервной системы, нарушения обмена костной ткани в развитии этого заболевания является предметом современных исследований [32].

Полученные нами результаты микроскопического исследования компонентов суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом, дополняют данные о патогенезе этого заболевания.

Заключение

Микроскопическое исследование суставов стопы при диабетической остеоартропатии, осложненной остеомиелитом, выявило нарушение структуры и/или полное отсутствие субхондральной кости вследствие высокой активности остеокластов в субхондральной зоне. Структурные изменения субхондральной кости и синовиальный паннус ведут к необратимой деструкции суставного хряща и проникновению инфекции, что следует учитывать при определении объема хирургического вмешательства.

Литература [References]

1. Галстян Г.Р., Каминарская Ю.А. Патогенез остеоартропатии Шарко: роль периферической нервной системы. *Эндокринная хирургия*. 2014;(4):5-14. doi: 10.14341/serg201445-14. Galstyan G.R., Kaminarskaya Yu.A. [The pathogenesis of charcot osteoarthropathy: the role of the peripheral nervous system]. *Endokrinnyaya khirurgiya* [Endocrine surgery]. 2014;(4):5-14. doi: 10.14341/serg201445-14. (In Russian).
2. Деев Р.В., Плакса И.Л., Чекмарева И.А., Галстян Г.Р., Сучков И.А., Матвеев С.А. Патогистологические изменения тканей стопы у пациентов с терминальными формами диабетической ангио- и нейропатии. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2016;11(2):69-75. Deev R.V., Plaksa I.L., Chekmareva I.A., Galstan G.R., Suchkov I.A., Matveev S.A. [Histopathological changes of foot tissues in case of terminal diabetic angio- and neuropathy]. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova* [Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center]. 2016;11(2):69-75. (In Russian).
3. Baumhauer J.F., O'Keefe R.J., Schon L.C., Pinzur M.S. Cytokine-induced osteoclastic bone resorption in charcot arthropathy: an immunohistochemical study. *Foot Ankle Int*. 2006;27(10):797-800. doi: 10.1177/107110070602701007.
4. Jansen R.B., Christensen T.M., Bülow J., Rørdam L., Jørgensen N.R., Svendsen O.L. Markers of Local Inflammation and Bone Resorption in the Acute Diabetic Charcot Foot. *J Diabetes Res*. 2018;2018:5647981. doi: 10.1155/2018/5647981.
5. Dharmadas S., Kumar H., Pillay M., Jojo A., Pj T., Mangalanandan T.S. et al. Microscopic study of chronic charcot arthropathy foot bones contributes to understanding pathogenesis – A preliminary report. *Histol Histopathol*. 2020;35(5):443-448. doi: 10.14670/HH-18-162.
6. Дмитриенко А.А., Аничкин В.В., Курек М.Ф., Вакар А. Диагностика остеомиелита при синдроме диабетической стопы (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии*. 2014;3(41):62-67. Dmitrienko A.A., Anichkin V.V., Kurek M.F., Vakar A. [Diagnosis of osteomyelitis in diabetic foot syndrome (literature review)]. *Problemy zdorov'ya i ekologii* [Problems of health and ecology]. 2014;3(41):62-67. (In Russian).
7. Байрамкулов Э.Д., Воротников А.А., Мозеров С.А., Красовитова О.В. Клинико-морфологическая характеристика остеомиелита при синдроме диабетической стопы. *Фундаментальные исследования*. 2015;1(1):23-27. Bayramkulov E.D., Vorotnikov A.A., Mozerov S.A., Krasovitova O.V. [Clinical and morphological characteristics of osteomyelitis for diabetic foot syndrome]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015;1(1):23-27. (In Russian).
8. Game F. Classification of diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev*. 2015;32 Suppl 1:186-194. doi: 10.1002/dmrr.2746.
9. Lipsky B.A., Aragón-Sánchez J., Diggle M., Embil J., Kono S., Lavery L. et al. IWGDF guidance on the diagnosis and management of foot infections in persons with diabetes. *Diabetes Metab Res Rev*. 2016;32 Suppl 1:45-74. doi: 10.1002/dmrr.2699.
10. Губин А.В., Ключин Н.М. Проблемы организации лечения больных хроническим остеомиелитом и пути их решения на примере создания клиники гнойной остеологии. *Гений ортопедии*. 2019;25(2):140-148. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-2-140-148. Gubin A.V., Kliushin N.M. [Organizational issues in management of patients with chronic osteomyelitis and the solutions offered by osteology infection clinic]. *Genij ortopedii*. 2019;25(2):140-148. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-2-140-148. (In Russian).
11. Пахомов И.А. Реконструктивно-пластическое хирургическое лечение хронического остеомиелита пяточной кости, осложненного коллапсом мягких тканей стопы. *Гений ортопедии*. 2011;(3):28-32. Pakhomov I.A. [The reconstructive-and-plastic surgical treatment of calcaneus chronic osteomyelitis complicated by foot soft tissue collapse]. *Genij ortopedii*. 2011;(3):28-32. (In Russian).
12. Malhotra R., Chan C.S., Nather A. Osteomyelitis in the diabetic foot. *Diabet Foot Ankle*. 2014;5. doi: 10.3402/dfa.v5.24445.
13. Cecilia-Matilla A., Lázaro-Martínez J.L., Aragón-Sánchez J., García-Morales E., García-Álvarez Y., Beneit-Montesinos J.V. Histopathologic characteristics of bone infection complicating foot ulcers in diabetic patients. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2013;103(1):24-31. doi:10.7547/1030024.
14. Ellerbrook L., Laks S. Coccidioidomycosis osteomyelitis of the knee in a 23-year-old diabetic patient. *Radiol Case Rep*. 2015;10(1):1034. doi: 10.2484/rcr.v10i1.1034.
15. Ahmad S.S., Kohl S., Evangelopoulos D.S., Krüger A. Silent chronic osteomyelitis lasting for 30 years before outburst of symptoms. *BMJ Case Rep*. 2013;2013:bcr2013009428. doi: 10.1136/bcr-2013-009428.
16. Ступина Т.А., Мигалкин Н.С., Судницын А.С. Структурная реорганизация хрящевой тка-

- ни при хроническом остеомиелите костей стопы. *Гений ортопедии*. 2019;25(4):523-527. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-523-527.
- Stupina T.A., Migalkin N.S., Sudnitsyn A.S. [Structural reorganization of the cartilage tissue in chronic osteomyelitis of the foot bones]. *Genij ortopedii*. 2019;25(4):523-527. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-523-527. (In Russian).
17. Ключин Н.М., Судницын А.С., Мигалкин Н.С., Ступина Т.А., Суворов Н.Р. Малигнизация при хроническом остеомиелите стопы и голеностопного сустава (серия случаев). *Гений ортопедии*. 2019;25(4):517-522. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-517-522. Kliushin N.M., Sudnitsyn A.S., Migalkin N.S., Stupina T.A., Suvorov N.R. [Malignancy in chronic osteomyelitis of the foot and ankle (case series)]. *Genij ortopedii*. 2019;25(4):517-522. doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-517-522. (In Russian).
 18. Li A., Meunier M., Rennekampff H.O., Tenenhaus M. Surgical amputation of the digit: an investigation into the technical variations among hand surgeons. *Eplasty*. 2013;13:e12.
 19. Eichenholtz S.N. Charcot joints. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1966. p. 7-8.
 20. Tiemann A., Hofmann G.O., Krukemeyer M.G., Krenn V., Langwald S. Histopathological Osteomyelitis Evaluation Score (HOES) – an innovative approach to histopathological diagnostics and scoring of osteomyelitis. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW*. 2014;3:Doc08. doi: 10.3205/iprs000049.
 21. Ульянова И.Н., Токмакова А.Ю., Анциферов М.Б. Диагностика нарушений костного метаболизма при диабетической остеоартропатии. *Остеопороз и остеопатии*. 2001;3:17-23. Ul'yanova I.N., Tokmakova A.Ju., Antsiferov M.B. [Diagnosis of bone metabolism disorders in diabetic osteoarthropathy]. *Osteoporoz i osteopatii* [Osteoporosis and Osteopathy]. 2001;3:17-23. (In Russian).
 22. Паршиков М.В., Бардюгов П.С., Ярыгин Н.В. Ортопедические аспекты классификаций синдрома диабетической стопы. *Гений ортопедии*. 2020;26(2):173-178. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178. Parshikov M.V., Bardugov P.S., Yarygin N.V. [Orthopaedic aspects of diabetic foot syndrome classifications]. *Genij ortopedii*. 2020;26(2):173-178. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-173-178. (In Russian).
 23. Максимова Н.В., Бобров Д.С. Диабетическая остеоартропатия (стопа Шарко): патогенез, диагностика и лечение редкого осложнения сахарного диабета. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2013;2(6):20-26. Maksimova N.V., Bobrov D.S. [Diabetic osteoarthropathy (Charcot's foot): pathogenesis, diagnosis and treatment of a rare complication of diabetes mellitus]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [The Department of Traumatology and Orthopedics]. 2013;2(6):20-26. (In Russian).
 24. Croes M., van der Wal B.C.H., Vogely H.C. Impact of Bacterial Infections on Osteogenesis: Evidence From In Vivo Studies. *J Orthop Res*. 2019;37(10):2067-2076. doi: 10.1002/jor.24422.
 25. Павлова В.Н., Павлов Г.Г., Шостак Н.А., Слуцкий Л.И. Сустав: Морфология, клиника, диагностика, лечение. М.: Медицинское информационное агентство; 2011. 552 с. Pavlova V.N., Pavlov G.G., Shostak N.A., Sluckii L.I. [Joint: Morphology, clinical presentation, diagnosis, treatment] М.: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2011. 552 p. (In Russian).
 26. Хитров Н.А. Остеоартроз и остеоартрит – от новых взглядов на патогенез к новому названию. *Медицинский совет*. 2013;(4):74-78. Hitrov N.A. [Osteoarthritis – from new views on pathogenesis to a new name]. *Meditsinskiy sovet* [Medical advice]. 2013;(4):74-78. (In Russian).
 27. Ступина Т.А., Степанов М.М., Тепленький М.П. Роль субхондральной кости в восстановлении суставного хряща. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2014;158(12):791-794. Stupina T.A., Stepanov M.M., Teplen'kij M.P. [Role of subchondral bone in the restoration of articular cartilage]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny* [Bulletin of experimental biology and medicine]. 2014;158(12):791-794 (In Russian).
 28. Зайцева М.Ю., Нетылько Г.И. Экспериментальное моделирование аваскулярного остеонекроза мыщелков бедренной и большеберцовой костей. *Травматология и ортопедия России*. 2005;(3):36-39. Zaitseva M.Yu., Netyl'ko G.I. [Experimental modeling of avascular osteonecrosis of the femoral and tibial condyles] *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2005;(3):36-39. (In Russian).
 29. Pritzker K.P.H., Gay S., Jimenez S.A., Ostergaard K., Pelletier J.P., Revell P.A. et al. Osteoarthritis cartilage histopathology: grading and staging. *Osteoarthritis Cartilage*. 2006;14(1):13-29. doi: 10.1016/j.joca.2005.07.014.
 30. Yousaf S., Dawe E.J.C., Saleh A., Gill I.R., Wee A. The acute Charcot foot in diabetics: Diagnosis and management. *EFORT Open Rev*. 2018;3(10):568-573. doi: 10.1302/2058-5241.3.180003.
 31. Johnson-Lynn S.E., McCaskie A.W., Coll A.P., Robinson A.H.N. Neuroarthropathy in diabetes: pathogenesis of Charcot arthropathy. *Bone Joint Res*. 2018;7(5):373-378. doi: 10.1302/2046-3758.75.BJR-2017-0334.R1.
 32. Yates T.H., Cooperman S.R., Shofler D., Agrawal D.K. Current concepts underlying the pathophysiology of acute Charcot neuroarthropathy in the diabetic foot and ankle. *Expert Rev Clin Immunol*. 2020;16(8):839-845. doi: 10.1080/1744666X.2020.1804869.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ступина Татьяна Анатольевна — д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории морфологии ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. StupinaSTA@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3434-0372>.

Мигалкин Николай Сергеевич — научный сотрудник лаборатории морфологии ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. mignik45@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7502-5654>.

AUTHORS' INFORMATION:

Tatiana A. Stupina — Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Morphology, Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia. StupinaSTA@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3434-0372>.

Nikolai S. Migalkin — Researcher, Laboratory of Morphology, Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia. mignik45@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7502-5654>.

Щудло Михаил Моисеевич — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клиники реконструктивно-пластической хирургии и хирургии кисти ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. m.m.sch@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0661-6685>.

Судницын Анатолий Сергеевич — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. anamol_anamol@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2602-2457>

Мезенцев Игорь Николаевич — врач патологоанатом, ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия. mezen.igor.82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7598-0707>

Mikhail M. Shchudlo — Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Laboratory Clinical and Experimental Laboratory of Reconstructive-Plastic Microsurgery and Hand Surgery, Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia. m.m.sch@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0661-6685>.

Anatoly S. Sudnitsyn — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia. anamol_anamol@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2602-2457>

Igor N. Mezentsev — Pathologist, Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia. mezen.igor.82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7598-0707>.

Заявленный вклад авторов:

Ступина Т.А. — разработка концепции и дизайна исследования, проведение гистологических исследований, анализ полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Мигалкин Н.С. — проведение патогистологических исследований, анализ полученных данных, подготовка текста.

Щудло М.М. — разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, подготовка текста.

Судницын А.С. — проведение клинических исследований, анализ полученных данных, подготовка текста.

Мезенцев И.Н. — проведение патогистологических исследований, анализ полученных данных, подготовка текста.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Транслокация клостридиальной инфекции как осложнение эндопротезирования тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде: клинический случай

В.В. Павлов, Т.У. Шералиев, С.И. Кирилина, С.О. Кретъен

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

Реферат

Актуальность. Перипротезная инфекция в раннем послеоперационном периоде является тяжелым инфекционным осложнением. Ее развитие, как правило, связывают с экзогенным путем инфицирования операционной раны, ставя во главу угла ятрогенный фактор. **Описание клинического случая.** Пациентке 73 лет с левосторонним идиопатическим коксартрозом 3-й ст. и сопутствующей патологией с высокой степенью коморбидности в плановом порядке было выполнено эндопротезирование левого тазобедренного сустава эндопротезом ЭСИ цементной фиксации. В раннем послеоперационном периоде (4–6-е сутки) на фоне обострения хронического калькулезного холецистита и дисфункции ЖКТ развилась клостридиальная септицемия вследствие бактериальной транслокации. Своевременная диагностика эндогенного пути распространения инфекции и адресная антибиотикотерапия предотвратили инфицирование операционной раны и эндопротеза. При выписке оценка функции левого тазобедренного сустава по шкале Harris составила 78 баллов. **Заключение.** Представленный клинический случай демонстрирует важность тщательного предоперационного планирования, особенно при выявлении соматической патологии инфекционного генеза, необходимость детализации органоспецифической микробиоты как обязательной процедуры, а также профилактики перипротезной инфекции при выполнении ортопедических операций с учетом полученных данных.

Ключевые слова: бактериальная транслокация, клостридиальная инфекция, *Clostridium perfringens*, эндопротезирование тазобедренного сустава.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Павлов В.В., Шералиев Т.У., Кирилина С.И., Кретъен С.О. Транслокация клостридиальной инфекции как осложнение эндопротезирования тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):121-129. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-121-129.

Cite as: Pavlov V.V., Sheraliev T.U., Kirilina S.I., Kretien S.O. [Translocation of Clostridial Infection as a Complication of Hip Arthroplasty in the Early Postoperative Period: Case Report]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):121-129. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-121-129.

Шералиев Таалайбек Усеналиевич / Taalibek U. Sheraliev; e-mail: sheraliev.taalai@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 18.06.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 01.09.2020.



Translocation of Clostridial Infection as a Complication of Hip Arthroplasty in the Early Postoperative Period: Case Report

Vitaliy V. Pavlov, Taalalbek U. Sheraliev, Svetlana I. Kirilina, Svetlana O. Kretien

Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Novosibirsk, Russia

Abstract

Background. Periprosthetic joint infection in the early postoperative period is a severe infectious complication. Its development, as a rule, is associated with the exogenous surgical wound infection, with the iatrogenic factor at the forefront. **Clinical case description.** A 73-years-old female with left-sided idiopathic 3rd stage hip osteoarthritis and concomitant pathology with a high degree of comorbidity underwent left hip arthroplasty with a cement-fixed “Endoservice” endoprosthesis. In the early postoperative period (4th to 6th days), against the background of chronic calculous cholecystitis exacerbation and gastrointestinal dysfunction, clostridial septicemia developed as a result of bacterial translocation. The timely diagnosis of the endogenous nature of this infection and the targeted antibiotic therapy prevented the surgical wound and endoprosthesis infection. The Harris score for the function of the left hip at discharge was 78 points. **Conclusion.** The presented clinical case demonstrates the importance of careful preoperative planning, especially in the patient with identifying somatic pathology of infectious nature, the need to detail the organ-specific microbiota as a mandatory procedure, as well as the prevention of periprosthetic joint infection during orthopedic operations, taking into account the data obtained.

Keywords: bacterial translocation, clostridial infection, *clostridium perfringens*, hip arthroplasty.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Эндопротезирование является современным и эффективным методом лечения патологии суставов для обеспечения достойного качества жизни пациентов и продолжения их профессиональной деятельности [1].

Технологии эндопротезирования тазобедренного сустава достаточно разработаны и имеют критерии оценки эффективности. Однако, несмотря на универсальность технологических приемов, при эндопротезировании возможны характерные осложнения, среди которых перипротезная инфекция является второй по частоте причиной ревизии эндопротезов тазобедренного сустава [2]. Наличие ранних инфекционных осложнений после эндопротезирования тазобедренного сустава неблагоприятно влияет на удовлетворенность пациента и его лечащего врача, и все чаще эта проблема переносится в плоскость гражданского права как плохое оказание медицинской услуги, что несет за собой материальные и репутационные потери [3, 4]. Причиной развития ранней перипротезной инфекции в большинстве случаев является интраоперационное инфицирование, реже — гематогенное [5]. Наиболее тяжелое клиническое течение и неблагоприятные результаты перипротезной инфекции наблюдаются у пациентов пожилого и старческого воз-

раста, так как пациенты этой возрастной группы обладают высокой коморбидностью [6]. Для эффективной терапии данного типа осложнений на основании анализа мировой научной литературы и приобретенного опыта разработаны методы диагностики и принципы лечения перипротезной инфекции, опубликованные в виде клинических рекомендаций [7].

А.П. Середа с соавторами приводят пример применения протоколов диагностики и лечения пациентов с перипротезной инфекцией в Израиле. Авторы указывают, что используются общепринятые протоколы, например AAOS, UpToDate в зависимости от сроков развития инфекции. Как правило, до определения вида бактерии и ее чувствительности применяют гликопептиды (ванкомицин) и/или ансамицины (рифампицин) [8].

Травматологами-ортопедами выработана стандартная (формализованная) тактика диагностики и лечения перипротезной инфекции в раннем послеоперационном периоде. Важнейшими этапами являются своевременное выявление перипротезной инфекции, санация парапротезных тканей и проведение эмпирической и затем этиотропной терапии в течение конкретного периода времени. При замене компонентов эндопротеза выбор одноэтапного или многоэтапного реэндопротезирования, а также способа хирургического лечения

определяется опытом и предпочтениями конкретной клиники и хирурга [9].

Пациенты с патологией тазобедренного сустава, особенно пожилые и старческого возраста, обладают высоким индексом коморбидности, поэтому при планировании и выполнении ортопедических операций высокой степени риска важен согласованный со специалистами различного профиля подход. Мультидисциплинарный подход при лечении пациентов с перипротезной инфекцией и оценка всех факторов риска обязательны, так как это позволяет выбрать оптимальную лечебную тактику в более ранние сроки при развитии инфекции [10]. Именно командный подход в лечении возможных осложнений, в частности инфекционных в раннем послеоперационном периоде, позволил в данном клиническом случае избежать гипердиагностики, своевременно поставить правильный диагноз и не прибегать к ревизии эндопротеза.

Цель исследования — на клиническом примере продемонстрировать возможность транслокации клостридиальной микробиоты из ЖКТ, ее своевременной диагностики и проведения мероприятий для предотвращения эндогенного инфицирования послеоперационной раны в раннем послеоперационном периоде.

Клинический случай

Пациентка 73 лет поступила в клинику в удовлетворительном состоянии с жалобами на боли и ограничение движений в левом тазобедренном суставе. Пять лет назад выполнено эндопротезирование правого тазобедренного сустава эндопротезом ЭСИ цементной фиксации. Более 10 лет принимала нестероидные противовоспалительные препараты. На момент поступления при комплексном клиническом обследовании выявлены гастропатия, желчнокаменная болезнь с гипопротейнемией, гипоальбуминемией и умеренное повышение кальпротектина (110 мкг/г), что



Рис. 1. Обзорная рентгенограмма таза пациентки в переднезадней проекции при поступлении: левосторонний идиопатический коксартроз 3-й ст.; тотально замещенный правый тазобедренный сустав эндопротезом ЭСИ

Fig. 1. The plain X-ray of the patient's pelvis in the anteroposterior plane on admission: the left-sided 3rd stage idiopathic hip osteoarthritis; the right hip is totally replaced with "Endoservice" endoprosthesis

проявлялось воспалительным процессом в ЖКТ. Основной диагноз: левосторонний идиопатический коксартроз 3-й ст., нарушение функции сустава, синдром коксалгии слева, тотально замещенный правый тазобедренный сустав эндопротезом ЭСИ (рис. 1).

Сопутствующий диагноз: ИБС. Атеросклеротический кардиосклероз. Приобретенный аортальный порок сердца склеродегенеративного генеза: относительная аортальная недостаточность 1 ст. Гипертоническая болезнь III стадии, АГ 3 степени, СН IIa стадии. Риск ССО 4. Сахарный диабет II типа, целевой уровень HbA1c <7,5%. Ожирение III степени. (ИМТ 45). Киста правой почки. Хронический пиелонефрит латентного течения. ХБП С3б стадии (СКФ 44 мл/мин/1,73 м). Хронический гастрит вне обострения. ЖКБ: хронический калькулезный холецистит, ремиссия. Посттромботические изменения малой подкожной вены слева. ЦВБ. Хроническая ишемия головного мозга 1–2 ст. Вестибулоатактический синдром. Легкие когнитивные нарушения. Остеохондроз, спондилоартроз поясничного отдела позвоночника, рецидивирующее течение, ремиссия.

В плановом порядке выполнено эндопротезирование левого тазобедренного сустава эндопротезом ЭСИ цементной фиксации (рис. 2). Анестезиологическая защита — комбинированная спинально-эпидуральная анестезия с продленной эпидуральной анестезией. Степень анестезиологического риска по ASA — III. Интраоперационный период без особенностей, со стабильными показателями гемодинамики и газообмена. Длительность операции — 80 мин., интраоперационная кровопотеря — 300 мл. Рана дренирована вакуум-дренажом в течение суток.

На следующие сутки после операции пациентка переведена из реанимации в профильное отделение в состоянии, соответствующем объему и характеру выполненной операции.

На 4-е сутки после операции на фоне относительного благополучия после приема пищи появились боли в правом подреберье, тошнота, общая слабость, однократный подъем температуры до 38°C. При осмотре признаков воспаления послеоперационной раны не отмечено. Повязка сухая, при перевязке отека и гиперемии в области швов не обнаружено.



Рис. 2. Обзорная рентгенограмма таза пациентки в переднезадней проекции после цементного эндопротезирования левого тазобедренного сустава

Fig. 2. The plain X-ray of the patient's pelvis in anteroposterior plane after the left hip cement arthroplasty

При проведении УЗИ органов брюшной полости выявлены увеличение размеров желчного пузыря (140×45 мм), признаки его обструкции (возможно, камень в проекции шейки или протока). В остальных отделах брюшной полости и забрюшинного пространства патологии не выявлено. В анализах крови отмечено снижение количества лейкоцитов до $4,0 \times 10^9/\text{л}$ с увеличением палочкоядерных форм до 26%, гемоглобин 125 г/л, тромбоциты $136 \times 10^9/\text{л}$. Отмечено повышение уровня АЛТ до 218 ЕД/л и АСТ до 132 ЕД/л при уровне общего билирубина 18,3 мкмоль/л и амилазы крови 12,9 ЕД/л, повышение уровня СРБ до 416 мг/л. При осмотре абдоминальным хирургом установлен диагноз ЖКБ, обострение хронического калькулезного холецистита. Назначены антибактериальная терапия и нутритивная поддержка методом сипинга.

На 5-е сутки после операции больная активных жалоб не предъявляла, была в сознании, контактна, адекватна. Температура тела составила $36,2^\circ\text{C}$; ЧСС 84 в 1 мин., АД 106/58 мм рт. ст., ЧДД 20 в 1 мин. Признаков воспаления послеоперационной раны нет, пассивные движения в левом тазобедренном суставе безболезненные. Язык влажный, живот мягкий, не вздут, перистальтика кишечника ослаблена. Болезненность при пальпации в правом подреберье, симптомы Ортнера и Мерфи слабopоложительные. Несмотря на общее удовлетворительное состояние больной, в анализах крови отмечено нарастание лейкоцитоза со сдвигом влево: лейкоциты $12,6 \times 10^9/\text{л}$, палочкоядерные формы

14%. Сохранялось повышение уровня трансаминаз: АСТ 110 ЕД/л и АЛТ 184 ЕД/л, высокие значения СРБ (423 мг/л). Подтвержден диагноз «обострение калькулезного холецистита». Показаний к экстренному оперативному вмешательству не выявлено. Пациентке продолжена антибактериальная, гастропротективная, спазмолитическая терапия. В связи с наличием синдрома системного воспаления при неясном источнике инфекции, из периферической вены взяты образцы крови в два флакона VacT/ALERT® для последующего гемокультивирования в аэробных и анаэробных условиях.

На 6-е сутки после операции общее состояние пациентки ухудшилось до тяжелого, что было обусловлено септическим состоянием неуточненного генеза, инфекционным эндотоксикозом, развитием печеночной и почечной недостаточности. В локальном статусе изменений не отмечено: ткани левого бедра без признаков отека, швы без гиперемии, повязка сухая. УЗИ и пункция левого тазобедренного сустава воспалительных изменений не выявили. Вместе с тем отмечено нарастание лейкоцитоза (до $14,7 \times 10^9/\text{л}$) с палочкоядерным сдвигом до 57%, тромбоцитопения ($70 \times 10^9/\text{л}$), лимфопения (до 3%). В биохимических анализах крови нарастала гипопропротеинемия (общий белок 48,4 г/л) с гипоальбуминемией (уровень альбуминов 26 г/л); сохранялся синдром цитолиза гепатоцитов (АСТ 160,4 ЕД/л; АЛТ 208,7 ЕД/л), высокие значения маркера системного воспаления СРБ — 418,9 мг/л; повышение прокальцитонина до 10 нг/мл, снижение функции почек (креатинин 212 мкмоль/л, мочевины 14,9 ммоль/л); гипербилирубинемия 34,9 мкмоль/л. Показатели гемостаза: ПТВ 15,9 сек.; МНО — 1,36; АПТВ — 36,7 сек.; фибриноген — 7,6 г/л. В общем анализе мочи: лейкоцитурия 3–5 в поле зрения, желчные пигменты ++. Продолжена антибактериальная терапия (меронем 3 г/сутки, зивокс 1200 мг/сутки), назначена гепатопротекторная и гастропротекторная терапия, стимуляция диуреза, коррекция гипоальбуминемии.

По данным бактериологического исследования, выявлена положительная проба гемокультуры на анаэробы (*Clostridium spp.*), взятая на 5-е сутки после операции, рост аэробной микрофлоры в посевах крови отсутствовал.

При проведении микроскопии выделенной микрофлоры по Граму был получен предварительный результат о наличии в мазке крупных удлиненных Гр(+) (грамположительных) бактерий (рис. 3). Обращало на себя внимание обильное образование пены на поверхности питательной среды с большим количеством пузырьков газа, а также резкий неприятный запах при извлечении иглы при посеве из флакона.

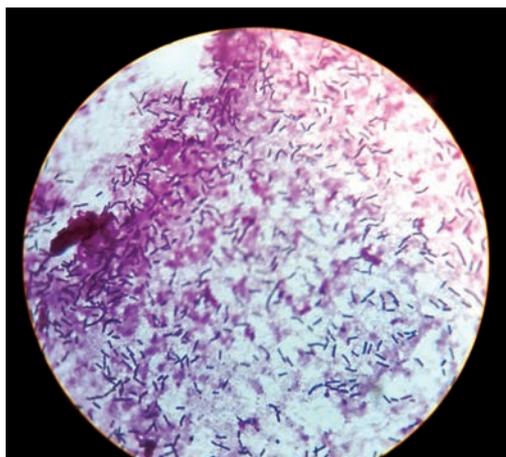


Рис. 3. Микроскопия выделенной микрофлоры раны на 6-е сутки после операции. Наличие большого количества Гр(+) бактерий в гемокультуре пациентки. Окраска по Граму

Fig. 3. Microscopy of the isolated wound microbiota on the 6th day after the surgery. There was the presence of a large number of Gram (+) bacteria in the patient's blood culture. Gram stain

С помощью анализатора VITEK® 2 Compact выделенный микроорганизм идентифицирован как *clostridium perfringens*.

В соответствии с полученными бактериологическими результатами проведена коррекция антибактериальной терапии: назначен ванкомицин (500 мг 2 раза в сутки) и метрогил (по 500 мг 3 раза в сутки).

Поскольку клостридиальная микрофлора традиционно ассоциируется с раневой инфекцией, проведено повторное УЗИ операционной раны, результаты которого подтвердили отсутствие воспалительного процесса в области оперативного вмешательства.

На фоне проводившейся терапии и смены антибиотиков отмечена положительная динамика общего состояния пациентки, маркеров воспаления и эндотоксикоза, а также белковых фракций (рис. 4).

На 5-е сутки антибактериальной терапии ванкомицином и метрогилом (12-е сутки после операции) состояние пациентки удовлетворительное. Жалоб не предъявляет. Температура 36,7°C, ЧД 18 в 1 мин., ЧСС 86 в 1 мин., АД 130/84 мм рт. ст. Послеоперационная рана без признаков воспаления. Отмечено улучшение лаборатор-

ных показателей: в общем анализе крови эритроциты — $3,74 \times 10^{12}/л$; лейкоциты — $4,8 \times 10^9/л$; гемоглобин — 108 г/л; тромбоциты $350 \times 10^9/л$; п/я — 2%; СОЭ 75 мм/час; билирубин общий — 7 г/л; глюкоза — 6,7 ммоль/л; общий белок — 58,8 г/л; СРБ — 11,9; АСТ — 18,4 ЕД/л; АЛТ — 16 ЕД/л; креатинин — 81 мкмоль/л; альбумин 35,9 г/л. Антибактериальная терапия продолжена до 12-х суток — до нормализации результатов лабораторных анализов.

Пациентка обучена ходьбе при помощи костылей. Антибактериальная терапия продолжена до 12-х суток — до нормализации результатов лабораторных анализов. Выписана в удовлетворительном состоянии для амбулаторного наблюдения по месту жительства. При выписке оценка функции левого тазобедренного сустава по шкале Harris 78 баллов.

Через 36 нед. на контрольном осмотре общее состояние пациентки удовлетворительное, ходит без вспомогательной опоры. Оценка функции левого тазобедренного сустава по шкале Harris 88 баллов. Ведет обычный для сельского жителя образ жизни. На контрольной рентгенограмме положение компонентов эндопротеза прежнее, признаков расшатывания нет (рис. 5).

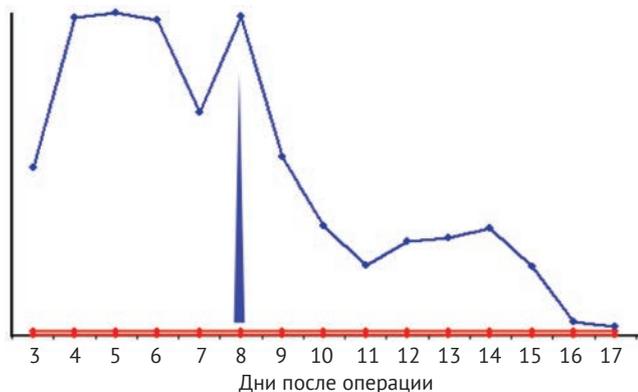


Рис. 4. Динамика показателей СРБ у пациентки на фоне эмпирической и адресной антибактериальной терапии: стрелкой указан момент назначения ванкомицина и метрогила

Fig. 4. The dynamics of CRP value in the patient against the background of the empirical and targeted antibiotic therapy: the arrow indicates the time of vancomycin and metrogil administration



Рис. 5. Обзорная рентгенограмма таза пациентки в переднезадней проекции через 9 мес. после эндопротезирования: положение компонентов протеза прежние, признаков расшатывания нет

Fig. 5. The plain X-ray of the female pelvis in the anteroposterior plane in 9 months after hip arthroplasty: the position of the prosthesis components is the same, there are no signs of loosening

Этика публикации

Пациентка дала добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Обсуждение

Синдром системного воспаления после эндопротезирования тазобедренного сустава в раннем послеоперационном периоде воспринимается, в первую очередь, как проявление ранней перипротезной инфекции, и в случае ее подтверждения, согласно современным данным, требует активного ревизионного санационного вмешательства. При развитии синдрома системного воспаления не исключено обострение сопутствующей патологии, имеющей в своей основе неспецифическое воспаление, являющееся, по сути, очагом хронического воспаления и источником гематогенного инфицирования [11].

В описанном клиническом случае у пациентки обострение хронического калькулезного холецистита в раннем послеоперационном периоде на фоне дисфункции ЖКТ сопровождалось транслокацией *clostridium perfringens*.

Само явление транслокации микробиоты из кишечника признано многими авторами [5, 12, 18]. Транслокация кишечных бактерий возникает в результате повреждения эпителиальных барьеров и проникновения бактерий в кровоток через поврежденные участки кишечного эпителия. Е.А. Deitch указывает на транслокацию бактерий

у тяжелобольных пациентов с развитием сепсиса, особенно при приоритете парентерального питания, что связано с дефицитом энтерального питания, вынужденным голоданием и, соответственно, повреждением кишечного эпителия [13]. Е.А. Deitch, R. Berg экспериментально доказали наличие дозозависимого влияния эндотоксина на транслокацию бактерий, колонизирующих кишечник, и их способность вызывать системные инфекции [13, 14]. О предполагаемой роли кишечника в развитии сепсиса сообщают также V. Stadlbaur с соавторами, полагая, что микробиом кишечника и его барьерная функция изменяются на ранних стадиях сепсиса [15]. М. Gunduz с соавторами сообщают о рецидивирующей бактериальной транслокации из кишечника, приводящей к сепсису у больных с раком головы и шеи, перенесших химиотерапию [16].

Высокий риск развития септицемии в результате транслокации бактерий кишечника у больных с ожоговой травмой показал I. Vjarnason, что совпадает с мнением Н.И. Никитенко. Такая же ситуация может быть и после эндопротезирования тазобедренного сустава, где сама операция может быть стрессовым фактором и индуцировать транслокацию. [17, 18]. Исследования последних лет показывают, что у пациентов в критическом состоянии рано наступают атрофические изменения слизистой кишки, они бывают выражены уже на 4-е сутки, что совпадает с описанным клиническим случаем. В результате голодания и ишемии слизистой кишечника, процесса перекисного окисления липидов формируются метаболиты, разрушающие эндотелий и эпителиальные клетки слизистой оболочки. Именно по этой причине доказан благоприятный эффект раннего энтерального питания в послеоперационном периоде для предотвращения атрофии слизистой и поддержания ее в исходном состоянии [19]. Энтеральное питание усиливает мезентериальный кровоток. Наличие химуса в кишечнике возобновляет поступление антиоксидантов и их предшественников в энтероциты, что уменьшает реперфузионные поражения [19, 20].

Микробиом билиарного тракта при наличии желчнокаменной болезни также содержит множество условно патогенной микрофлоры. Т.В. Рукосуева приводит данные, что в большинстве холестеринавых и смешанных конкрементов есть пигментный центр, а более половины чистых холестеринавых камней содержат ДНК грамположительных кокков [21]. В своем обзоре автор ссылается на М.С. Арикьянц и А.Г. Тышко, которые определили роль неклостридиальной анаэробной инфекции в процессе камнеобразования в желчных путях, установив корреляцию частоты выявления пигментно-кальциевых конкрементов и выделения бактериоидов группы *fragilis* [21].

О наличии анаэробной инфекции в билиарной системе можно судить по работе Я.Х. Джалашева с соавторами, в которой говорится, что среди культур строгих анаэробов, полученных из желчи, преобладали неспорообразующие виды — 89%, а в 11% случаев — клостридии [22]. Если применить это утверждение к описанному клиническому случаю, возможна транслокация анаэробов из ЖКТ и билиарной системы в частности.

При интерпретации данного клинического случая становится очевидным, что необходимо оценить исходные данные, обозначив факторы риска для пациентки. Это прежде всего сопутствующая патология с высокой степенью коморбидности. Анализ имеющихся заболеваний указывает на факторы риска со стороны ЖКТ (дисфункция в виде ХКН, дисбактериоз, инволютивная атрофия слизистой с токсическим действием на нее НПВС), билиарной системы (хронический холецистит), поджелудочной железы (СД 2-го типа), ожирения 3-й ст. (возможность высокого уровня внутрибрюшного давления). Наличие факторов риска при определенных условиях (в данном случае — оперативное вмешательство, сопутствующая патология, диспептический синдром, ограниченный прием пищи) может привести к ишемическому повреждению кишечного эпителия и транслокации микробной флоры в системный кровоток. Избыточное поступление бактерий в систему воротной вены может способствовать развитию полиорганной недостаточности [23]. Некоторые патогенные бактерии, такие как шигеллы, сальмонеллы, энтероинвазивные кишечные палочки, анаэробы, среди которых *Clostridium spp.*, обладают способностью к трансцеллюлярной миграции, то есть непосредственно через энтероциты, с последующим фагоцитированием субэпителиальными макрофагами, которые обеспечивают включение иммунологического ответа с клиническими проявлениями системного воспаления [23].

Заключение

Транслокация микробиоты из кишечника может приводить к инфицированию различных локусов организма, в том числе и операционных ран, особенно с имплантатами, толерантность которых к контаминации бактериями снижена до 10^1 – 10^2 ст. Транслокация кишечной микробиоты, в частности *clostridium perfringens*, возможна как вариант распространения эндогенной инфекции в виде клинической формы септицемии, что нашло подтверждение в описанном клиническом случае. Вероятно, для минимизации распространения эндогенной инфекции санирующие операции (удаление камней) должны быть обязательными. Если бы в результате транслокации или гематогенного распространения клостридии контаминировали опе-

рационную рану с последующим развитием перипротезной инфекции, она бы рассматривалась как перипротезная инфекция вследствие оказания медицинских услуг (ятрогенная) с медицинскими, социальными и правовыми последствиями. Для защиты от необоснованных обвинений в ятрогенности назрела необходимость доказательства эндогенного инфицирования, вплоть до сравнительных методов генотипирования раневой инфекции с условно патогенной флорой кишечника.

Литература [References]

- Putananon C., Tuchinda H., Arirachakaran A., Wongsak S., Narinsorasak T., Kongtharvonskul J. Comparison of direct anterior, lateral, posterior and posterior-2 approaches in total hip arthroplasty: network meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(2):255-267. doi: 10.1007/s00590-017-2046-1.
- Premkumar A., Morse K., Levack A.E., Bostrom M.P., Carli A.V. Periprosthetic Joint Infection in Patients With Inflammatory Joint Disease: Prevention and Diagnosis. *Curr Rheumatol Rep.* 2018;20(11):68. doi: 10.1007/s11926-018-0777-6.
- Chalmers B.P., Weston J.T., Osmon D.R., Hanssen A.D., Berry D.J., Abdel M.P. Prior hip or knee prosthetic joint infection in another joint increases risk three-fold of prosthetic joint infection after primary total knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2019;101-B(7 Supple C):91-97. doi: 10.1302/0301-620X.101B7.BJJ-2018-1189.R1.
- Sebastian S., Malhotra R., Dhawan B. Prosthetic joint infection: A major threat to successful total joint arthroplasty. *Indian J Med Microbiol.* 2019;36(4):475-487. doi: 10.4103/ijmm.IJMM_19_11.
- Шералиев Т.У., Павлов В.В., Кретъен С.О., Федоров Е.А., Кирилина С.И. Ранняя глубокая перипротезная инфекция тазобедренного сустава одонтогенной этиологии (клинический случай). *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(4):141-149. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-141-149. Sheraliev T.U., Pavlov V.V., Kretien S.O., Fedorov E.A., Kirilina S.I. [Early Deep Periprosthetic Hip Infection of Odontogenic Origin (Case Report)]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(4):141-149. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-141-149.
- Aedo-Martín D., Crego-Vita D., García-Cañas R., Espigares-Correa A., Sánchez-Pérez C., Areta-Jiménez F.J. Periprosthetic infection in elderly patients treated with hemiarthroplasty of the hip following intracapsular fracture. Should we use antibiotic-loaded bone cement? *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2020;64(1):28-34. doi: 10.1016/j.recot.2019.07.005.
- Артюх В.А., Божкова С.А. Лечение параэндопротезной инфекции тазобедренного сустава: клинические рекомендации. Режим доступа: <https://mzur.ru/upload/Параэндопротезная%20инфекция%20ТБС.pdf> Artyukh V.A., Bozhkova S.A. [Treatment of a paraprosthetic infection of the hip joint: Clinical recommendations]. Approved at the All-Russian Conference «Vredenov Readings» 09/27/2013]. Available from: <https://mzur.ru/upload/Параэндопротезная%20инфекция%20ТБС.pdf> (In Russian).
- Середца А.П., Богдан В.Н., Андрианова М.А., Беренштейн М. Лечение перипротезной инфекции: где и кто? *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(4):33-55. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-33-55.

- Sereda A.P., Bogdan V.N., Andrianova M.A., Berenstein M. [Treatment of Periprosthetic Infection: Where and Who?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(4):33-55. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-33-55.
9. George D.A., Khan M., Haddad F.S. Periprosthetic joint infection in total hip arthroplasty: prevention and management. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2015;76(1):12-17. doi: 10.12968/hmed.2015.76.1.12.
 10. Izakovicova P., Borens O., Trampuz A. Periprosthetic joint infection: current concepts and outlook. *EFORT Open Rev*. 2019;4(7):482-494. doi: 10.1302/2058-5241.4.180092.
 11. Коршунов Г.В., Пучиньян Д.М., Шахмартова С.Г. Молекулярные маркеры системного воспалительного ответа и гемокоагуляции при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2012;(2):50-52. Korshunov G.V., Putchinyan D.M., Shakhmartova S.G. [The molecular markers of systemic inflammation response and hemocoagulation in case of endoprosthesis replacement of articulation of hip]. [Clinical laboratory diagnostics]. 2012;(2):50-52.
 12. Nagpal R., Yadav H. Bacterial Translocation From the Gut to the Distant Organs: An Overview. *Ann Nutr Metab*. 2017;71 Suppl 1:11-16. doi: 10.1159/000479918.
 13. Deitch E.A. Intestinal permeability is increased in burn patients shortly after injury. *Surgery*. 1990;107(4):411-416.
 14. Berg R.D. Bacterial translocation from the gastrointestinal tract. *Trends Microbiol*. 1995;3(4):149-154. doi: 10.1016/s0966-842x(00)88906-4.
 15. Stadlbauer V., Horvath A., Komarova I., Schmerboeck B., Feldbacher N., Klymiuk I. et al. Dysbiosis in Early Sepsis Can Be Modulated by a Multispecies Probiotic: A Randomised Controlled Pilot Trial. *Benef Microbes*. 2019;10(3):265-278. doi: 10.3920/BM2018.0067.
 16. Gunduz M., Murakami D., Gunduz I., Tamagawa S., Hiraoka M., Sugita G. et al. Recurrent Bacterial Translocation From Gut and Sepsis in Head and Neck Cancer Patients and Its Prevention by Probiotics. *Med Hypotheses*. 2018;120:124-127. doi: 10.1016/j.mehy.2018.08.020.
 17. Bjarnason I., Macpherson A., Hollander D. Intestinal permeability: An overview. *Gastroenterology*. 1995;108(5):1566-1581. doi: 10.1016/0016-5085(95)90708-4.
 18. Никитенко Н.И., Захаров В.В., Бородин А.В. Роль транслокации бактерий в патогенезе хирургической инфекции. *Хирургия*. 2001;2:63-66. Nikitenko N.I., Zakharov V.V., Borodin A.V. [Role of bacterial translocation in the pathogenesis of surgical infection]. *Khirurgiya* [Surgery]. 2001;2:63-66. (In Russian).
 19. Кирилина С.И., Сирота В.С., Прохоренко В.М. Энтеральное питание как метод коррекции кишечной недостаточности при эндопротезировании крупных суставов. *Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2014;34(5):53-57. Kirilina S.I., Orphan V.S., Prokhorenko V.M. [Enteroalimentation as THE method of intestinal insufficiency correction AT large joints replacement]. [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2014;34(5): 53-57. (In Russian).
 20. Сыдыгалиев К.С., Тойгонбаев А.Т., Сыргаев Д.Т., Самаков А.А., Мамбетов А.К. Коррекция постгастрорезекционной энтеральной недостаточности (II степени) при осложненной язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. *Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева*. 2012; (3): 52-57. Sydygaliev K.S., Toygonbaev A.T., Syrgaev D.T., Samakov A.A., Mambetov A.K. [The correction of post gastrectomy enteric insufficiency (II degree) in complicated gastric and duodenal ulcer]. *Vestnik KGMA im. I.K. Akhunbayeva* [Bulletin of the KSMA I.K. Akhunbaeva]. 2012;(3):52-57. (In Russian).
 21. Рукосуева Т.В. Микробиологический аспект желчно-каменной болезни и ее осложнений воспалительного характера. *Бюллетень Восточно-сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2011;4(80):325-330. Rukosuyeva T.V. [Microbiological aspects of gallstone disease and its inflammatory complications]. *Byulleten' Vostochno-sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2011;4(80):325-330. (In Russian).
 22. Джалашев Я.Х., Кочеровец В.И., Тарасов В.А. Клинико-микробиологическая диагностика неклострициальной анаэробной инфекции при заболеваниях желчных путей и абсцессе печени. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1986;(8):27-30. Dzhalashev Ya.Kh., Kocherovets V.I., Tarasov V.A. [Clinical and microbiological diagnosis of non-clostridial anaerobic infection in diseases of the biliary tract and liver abscess]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova* [Grekov's Bulletin of Surgery]. 1986;(8):27-30. (In Russian).
 23. Третьяков Е.В., Варганов М.В., Нифонтова Е.Е. Современный взгляд на кишечную транслокацию бактерий как основную причину гнойно-септических осложнений при деструктивном панкреатите. *Успехи современного естествознания*. 2013;(9): 78-80. Tretyakov E.V., Varganov M.V., Nifontova E.E. [A modern view of the intestinal translocation of bacteria as the main reason for purulent-septic complications in destructive pancreatitis]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in current natural sciences]. 2013;(9):78-80. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Павлов Виталий Викторович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник, начальник научно-исследовательского отделения эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. pavlovdoc@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>

AUTHORS' INFORMATION:

Vitaliy V. Pavlov — Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Head of Scientific Research Department of Arthroplasty and Endoscopic Joint Surgery, Tsivyan Novosibirsk Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia. pavlovdoc@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>

Шералиев Таалайбек Усеналиевич — аспирант ФГБУ «Новосибирский НИИТО травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. sheraliev.taalai@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7261-2730>

Кирилина Светлана Ивановна — д-р мед. наук, главный научный сотрудник отделения анестезиологии и реанимации, ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. ksi-kln@ngs.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9282-7296>

Кретъен Светлана Олеговна — заведующая бактериологической лабораторией, ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. Skretien@niito.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0074-8062>

Taalaibek U. Sheraliev — PhD Student, Tsivyan Novosibirsk Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia. sheraliev.taalai@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7261-2730>

Svetlana I. Kirilina — Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher of the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Tsivyan Novosibirsk Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia. ksi-kln@ngs.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9282-7296>

Svetlana O. Kretien — Head of the Bacteriological Laboratory, Tsivyan Novosibirsk Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia. Skretien@niito.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0074-8062>

Заявленный вклад авторов:

Павлов В.В. — идея и дизайн исследования, сбор и обработка материала, оценка и интерпретация полученных данных, подготовка текста.

Шералиев Т.У. — обработка материала, оценка и интерпретация полученных данных, подготовка текста.

Кирилина С.И. — оценка и интерпретация полученных данных, подготовка текста.

Кретъен С.О. — обработка материала, оценка и интерпретация полученных данных.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Внедрение металлической ртути в мягкие ткани кисти: клинический случай

И.Г. Чуловская¹, К.А. Егиазарян¹, М.В. Лядова¹, В.С. Космынин¹,
Т.В. Стрелка²

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

² ЧУОО ВО «Медицинский университет «РЕАВИЗ», Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Вероятность присутствия в ране инородных тел существует практически при любом повреждении кожных покровов. Последствия их внедрения в организм крайне разнообразны: от полного отсутствия симптоматики до системного токсического поражения в зависимости как от природы внедрившегося агента, так и от пути его внедрения. Данные анамнеза и клинического обследования инородных тел не всегда убедительны, а результаты традиционной рентгенографии даже при рентгенопозитивных инородных телах нередко неспецифичны. Парентеральное введение металлической ртути относится к редким повреждениям и, в отличие от внедрения через дыхательные пути и пищеварительный тракт, недостаточно изучено. **Описание клинического наблюдения.** В статье представлен клинический случай умышленного самовведения металлической ртути в мягкие ткани верхней конечности у пациента 24 лет, обратившегося за медицинской помощью через 2 года после травмы и пытавшегося при сборе анамнеза скрыть ее обстоятельства. Решающую роль в постановке диагноза (инородное тело) и определении его природы (металлическая ртуть) сыграло ультразвуковое исследование. Это позволило определить его высокую информативность и специфичность (превышающую возможности рентгенографии). Несмотря на отсутствие данных общего и местного токсического поражения организма больного, присутствие в организме инородного ртутного материала требует хирургического лечения. Результат операции продемонстрировал, что ртуть в мягких тканях ограничивается гранулемой или фиксируется внутри фиброзной ткани, что предоставляет возможность ее радикального удаления. **Заключение.** Это наблюдение позволяет утверждать, что УЗИ, в отличие от рентгенографии, способно выявить специфическую картину присутствия металлической ртути в мягких тканях. Исходя из этого, целесообразно включать этот метод в алгоритм исследования при подозрении на наличие любого инородного тела (тем более ртути) для определения или уточнения его природы. При введении ртути в мягкие ткани радикальное хирургическое лечение может быть успешно проведено, так как реакция тканей вокруг ртутного материала (в виде формирования гранулемы и заключение ртутных сфер в конгломерат фиброзной ткани) позволяет избежать распространения его элементов по раневому каналу.

Ключевые слова: инородное тело, гранулема, металлическая ртуть, мягкие ткани кисти, рентгенография, ультразвуковое исследование.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Чуловская И.Г., Егиазарян К.А., Лядова М.В., Космынин В.С., Стрелка Т.В. Внедрение металлической ртути в мягкие ткани кисти: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):130-137. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-130-137.

Cite as: Chulovskaya I.G., Egiazaryan K.A., Lyadova M.V., Kosmynin V.S., Strelka T.V. [Metallic Mercury in the Soft Tissues of the Hand: Case Report]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):130-137. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-130-137.

✉ Чуловская Ирина Германовна / Irina G. Chulovskaya; e-mail: igch0906@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 31.08.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 09.11.2020.

© Чуловская И.Г., Егиазарян К.А., Лядова М.В., Космынин В.С., Стрелка Т.В., 2020



Metallic Mercury in the Soft Tissues of the Hand: Case Report

Irina G. Chulovskaya¹, Karen A. Egiazaryan¹, Maria V. Lyadova¹, Vladimir S. Kosmynin¹, Tat'yana V. Strelka²

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Medical University "Reaviz", Moscow, Russia

Abstract

Background. The likelihood of foreign bodies presence in the wound exists in almost any injury to the skin. The consequences of their ingress into the body are extremely varied: from the complete absence of symptoms to systemic toxicity, depending both on the nature of the embedded agent and on the way of its penetration. The data of the anamnesis and clinical examination of foreign bodies are not always convincing, and the results of conventional radiography, even with X-ray-positive foreign bodies, are often nonspecific. The parenteral ingress of metallic mercury is rare. In contrast to its access through the respiratory or digestive tract, this route has not been adequately studied. This clinical report is devoted to the clinical case of deliberate self-administration of metallic mercury into the soft tissues of the upper limb. **Clinical case description.** A 24-year-old patient sought medical help 2 years after the injury and tried to hide its circumstances during taking his anamnesis. Ultrasound played a decisive role in making the diagnosis (foreign body) and revealing its nature (metallic mercury). This indicates the high information content and specificity of ultrasound which exceeded the X-ray capabilities. Despite no signs of general and local toxicity, the presence of mercury in the body is unacceptable and requires the surgical treatment. Our case showed that mercury in soft tissues was limited to granuloma or was fixed inside fibrous tissue. This made it possible to remove it radically. **Conclusion.** Our observation suggests that ultrasound, in contrast to X-ray, is able to present a specific picture of the existence of metallic mercury in soft tissues. Therefore, it is advisable to include ultrasound in the examination algorithm if any foreign body (especially mercury) is suspected to detect or clarify its nature. If mercury is detected in soft tissues, the radical surgical treatment can be successfully performed, since the reaction of tissues around the mercury material (in the form of granuloma and the confinement of mercury spheres in a conglomerate of fibrous tissue) makes it possible to avoid the spread of mercury along the wound channel.

Keywords: foreign body, granuloma, metallic mercury, soft tissues of the hand, radiography, ultrasound.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Инородные тела представляют собой вид травм мягких тканей, часто встречающийся в повседневной практике травматологов и ортопедов. Наиболее часто эта патология локализуется на конечностях, в частности составляет 1,7–5,0% от всех первичных обращений при травмах кисти [1, 2, 3, 4, 5, 6]. При попадании в мягкие ткани инородное тело вызывает с их стороны специфическую реакцию. Исходы такой реакции зависят от природы инородного тела, наличия в его составе инфекционных и токсических агентов, условий его внедрения: например, внедрение под давлением предполагает дополнительное механическое воздействие на ткани [1, 3, 4, 7, 8]. Местная клиническая симптоматика инородных тел мягких тканей крайне неспецифична [1, 5, 9]. Методом выбора при этой патологии является традиционная в травматологии и ортопедии рентгенография, однако, согласно данным литературы, более 40% инородных тел являются рентгенонегативными (дерево, некоторые

виды стекла, пластик, кость и другие органические субстанции) [1, 5, 10, 11, 12, 13]. В последние десятилетия в практической медицине для исследования мягких тканей все чаще используется ультразвуковой метод (УЗИ) [1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 16]. Однако сведения о диагностике инородных тел с помощью УЗИ в научной литературе скудные и противоречивые, в практической медицине при этой патологии УЗИ используется крайне редко [1, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 20]. В результате диагностика инородных тел до сих пор представляет собой сложную проблему, а лечение, как следствие этого, не всегда корректно.

Клиническое наблюдение

Больной 24 лет обратился в клинику с жалобами на боли и наличие припухлости на тыльной поверхности левого лучезапястного сустава. Со слов пациента, при первичном опросе (впоследствии пациент изменил данные об обстоятельстве травмы), 2 года назад он получил травму — в быту на

улице упал на мусорную кучу, при этом в мягкие ткани левого предплечья внедрился кусок стекла, который он удалил самостоятельно. За медицинской помощью не обращался, рана зажила через несколько дней.

При осмотре: общее состояние пациента удовлетворительное, в сознании, ориентирован. На коже тыльной поверхности левой кисти, лучезапястного сустава и дистальной трети предплечья определяются множественные линейные поперечные посттравматические рубцы, длина которых варьирует от 1 до 4 см, и рубцы неправильной овальной формы размерами 2,0×1,0 см, 2,5×0,5 см, 0,5×2,0 см. В проекции лучезапястного сустава (на тыльной поверхности) определяется посттравматический рубец в форме круга диаметром 0,5 см. Его проксимальная граница примыкает к опухолевидному образованию овальной формы шириной 1,0 см и длиной около 2,0 см, распространяющегося проксимально (рис. 1).

При пальпации установлено, что опухолевидное образование имеет плотно-эластическую консистенцию, является ограниченно-подвижным. Пациент отмечал легкую болезненность. Движения в суставах левой верхней конечности в полном объеме, кровоснабжение, чувствительность дистальных отделов сохранены. По данным клинического обследования, предварительный диагноз включал возможность наличия как инородного тела мягких тканей (гранулемы инородного тела), так и мягкотканного объемного образования (опухоли мягких тканей).



Рис. 1. Кисть и предплечье пациента:
 а — посттравматические рубцы на кисти и предплечье;
 б — посттравматический рубец в форме круга на кисти
Fig. 1. Patient's hand and forearm:
 а — post-traumatic scars on the hand and forearm;
 б — post-traumatic scar in the form of a circle on the wrist

Больному была выполнена рентгенография. На рентгенограмме по тыльной поверхности в мягких тканях в проекции лучезапястного сустава обнаружено два рентгеноконтрастных дополнительных образования овальной формы: дистально расположенное (1,5×6,0 см) имело умеренную контрастность, неровные и нечеткие контуры; проксимальное отличалось меньшими размерами (0,3×0,2 см), резкой контрастностью, ровными и четкими контурами (рис. 2). Дистальная граница этого образования соответствовала уровню посттравматического рубца. Данные рентгенографии позволили подтвердить наличие объемного образования в мягких тканях в проекции лучезапястного сустава без возможности дифференцирования между гранулемой инородного тела неизвестной природы и опухолевидным образованием.



Рис. 2. Рентгенограммы в прямой (а) и боковой (б) проекциях: в области лучезапястного сустава четко визуализируются рентгеноконтрастные образования (ртуть)
Fig. 2. X-rays in frontal (а) and lateral (b) planes: radiopaque formations (mercury) are clearly visualized in the area of the wrist

С целью уточнения диагноза выполнено УЗИ мягких тканей тыльной поверхности лучезапястного сустава и кисти. Было обнаружено дополнительное образование овальной формы размером 1,38×0,54 мм с четкими и ровными краями, экзогенное, неоднородной структуры: на гипозоногенном фоне визуализировались многочисленные гиперэхогенные включения, представляющие собой округлые и овальные сферы с дистальной акустической тенью. Дистальная граница этого образования совпадала с уровнем посттравматического рубца в форме круга. Проксимальнее от него в мягких тканях визуализировалась неоднородная зона повышенной эхогенности, недифференцированной структуры размером 1,53×0,22 см, с многочис-

ленными гиперэхогенными включениями неправильной сферической формы внутри нее (рис. 3).

Сферы, визуализированные на экране монитора, проводящему исследованию врачу показались похожими на шарики ртути. Свое предположение врач высказал вслух. Реакция пациента была неожиданной: он начал говорить о возможности наличия в мусорной куче, о которой рассказывал при сборе анамнеза, термометра. Впоследствии при дополнительном опросе пациент признался, что неверно объяснил обстоятельства травмы: на самом деле ртуть из сломанного термометра он умышленно ввел в организм с целью самоубийства. Поводом для обращения стало беспокойство (через 2 года после травмы) по поводу возможного токсического поражения внутренних органов из-за присутствия ртути в организме (информацию об этом пациент обнаружил в Интернете). Пациент был обследован и проконсультирован токсикологом в специализированном лечебном учреждении. Осложнений, связанных с присутствием ртути, выявлено не было: данные лабораторных методов исследования (мочевина крови, креатинин сыворотки и анализ мочи) не показали значимых отклонений от референтных значений, признаков функциональных и органических повреждений внутренних органов обнаружено не было. После проведенных исследований сформулирован клинический диагноз: «Инородное тело в области левого лучезапястного сустава (ртуть)» и принято решение о необходимости оперативного лечения.

Во время подготовки к оперативному вмешательству прогнозировались возможные трудности полного удаления ртути, поскольку этот химический элемент при температуре тела должен существовать в жидкой форме. Разрез длиной 2,5 см был выполнен по тыльной поверхности левого лучезапястного сустава в проекции дополнительных образований, выявленных на УЗИ. Интраоперационно в подкожно-жировой клетчатке были обнаружены два образования: дистально располагалась мягкотканная опухоль, представляющая собой гранулему (1,0×0,5 см), а проксимально к ней прилежал конгломерат фиброзной ткани 1,0×1,5 см (рис. 4).

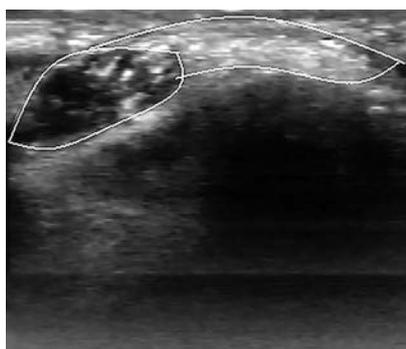
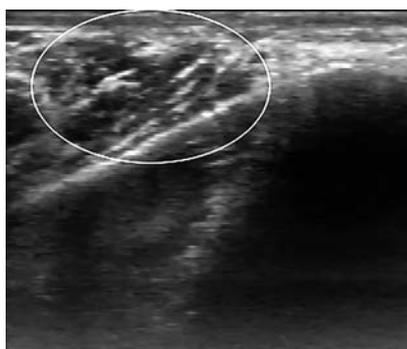


Рис. 3. УЗИ мягких тканей кисти: гиперэхогенные образования (ртуть) обозначены овалами

Fig. 3. Ultrasound of the hand soft tissues: echogenic formations (mercury) are indicated by ovals

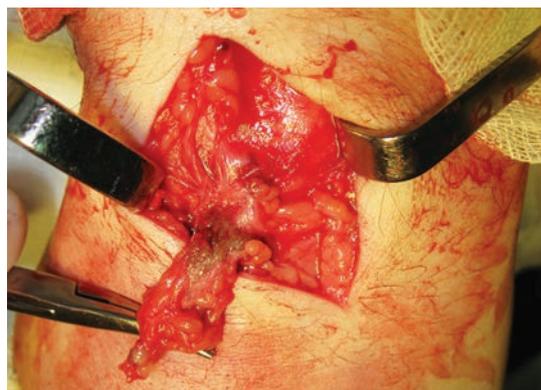


Рис. 4. Выполнен разрез на тыльной поверхности лучезапястного сустава, в области разреза располагается гранулема с прилежащим фиброзным конгломератом

Fig. 4. An incision was made on the back surface of the wrist, there is a granuloma with an adjacent fibrous conglomerate in the area of the incision

Гранулема и конгломерат фиброзной ткани были без труда выделены от окружающей подкожно-жировой клетчатки и после удаления с целью макроскопического исследования — продольно рассечены. При этом внутри гранулемы было обнаружено множество блестящих сферических образований черного и серого цветов округлой или овальной формы, прочно фиксированных друг к другу, а внутри конгломерата из фиброзной ткани сферические образования аналогичной окраски имели форму более вытянутого (деформированного) овала (рис. 5).

Таким образом, часть ртутного материала располагалась внутри конгломерата фиброзной ткани в виде слипшихся друг с другом и с окружающими тканями сферических образований. В связи с расположением в отдалении от посттравматического рубца можно предположить, что это была первая порция введенной ртути. Вторая часть ртутных сфер была заключена в гранулему. Исходя из того, что гранулема непосредственно прилегала к посттравматическому рубцу, имеющему форму круга (очевидно в соответствии с осколком ножки термометра), это была последующая порция вве-

денной ртути. При гистологическом исследовании тканевого биоптата было установлено наличие внутри гранулемы и рубцовой ткани инородных включений разного размера, округлой формы, что вполне соответствовало ртути. Таким образом, было доказано, что вопреки опасениям, ртуть удалось радикально удалить.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Рана зажила первичным натяжением, движения в суставах верхней конечности в полном объеме. Контрольная рентгенография и УЗИ признаков дополнительных образований в мягких тканях не выявили (рис. 6)

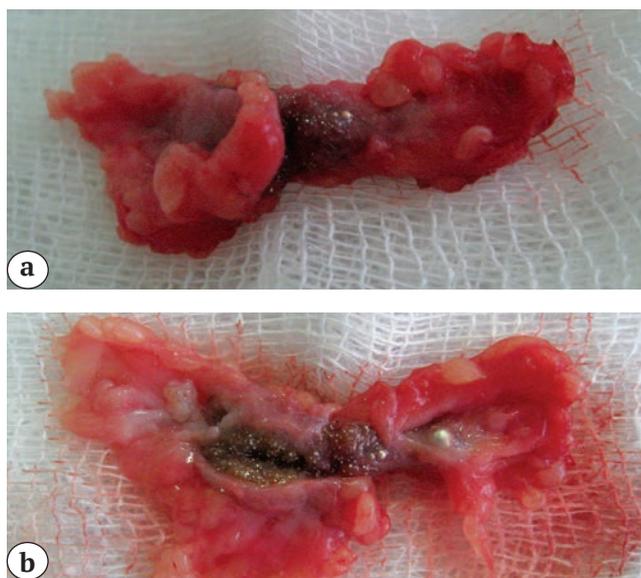
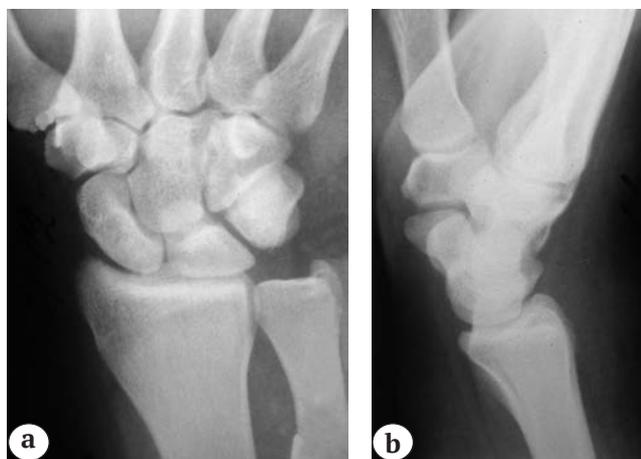


Рис. 5. Выделенные из операционной раны гранулема и фиброзный конгломерат: а — общий вид; б — продольный разрез гранулемы и фиброзного конгломерата

Fig. 5. Granuloma and fibrous conglomerate removed from the surgical wound: а — general view; б — longitudinal section of granuloma and fibrous conglomerate



Этика публикации

Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Обсуждение

В литературе описаны различные инородные тела, обнаруженные в мягких тканях тела человека, как органического, так и неорганического происхождения (стекло, металл, дерево, химические агенты). В ряде случаев инородные тела могут вызывать воспалительные, инфекционные и аллергические реакции общего и местного характера, оказывать токсическое воздействие на организм, однако нередко инородное тело инкапсулируется и может находиться в мягких тканях длительное время при отсутствии какой-либо симптоматики в течение многих лет [1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 20, 21].

К редким клиническим наблюдениям относится проникновение в организм человека элементной металлической ртути. Ртуть представляет собой металл, способный находиться в жидкой форме при комнатной температуре, она содержится внутри различных электронных приборов, термометров, манометров, ртутных ламп, используется для изготовления мазей, зубных амальгам [8, 22, 23, 24]. Вредное воздействие металлической ртути на организм во многом зависит от пути ее введения. Тяжелые токсические поражения легких и других внутренних органов с возможными летальными исходами — характерное последствие вдыхания паров ртути (это и самый частый путь ее проникновения в организм) или проглатывания ее неорганических солей [8, 25].

Парентеральное введение ртути относится к крайне редко встречающимся клиническим наблюдениям. Анализ зарубежной литературы за период с 1928 по 2003 г. (75 лет), выполненный M.G. Ellabban с соавторами, содержит данные всего о 72 случаях парентерального введения ртути. Среди них преднамеренное внутривенное или подкожное введение с целью убийства или преднамеренное самовведение с целью самоубийства (большинство из этой группы составили пациенты, страдающие психическими нарушениями и наркоманией); внутримышечное введение

Рис. 6. Контрольная рентгенограмма лучезапястного сустава в прямой (а) и боковой (б) проекциях: признаки дополнительных образований мягких тканей отсутствуют

Fig. 6. Control X-ray of the wrist in frontal (а) and lateral (б) planes: there are no signs of additional soft tissue formations

с целью увеличения мышечной массы (встречается среди спортсменов, преимущественно боксеров), а также с целью оберега от инфекционных заболеваний или «колдовства» при поездках в экзотические страны (авторы отмечают, что это частая практика при посещении стран Центральной и Южной Америки). Кроме того, в этой статье описаны инциденты случайного введения ртути в мягкие ткани в результате ранения сломанными термометрами [23]. В последующие годы (после 2003 г.) еще ряд авторов представили клинический анализ случаев (от 1 до 4) подкожного введения ртути, в том числе и ятрогенной этиологии [8, 22, 24, 25, 26, 27, 28].

Среди описанных осложнений парентерального введения металлической ртути в организм встречаются как общие (поражение внутренних органов, неврологическую симптоматику), так и местные (нагноение, дегенеративно-дистрофические изменения тканей, ишемический некроз) [23, 24, 26, 29]. Этот химический элемент является стабильным и может присутствовать в организме в течение длительного периода без видимого вреда для него [28]. Однако эффект инъекции металлической ртути может зависеть от таких факторов, как место входа и количество введенного вещества. Непосредственной причиной представленных в литературе летальных исходов парентерального введения ртути является острая почечная недостаточность, эмпиема плевры вследствие генерализованной гнойной инфекции, сердечно-легочная эмболия (вторичная по отношению к ртутной эмболии) [23, 27].

При парентеральном введении общее воздействие связано с распространением ртути по кровеносным сосудам с возможным как полным отсутствием симптомов, так и токсическим поражением внутренних органов вплоть до летального исхода. Местное воздействие выражается в инфекционных, дегенеративно-дистрофических (вплоть до некроза) осложнениях [8, 23, 27]. При подкожном введении опасность системного токсического поражения невелика и определяется возможностью проникновения в сосудистое русло. В литературе после введения металлической ртути в организм рекомендуется мониторинг состояния больного не менее двух лет (время возможного выведения ртути из организма) [8, 23, 26].

Следует отметить, что давность внедрения ртути в мягкие ткани до обращения за медицинской помощью во всех представленных выше литературных источниках составляет от нескольких часов до нескольких месяцев. В нашем случае пациент обратился к врачу через 2 года после травмы. В течение двух лет он считал себя здоровым, и при обращении данных о возможности общего воздействия ртути на организм выявлено не было.

По данным литературы, в случаях парентерального введения ртути в качестве метода дополнительной диагностики рекомендуется традиционный для выявления инородных тел метод — рентгенография. Однако метод неспецифичен и позволяет визуализировать рентгенопозитивные металлической плотности включения неизвестной природы [1, 23, 24, 26, 30]. Аналогичные дополнительные объекты способна обнаружить и компьютерная томография, но значимой информации к данным рентгенодиагностики этот метод не добавляет [24]. Мы встретили в зарубежной литературе единственный описанный случай обнаружения металлической ртути в мягких тканях конечности с использованием УЗИ, при этом отмечалась его более высокая информативность, а также специфичность [29].

В описанном нами случае картина, визуализированная на УЗИ, настолько напоминала шарики ртути, что позволила высказать предположение о ее наличии в тканях, несмотря на то, что из слов пациента, пытавшегося утаить истинную причину травмы, на это не было никаких оснований. Впоследствии результаты интраоперационного и гистологического исследований полностью подтвердили данные УЗИ. Это позволяет определить УЗИ как наиболее информативный и специфичный метод визуализации ртути в мягких тканях.

При наличии инородного тела в мягких тканях, природа которого исключает возможность токсического воздействия на организм, вопрос о показаниях к операции определяется присутствием клинической симптоматики (болевой синдром, нарушение функции конечности, признаки нейропатии, наличие воспаления и др.). Кроме того, при решении вопроса о хирургическом вмешательстве следует учитывать доступность инородного тела и соотношение травматичности операции к опасности его присутствия в мягких тканях [6, 18, 19]. Присутствие в мягких тканях токсических веществ, в том числе и ртути, требует хирургического удаления в возможно ранние сроки [3, 4, 7, 8, 21, 23, 24, 26].

При описании оперативных вмешательств при отсутствии дистрофических осложнений и воспаления авторы наблюдают реакцию мягких тканей на присутствие ртути как аналогичную для присутствия любого инородного тела и выражающуюся в виде образования гранулемы и фиброза [24, 31]. В данном случае на протяжении зоны впрыскивания ртути также были обнаружены зона фиброза, ограничивающая введенную ртуть, и (ближе к точке введения) гранулема, включающая в себя ртутные шарики. Такое состояние инородного тела позволило радикально иссечь гранулему и фиброзную ткань с ртутью внутри этих образований без риска растекания жидкой ртути по раневому каналу.

Заклучение

Делать однозначные выводы на основании одного клинического наблюдения достаточно сложно, однако можно утверждать, что УЗИ, в отличие от рентгенографии, способно выявить специфическую картину присутствия металлической ртути в мягких тканях. Исходя из этого, мы рекомендуем включать этот метод в алгоритм исследования при подозрении на наличие любого инородного тела (тем более ртути) для определения или уточнения его природы. При введении ртути в мягкие ткани радикальное хирургическое лечение может быть успешно проведено, так как реакция тканей вокруг ртутного материала (в виде формирования гранулемы и заключение ртутных сфер в конгломерат фиброзной ткани) позволяет избежать распространения его элементов по раневому каналу.

Литература [References]

1. Чуловская И.Г., Скороглядюв А.В., Магдиев Д.А., Егизарян К.А., Хашукоев М.З. Сравнительное исследование возможностей методов визуализации в диагностике инородных тел мягких тканей кисти и предплечья. *Московский Хирургический Журнал*. 2013;(5):23-28. Chulovskaya I.G., Skoroglyadov A.V., Magdiev D.A., Egizaryan K.A., Khashukoev M.Z. [Comparative study of the possibilities of visualization methods in the diagnosis of foreign bodies of soft tissues of the hand and forearm]. *Moskovskii Khirurgicheskii Zhurnal* [Moscow surgical journal]. 2013;(5):23-28. (In Russian).
2. Hocaoglu E., Kuvat S.V., Özalp B., Akhmedov A., Doğan Y., Kozanoğlu E. et al. Foreign body penetrations of hand and wrist: a retrospective study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2013;19(1):58-64. doi: 10.5505/tjtes.2013.04453.
3. Muneer M., Badran S., El-Menyar A., Alkhafaji A., Al-Basti H., Al-Hetmi T. et al. High-pressure injection injuries to the hand: A 14-year descriptive study. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2019;9(2):64-68. doi: 10.4103/IJCIIS.IJCIIS_77_18.
4. Sharma R., John J.R., Sharma R.K. : High-pressure Chemical Injection Injury to the Hand: Usually Underestimated Injury With Major Consequences. *BMJ Case Rep*. 2019;12(9):e231112. doi: 10.1136/bcr-2019-231112.
5. Hunter T.B., Taljanovic M.S. Foreign Bodies. *Radiol Graphics*. 2003;23(3):731-757. doi: 10.1148/rg.233025137.
6. Vermeiren B., De Maeseneer M. Medicolegal aspects of penetrating hand and foot trauma, ultrasound of soft tissue foreign bodies. *JBR-BTR*. 2004;87(4):205-206.
7. Han K.J., Lee Y.S., Kim J.H. Progressive median neuropathy caused by the proximal migration of a retained foreign body (a glass splinter). *J Hand Surg Eur Vol*. 2011;36(7):608-609. doi: 10.1177/1753193411413048.
8. Wale J., Yadav P.K., Garg S. Elemental mercury poisoning caused by subcutaneous and intravenous injection: An unusual self-injury. *Indian J Radiol Imaging*. 2010;20(2):147-149. doi: 10.4103/0971-3026.63056.
9. Soudack M., Nachtigal A., Gaitini D. Clinically unsuspected foreign bodies: the importance of sonography. *J Ultrasound Med*. 2003;22(12):1381-1385. doi: 10.7863/jum.2003.22.12.1381.
10. Horton L.K., Jacobson J.A., Powell A., Fessell D.P., Hayes C.W. Sonography and radiography of soft-tissue foreign bodies. *AJR Am J Roentgenol*. 2001;176(5):1155-1159. doi: 10.2214/ajr.176.5.1761155.
11. Анохин А.А., Анохин П.А. Диагностика и лечение гранулемы на инородное тело травматического генеза. *Медицина и образование в Сибири*. 2013;(4):21. Anokhin A.A., Anokhin P.A. [Diagnostics and treatment of granuloma on debris of traumatic genesis]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri* [Journal of Siberian Medical Sciences]. 2013;(4):21. (In Russian).
12. Lee J.C., Healy J.C. Normal sonographic anatomy of the wrist and hand. *Radiographics*. 2005;25(6):1577-1590. doi: 10.1148/rg.256055028.
13. Hung Y.T., Hung L.K., Griffith J.F., Wong C.H., Ho P.C. Ultrasound for the detection of vegetative foreign body in hand—a case report. *Hand Surg*. 2004;9(1):83-87. doi: 10.1142/s021881040400198x.
14. Чуловская И.Г., Егизарян К.А., Скворцова М.А., Лобачев Е.В. Ультразвуковая диагностика синовиальных кист кисти и лучезапястного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):108-116. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-108-116. Chulovskaya I.G., Egizaryan K.A., Skvortsova M.A., Lobachev E.V. [Ultrasound diagnostics of synovial cysts of the hand and wrist]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2018;24(2):108-116. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-108-116.
15. Чуловская И.Г., Скороглядюв А.В., Еськин Н.А., Магдиев Д.А. Лучевая диагностика инородных тел мягких тканей кисти и предплечья. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2008;(1):28-32. Chulovskaya I.G., Skoroglyadov A.V., Es'kin N.A., Magdiev D.A. [Radial Diagnosis for Foreign Bodies of Hand and Forearm]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2008;(2):28-32. (In Russian).
16. Azócar P. Sonography of the hand: tendon pathology, vascular disease, and soft tissue neoplasms. *J Clin Ultrasound*. 2004;32(9):470-480. doi: 10.1002/jcu.20072.
17. Blankstein A., Cohen I., Heiman Z., Salai M., Heim M., Chechick A. Localization, detection and guided removal of soft tissue in the hands using sonography. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2000;120(9):514-517. doi: 10.1007/s004020000173.
18. Dumarey A., De Maeseneer M., Ernst C. Large wooden foreign body in the hand: recognition of occult fragments with ultrasound. *Emerg Radiol*. 2004;10(6):337-339. doi: 10.1007/s10140-004-0333-8.
19. Bianchi S., Martinoli C., Montet X., Fasel J.H. Hand- und Handwurzel-Ultraschall [Sonography of the hand and wrist]. *Radiologe*. 2003;43(10):831-840. (In German). doi: 10.1007/s00117-003-0961-0.
20. Gibbs T.S. The Use of Sonography in the Identification, Localization, and Removal of Soft Tissue Foreign Bodies. *J Diagnos Med Sonog*. 2006;22:5-7.
21. Davae K.C., Sofka C.M., DiCarlo E., Adler R.S. Value of power Doppler imaging and the hypoechoic halo in the sonographic detection of foreign bodies: correlation with histopathologic findings. *J Ultrasound Med*. 2003;22(12):1309-1313. doi: 10.7863/jum.2003.22.12.1309.
22. Friesenbichler J., Maurer-Ertl W., Sadoghi P., Wolf E., Leithner A. Auto-aggressive metallic mercury injection around the knee joint: a case report. *BMC Surg*. 2011;11(1):31. doi: 10.1186/1471-2482-11-31.

23. Ellabban M.G., Ali R., Hart N.B. Subcutaneous metallic mercury injection of the hand. *Br J Plast Surg.* 2003;56(1):47-49. doi: 10.1016/s0007-1226(03)00021-3.
24. Kim D., Park J.W. Metallic Mercury Injection in the Hand Caused by A Broken Mercury Thermometer: A Case Report. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2017;22(4):519-522. doi: 10.1142/S0218810417720376.
25. Sukheeja D., Kumar P., Singhal M., Subramanian A. Subcutaneous mercury injection by a child: a histopathology case report. *J Lab Physicians.* 2014;6(1):55-57. doi: 10.4103/0974-2727.129095.
26. de Souza A.C., de Carvalho A.M. Images in clinical medicine. Metallic mercury embolism to the hand. *N Engl J Med.* 2009;360(5):507. doi: 10.1056/NEJMicm040265.
27. Chávez-Briones M.D., Romero-Núñez E., Treviño-González J.J., Arzola-Rodríguez O.J., Villagómez-Jasso E., Jaramillo-Rangel G., Ortega-Martínez M. [Intravenous injection of metallic mercury in a foot]. *Medicina (B Aires).* 2018;78(3):212. (In Spanish).
28. Lamas C., Proubasta I., Majo J. Management of metallic mercury injection in the hand. *J Surg Orthop Adv.* 2006;15(3):177-180.
29. Romero M., Bargalló X., López-Quiñones M.T., Buñesch L., Bianchi L., Brú C. Sonography of a mercury foreign body in the hand. *J Ultrasound Med.* 2004;23(5):71171-71174. doi: 10.7863/jum.2004.23.5.711.
30. Sichletidis L., Moustakas I., Chloros D., Vamvalis Ch., Palladas P., Sidiropoulou M. Scattered micronodular high density lung opacities due to mercury embolism. *Eur Radiol.* 2004;14(11):2146-2147. doi: 10.1007/s00330-004-2398-x.
31. Soo Y.O., Wong C.H., Griffith J.F., Chan T.Y. Subcutaneous injection of metallic mercury. *Hum Exp Toxicol.* 2003;22(6):345-348. doi: 10.1191/0960327103ht345cr.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Чуловская Ирина Германовна — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», Москва, Россия. igch0906@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0126-6965>

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

Лядова Мария Васильевна — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», Москва, Россия. mariadoc1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9214-5615>

Космынин Владимир Сергеевич — врач травматолог-ортопед, ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», Москва, Россия. dr.kosmynin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1006-4628>

Стрелка Татьяна Викторовна — студентка 5-го курса лечебного факультета, ЧУОО ВО «Медицинский университет «РЕАВИЗ», Москва, Россия. more.my.metall@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9762-0227>

Заявленный вклад авторов:

Чуловская И.Г. — существенный вклад в разработку концепции исследования; редактирование текста статьи для важного интеллектуального содержания, согласие нести ответственность за все аспекты статьи, обеспечивая надлежащее расследование и решение вопросов, связанных с точностью или целостностью любой части работы.

Егиазарян К.А. — утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

Лядова М.В. — существенный вклад в разработку концепции исследования, написание текста статьи.

Космынин В.С. — существенный вклад в разработку дизайна исследования, сбор клинического материала, систематизация и обработка литературных данных, обработка иллюстраций.

Стрелка Т.В. — существенный вклад в разработку дизайна исследования, систематизация и обработка литературных данных.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Irina G. Chulovskaya — Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. igch0906@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0126-6965>

Karen A. Egiazaryan — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. egkar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Maria V. Lyadova — Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. mariadoc1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9214-5615>

Vladimir S. Kosmynin — Orthopedic Surgeon, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. dr.kosmynin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1006-4628>

Tat'yana V. Strelka — Student, Medical University "REAVIZ", Moscow, Russia. more.my.metall@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9762-0227>



Алгоритм территориального размещения государственных травмпунктов в мегаполисах (на примере г. Москвы)

В.Э. Дубров¹, Ю.С. Злобина², С.А. Тищенко¹, М.А. Шахмурадян¹,
Н.А. Поспелов¹, Е.А. Шустов¹

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» Москва, Россия

² ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Отсутствие системы оценки целесообразности создания новых травмпунктов или амбулаторных отделений травматологии и ортопедии в строящихся поликлиниках является одной из основных причин дисбаланса в их территориальном расположении. Поэтому одной из актуальных задач организации здравоохранения мегаполиса на сегодняшний день является разработка системы эффективного регулирования взаиморасположения травматологических пунктов. **Цель исследования** — повышение эффективности оказания травматолого-ортопедической амбулаторной помощи пациентам в условиях мегаполиса. **Материал и методы.** В процессе исследования были использованы теоретические (формализация, синтез, дедукция) и эмпирические (наблюдение, сравнение, моделирование, измерение) методы. Произведена выборка 67 травмпунктов города Москвы и сбор данных о их посещаемости за апрель 2019 года. **Результаты.** Создание математической модели сети амбулаторной первичной травматологической помощи и базового алгоритма оценки среднего времени от момента получения пациентом травмы до момента оказания первичной помощи в одном из амбулаторных травматологических подразделений медицинских организаций столицы, которые могут быть использованы исполнительными органами организации здравоохранения городов при решении административных и экономических задач. **Заключение.** Разработанный специализированный математический алгоритм оценки существующей эффективности сети уже существующих амбулаторных травматологических подразделений медицинских организаций и распределения новых подразделений позволяет создать «идеальную» модель расположения травмпунктов мегаполиса. В дальнейшем эта модель может быть развита с учетом развития транспортной сети, финансирования травмпунктов и т.д.

Ключевые слова: организация травматологической помощи, амбулаторная медицинская помощь, травмпункт, математическое моделирование.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Дубров В.Э., Злобина Ю.С., Тищенко С.А., Шахмурадян М.А., Поспелов Н.А., Шустов Е.А. Алгоритм территориального размещения государственных травмпунктов в мегаполисах (на примере г. Москвы). *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):138-149. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-138-149.

Cite as: Dubrov V.E., Zlobina Yu.S., Tishchenko S.A., Shakhmuradyan M.A., Pospelov N.A., Shustov E.A. [The Algorithm for Territorial Distribution of Public Emergency Rooms in Megapolis (by the Example of Moscow)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):138-149. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-138-149.

Дубров Вадим Эрикович / Vadim E. Dubrov; e-mail: vdubrov.2015@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 13.07.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 26.10.2020.

© Дубров В.Э., Злобина Ю.С., Тищенко С.А., Шахмурадян М.А., Поспелов Н.А., Шустов Е.А., 2020



The Algorithm for Territorial Distribution of Public Emergency Rooms in Megapolis (by the Example of Moscow)

Vadim E. Dubrov¹, Yulia S. Zlobina², Sergey A. Tishchenko¹, Mikhail A. Shakhmuradyan¹, Nikita A. Pospelov¹, Egor A. Shustov¹

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Scientific Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management, Moscow, Russia

Abstract

Background. The lack of a system for evaluating the feasibility of new trauma and orthopedic departments in outpatient clinics under construction creating is one of the main reasons for the imbalance in their territorial location. Therefore, one of the most urgent modern tasks in the megalopolis healthcare organization — is to develop a system for effective regulation of the trauma and orthopedic outpatient departments network construction. **The purpose of the study** is to improve the effectiveness of outpatient trauma and orthopedic care for megalopolis residents. **Materials and Methods.** In the research process, theoretical (formalization, synthesis, deduction) and empirical (observation, comparison, modeling, measurement) methods were used. A total of 67 emergency trauma outpatient departments in Moscow were sampled and data on their attendance for April 2019 were collected. **Results.** Creation of a mathematical model of the network of outpatient primary trauma care and a basic algorithm for estimating the average time from the moment a patient received injuries to the time of primary care in one of the emergency outpatient trauma units of the medical organizations of the capital, which can be used by the executive bodies of the healthcare organization cities in solving administrative and economic problems. **Conclusion.** The developed specialized mathematical algorithm for assessing the existing effectiveness of the already existing emergency outpatient trauma units network and the distribution of new units allows you to create an “ideal” model for the location of these departments in a megalopolis. In the future, this model can be developed taking into account the development of the transport network, the financing of emergency rooms, etc.

Keywords: trauma care organization, outpatient medical care, emergency trauma outpatient department, mathematical modeling.

Funding: state budgetary funding.

Введение

До конца XIX — начала XX века вопросы неотложной травматологической помощи разрешались в рамках хирургии и не получали институционализации. Травматологические отделения медицинских организаций (МО) начали появляться в Москве только к 1930-м гг., что объясняется бурной индустриализацией и массовым строительством. Так, первая кафедра ортопедии (но не травматологии и ортопедии) была открыта в столице профессором Г.С. Бомом в 1933 г. [1]. Общество ортопедов-протезистов, организованное в 1926 г., до 1947 г. не обладало статусом всесоюзного научного общества, а первый съезд травматологов-ортопедов состоялся лишь в 1963 г. [2]. После войны ключевым процессом в развитии сети травматологических учреждений здравоохранения стала их специализация, продолжавшаяся вплоть до 1980-х гг. (в 1978 г. в Москве функционировали 35 круглосуточных травмпунктов). Этот процесс по времени совпал с формированием промышленно-транспортного комплекса столицы и почти двукратным увеличением ее населе-

ния. В 1980-е гг. произошла стабилизация процесса расширения сети травматологических отделений в Москве, а 1990-е годы ознаменовались их реорганизацией и преобразованием [3]. Улучшение социально-экономической ситуации в 2000-2010-х гг. в столице не оказало решающего положительного влияния на конфигурацию сети амбулаторных МО, поскольку основной причиной текущего дисбаланса в территориальном расположении стало отсутствие системы оценки целесообразности создания новых травмпунктов или амбулаторных отделений травматологии и ортопедии в строящихся поликлиниках в Москве.

С целью создания системы оценки целесообразности открытия новых либо закрытия уже существующих амбулаторных отделений травматологии и ортопедии в пределах территории Москвы МГУ им. М.В. Ломоносова совместно с ГБУ «НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы» разработали специализированный программный подход.

Однако процесс анализа организации первичной амбулаторной медицинской помощи целесообразно начать с рассмотрения юридического соответствия амбулаторных подразделений травматолого-ортопедического профиля Приказу Минздрава России № 901-н от 12.11.2012 «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «травматология и ортопедия» (далее — Приказ 901-н)¹. Этим документом определены три типа подразделений: кабинет травматологии и ортопедии; кабинет неотложной травматологии и ортопедии; поликлиническое отделение по профилю «травматология и ортопедия». При этом именно кабинет неотложной травматологии и ортопедии позиционируется как травмпункт. Несмотря на то, что согласно Приказу 901-н функцией этого кабинета (травмпункта) в первую очередь является оказание лишь неотложной медицинской помощи по профилю «травматология и ортопедия», в его организационно-штатной структуре предусмотрен и кабинет повторного приема. Поликлиническое отделение по профилю «травматология и ортопедия», напротив, предназначено для оказания плановой помощи, исходя из чего повторный прием пациентов должен осуществляться именно в нем. Но поликлинических отделений травматологии и ортопедии в Москве всего семь. Естественно, как по территориальному, так и по демографическому принципам они не способны обеспечить плановую травматолого-ортопедическую помощь всему населению Москвы. Таким образом, в действительности различий между функциями кабинета неотложной травматологии и ортопедии (травмпункта) и поликлинического отделения по профилю «травматология и ортопедия» нет. Поэтому, несмотря на разночтения в Приказе 901-н, для всех амбулаторных подразделений травматолого-ортопедического профиля медицинских организаций в этой статье применялось название «травмпункт».

Цель исследования — повышение эффективности оказания травматолого-ортопедической амбулаторной помощи пациентам в условиях мегаполиса.

Задачи исследования:

1. Формирование математической модели сети амбулаторной первичной травматологической помощи, привязанной к работающей в реальном времени системе оценки загруженности транспортных магистралей мегаполиса.

2. Разработка механизма учета длительности прохождения пути эвакуации, степени загруженности дорожно-транспортной сети и демографических особенностей районов и округов мегаполиса.

3. Создание базового алгоритма оценки среднего временного интервала от момента принятия решения пациентом о необходимости получения медицинской помощи (далее — МПРоМП) до оказания этой помощи в травматологических пунктах г. Москвы.

Материал и методы

Теоретической основой исследования послужила совокупность научных трудов, включающих отдельные аспекты рассматриваемой авторами проблемы: оценка эффективности системы медицинских учреждений [4, 5, 6, 7], организация оказания медицинских услуг в травмпункте² [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14], моделирование сети травматологических отделений региона [15, 16, 17]. Нормативной основой исследования выступили Приказы Минздрава России № 901-н от 12.11.2012 и № 388н³ от 20.06.2013. Эмпирической основой исследования послужила сформировавшаяся в историческом процессе текущая сеть травмпунктов в г. Москве.

К началу 2020 г. в Москве работало 74 государственных МО, оказывающих амбулаторную первичную специализированную травматологическую помощь, из них 51 МО — исключительно взрослым пациентам, 22 МО — несовершеннолетним и лишь одна — всем возрастным категориям населения (ГБУЗ «Троицкая городская больница» ДЗМ⁴). Распределение травмпунктов по АО Москвы с указанием численности и площади территории соответствующего АО представлено на рисунке 1. Прежде всего следует отметить диспропорции между административными округами Москвы по количеству размещенных в них амбулаторных МО.

¹ Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 12 ноября 2012 г. № 901н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «травматология и ортопедия». Доступно: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140713/

² Сократилось время приезда скорой помощи на вызовы в Москве. *Официальный сайт Департамента здравоохранения города Москвы*; 2020 [обновлено 29 мая 2020, процитировано 29 мая 2020] Доступно: <https://mosgorzdrav.ru/ru-RU/news/default/card/3141.html> (in Russian).

³ Приказ Минздрава России от 20.06.2013 N 388н (ред. от 19.04.2019) «Об утверждении Порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи» Доступно: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_151082/

⁴ Травматологические пункты. Портал открытых данных Правительства Москвы; 2020 [обновлено 29 мая 2020, процитировано 29 мая 2020]. Доступно: <https://data.mos.ru/opendata/7707089084-travmatologicheskie-punkty>.

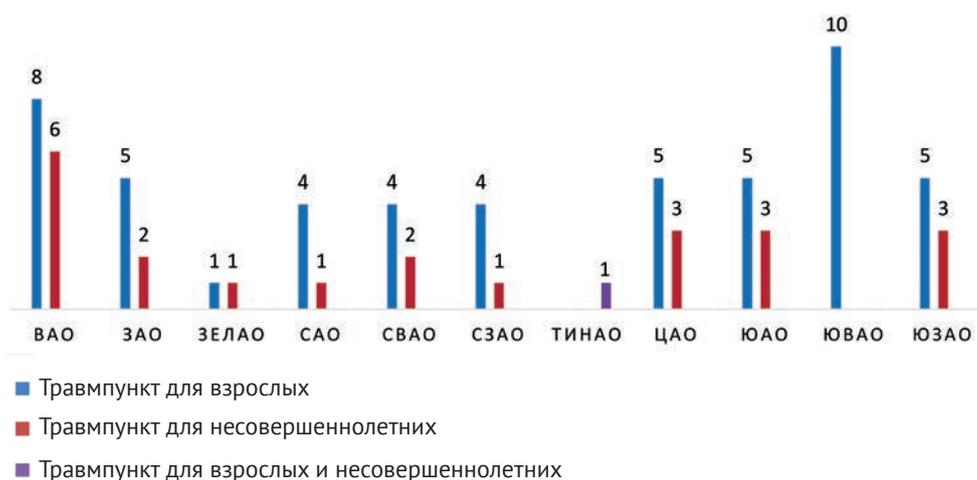


Рис. 1. Распределение травмпунктов по административным округам г. Москвы
Fig. 1. Distribution of public emergency rooms by administrative districts of Moscow

Если рассматривать отдельные АО, то наиболее высокая концентрация травмпунктов отмечается в Восточном АО, который при этом не является первым по численности населения в городе. Также можно заметить, что количество травмпунктов в Центральном АО (с населением менее 1 млн человек) сопоставимо с количеством подобных подразделений МО в округах с населением более 1 млн жителей, что объясняется преимуществами центрального расположения МО, а также их исторической связью с тяготеющими к центру города научными и образовательными медицинскими учреждениями и организациями. Помимо этого, можно отметить контраст между большим количеством травматологических подразделений амбулаторных МО в юго-восточной (Восточный, Юго-Восточный, Южный АО), более индустриальной части города, и их меньшим количеством в северной (Северный, Северо-Восточный, Северо-Западный АО), менее индустриальной части. Дисбаланс становится заметнее, если оценивать неравномерное распределение травмпунктов с учетом их возрастной специализации. Доля населения младше трудоспособного возраста в Москве выросла с 12,9% в 2010 г. до 15% в 2017 г.⁵ Исходя из этого, оптимальным сочетанием числа взрослых и детских травмпунктов в АО стоит считать пропорцию 5:1. Как следует из рисунка 1, подобное сочетание не свойственно административным округам г. Москвы.

Более того, наблюдаются такие аномалии, как уже упоминавшееся недостаточное количество травматологических амбулаторных подразделений в Троицком и Новомосковском АО, а также от-

сутствие детских травмпунктов в Юго-Восточном АО при видимом переизбытке взрослых подразделений этого профиля. Если первое согласуется с относительно низкой населенностью округов (что, впрочем, в условияхкратно большей площади этих округов позволяет сделать выводы о крайне низкой доступности медицинских услуг в области травматологии и необходимости улучшения этого параметра), то второе можно объяснить отсутствием выработанных методов комплексной оценки эффективности травматологических пунктов различного профиля.

При всей наглядности подобного распределения его использование для трансформации сети травматологических подразделений МО неуместно по ряду причин. Во-первых, Департамент здравоохранения г. Москвы осуществляет руководство этими медицинскими организациями не по административным округам, а по всей Москве. Во-вторых, для пациента не имеет значения распределение травматологических пунктов (отделений) по административным округам. Более важным параметром для него в экстренной ситуации будет доступность ближайшего из них, вне зависимости от АО, в котором пациент проживает или пребывает. В-третьих, количество МО, предоставляющих услуги в области неотложной травматологии, не строго зависит от численности населения на подведомственной территории, поскольку на травматизм могут влиять и другие факторы (возрастной состав населения, экономическая специализация территории, криминогенная обстановка и т.д.), различающиеся для разных частей мегаполиса. Из этих утверждений вытекает необходимость

⁵ Город Москва — База данных показателей муниципальных образований. Федеральная служба государственной статистики: Интернет-портал; 2020 [обновлено 29 мая 2020, процитировано 29 мая 2020]. Доступно: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst45/DBInet.cgi>.

оценки эффективности каждой из МО отдельно и вне зависимости от привязки к АО, но в то же время с учетом их принадлежности к общей сети московской городской транспортной инфраструктуры.

Помимо существующих критериев оценки эффективности деятельности МО, большую роль играет критерий пространственной доступности в соответствии как с показателями локальной плотности населения подведомственной территории, так и особенностями ее дорожно-транспортной сети. Особенно важными эти факторы становятся при необходимости оказания первичной специализированной медико-санитарной помощи по профилю «травматология и ортопедия» по неотложным показаниям. Неоптимальное по топографическому критерию расположение МО, предоставляющей медицинские услуги в области неотложной травматологии, может не только негативно повлиять на своевременность и эффективность оказания специализированной медицинской помощи, но и привести к тяжелым последствиям для здоровья пациента. Обратная ситуация, а именно перенасыщение той или иной местности МО с подразделениями травматологического профиля, ведет к необоснованной трате бюджетных средств и профессиональных ресурсов.

Для оценки эффективности травматологических подразделений МО были прежде всего сформированы ее критерии, основанные на объективных данных. В их качестве были выбраны показатели числа ставок врачей в травмпункте (этот показатель демонстрирует обеспеченность населения врачебным персоналом), среднего времени ожидания в очереди по А.К. Эрлангу [18], отображающего скорость оказания помощи (ключевой параметр для чувствительных ко времени медицинских процедур) и плотности входного потока пациентов, или среднего числа людей, пришедших на первичный осмотр (характеризующих пропускную способность МО), после чего были смоделированы и интерпретированы возможные сочетания этих параметров. Под моделированием в данном случае стоит понимать описание существующей связи между величинами посредством формального аппарата [19]. Так, сочетание низких значений показателя числа ставок врачей в травмпункте и высоких значений показателя среднего времени ожидания в очереди можно интерпретировать как нехватку персонала. В свою очередь, сочетание высоких значений показателя числа ставок врачей и в то же время средних и высоких значений показателя среднего времени ожидания

в очереди позволяет предположить неоптимальное использование имеющегося персонала. Именно второе сочетание было принято за основу оценки эффективности травмпункта амбулаторной МО, поскольку трудности, вызываемые неоптимальностью первого сочетания, можно решить открытием дополнительных врачебных ставок без изменения конфигурации сети травмпунктов. Закрытие же нерационально использующих имеющиеся мощности амбулаторных травматологических подразделений МО позволит направить эти ресурсы на достижение новой, оптимальной конфигурации их сети [20].

Необходимость закрытия неэффективно функционирующих травмпунктов и открытия новых амбулаторных травматологических подразделений МО на территориях Москвы с низкой доступностью услуг травматолога лежит в концептуальной основе моделирования обновленной сети этих учреждений. Так, рассчитав среднее время от МПРоМП до оказания этой помощи по столице, можно просчитать эффект от закрытия наименее эффективных МО и проанализировать возможные влияния на показатель.

Для того чтобы определить среднее время МПРоМП до оказания медицинской помощи по Москве требуется конкретизировать понятие доступности медицинских услуг в области неотложной амбулаторной травматологии. В целом указанный выше временной интервал можно разделить на три промежутка:

- 1) длительность временного интервала (ДВИ) от МПРоМП до посадки пострадавшего в транспортное средство, направляющегося в травмпункт;
- 2) ДВИ, затрачиваемая пациентом на самостоятельный путь до травмпункта;
- 3) ДВИ ожидания пострадавшим своей очереди в травмпункте для оказания неотложной помощи.

Первым из этих временных промежутков можно пренебречь, поскольку при прочих равных условиях он включает в себя время, необходимое на обращение по телефону в службу спасения или на станцию скорой и неотложной медицинской помощи (минимальное для Москвы с наиболее высоким уровнем телефонизации в России^{6,7}), и нормативно обусловленное время на подачу машины скорой медицинской помощи⁸. Тем не менее, большинство пациентов добираются в травматологические пункты самостоятельно, поэтому именно второй и третий временные промежутки будут иметь ключевое значение для моделирования.

⁶ Таблица 19.10. Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 человек населения. В кн.: *Регионы России. Социально-экономические показатели*. М., 2018. С. 892.

⁷ Таблица 2.5. Возрастной состав населения. В кн.: *Регионы России. Социально-экономические показатели*. Росстат. М., 2018. С. 47-53.

В процессе исследования была выдвинута специфическая метрика оценки доступности услуг в рассматриваемой отрасли медицины, а именно доступность медицинских услуг в области травматологии от МПРоМП до получения медицинской помощи. Тем самым требуется минимизировать функцию:

$$T = \frac{1}{N} \sum_{ij}^k n_i t_j$$

где T — показатель среднего времени от МПРоМП до получения медицинской помощи для каждого жителя Москвы, N — численность населения Москвы, k — число районов Москвы, n — численность населения района Москвы, t — время пострадавшего на самостоятельный путь до травмпункта и ожидания в нем медицинской помощи.

Расчет показателя времени, необходимого пострадавшему на самостоятельный путь в травмпункт и ожидания в нем медицинской помощи, требует внесения поправочного коэффициента, который учитывает свободу выбора пациентом травматологического учреждения здравоохранения в пределах Москвы:

$$t_{i,j} = \sum_{k=1}^n p_{i,j} (t_{1i} + t_{2j})$$

где $p_{i,j}$ — поправочный коэффициент, t_1 — время на самостоятельный путь, t_2 — время ожидания в очереди внутри травмпункта.

Этот поправочный коэффициент, в свою очередь, зависит от показателей времени доставки пострадавшего в травмпункт и мобильности городского населения:

$$p_k = \frac{e^{-t_{1k}/d_0}}{\sum_{k=1}^N e^{-t_{1k}/d_0}}$$

где t_1 — время на самостоятельный путь в травмпункт, d_0 — показатель мобильности городского населения.

Поправочный коэффициент рассчитан с помощью обобщенной для многомерного случая логистической функции softmax [21, 22]. Числитель дроби тем больше, чем меньше времени требуется для доставки пациента в травматологическое подразделение амбулаторной медицинской организа-

ции. Знаменатель дроби отражает закономерность экспоненциального убывания вероятности выбора пациентом травмпункта по мере его удаления от места получения им травмы. Параметр мобильности городского населения d_0 представляет собой количество времени, необходимое для того чтобы вероятность выбора травмпункта снизилась в “e” раз. Этот параметр может изменяться вследствие множества факторов, таких как загруженность городских транспортных путей, уровень развития городского транспорта, параметры мультимодальности и т.п. Таким образом, через преобразование значений этого показателя возможно управляемое изменение степени доступности медицинских услуг в области неотложной травматологии. Для 2020 г. параметр d_0 оценивался авторами в 10 мин.

Время t_1 , необходимое на самостоятельный путь пострадавшего от места получения травмы до травмпункта, зависит от ряда факторов, а именно: времени суток (различная загруженность дорог обуславливает различные значения этого параметра в течение суток), местоположения травмпункта относительно транспортной инфраструктуры, а также от особенностей топографии дорожной сети Москвы. Для вычисления значений продолжительности этой ДВИ была создана упрощенная модель транспортной инфраструктуры Москвы. Территория города была разделена на квадратные участки с длиной стороны в 500 м. Тем самым территория Москвы была превращена в геометрическую фигуру, состоящую из 26 280 подобных участков. Особым образом были выделены участки, в пределах которых располагаются действующие травмпункты.

Результаты

Результатом решения *первой задачи* по формированию математической модели сети амбулаторной первичной травматологической помощи стало формирование восьмисвязного взвешенного графа, где в качестве его вершин выступают центры отдельных участков, а в качестве ребер — расстояния между ними (при их расчете был введен поправочный коэффициент на основе данных о кривизне автомобильных дорог Москвы, собранных с помощью сервиса GoogleMaps). Вес каждого из ребер представляет сумму параметров t_1 и t_2 . Матрица минимальных расстояний для каждого из участков была рассчитана при использовании алгоритма Дейкстры [23]. Расчет параметров t_1 и t_2 позволил авторам решить

⁸ Приказ Минздрава России N 388н от 20.06.2013 (ред. от 19.04.2019) «Об утверждении Порядка оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи» Доступно: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_151082/

и вторую поставленную в исследовании задачу по разработке механизма учета длительности прохождения пути пациентом.

Время t_1 было рассчитано в соответствии с теорией массового обслуживания по модели М/М/с [24, 25] на основании собранных по 67 (из 74 единиц) травматологическим учреждениям Москвы данных об их ежечасной посещаемости с 08:00 до 20:00 за апрель 2019 г. Апрель был выбран как наиболее репрезентативный месяц: при оценке статистических показателей за последние 5 лет наиболее сходные данные отмечены именно в апреле.

На основе собранного массива эмпирических данных и полученных с его использованием массивов расчетных данных для каждого из свободных участков было рассчитано минимальное время T , необходимое для доставки пострадавшего от места получения травмы до травмпункта и оказания ему помощи в этом учреждении. Расчеты производились отдельно для взрослых и детских травмпунктов. Соответственно, на основе информации о T для каждого квадрата города определялось среднее T по всей столице. После этого перед разработанным программным обеспечением ставилась задача разместить новые амбулаторные травматологические подразделения МО так, чтобы в наибольшей мере снизить максимальное в пределах Москвы значение T . После размещения новой МО существующий граф подвергался трансформации, что требовало пересчета его обновленных параметров. Эта операция позволила с каждой новой итерацией избежать сверхконцентрации новых амбулаторных травматологических подразделений МО на близких друг другу участках. Было проделано 5 итераций по добавлению новых травмпунктов как для организаций, принимающих только взрослое население, так и для организаций, оказывающих услуги несовершеннолетним.

В ходе исследования были рассмотрены различные критерии оценки эффективности работы травмпункта и результаты их перебора. В результате этого было установлено, что различное сочетание показателей числа ставок врачей в травмпункте и среднего времени ожидания в очереди в перерасчете на одного пациента может быть объективным критерием для принятия решения о реорганизации (вплоть до закрытия) нерационально используемых мощностей амбулаторных травматологических подразделений МО и направлении этих ресурсов либо на создание

новых амбулаторных подразделений, оказывающих травматологическую помощь населению, либо на усиление уже имеющихся травмпунктов, что в конечном итоге должно привести к созданию оптимальной конфигурации травмпунктов Москвы.

Разработанная формула расчета ДВИ, необходимого пострадавшему на самостоятельный путь в травмпункт и ожидания в нем медицинской помощи, позволила определить этот показатель для любого заданного месторасположения пострадавшего, а после схематичного разделения Москвы на равные участки с длиной стороны в 500 метров для каждого из этих участков был рассчитано минимальное время, необходимое для доставки пострадавшего от места получения травмы до травмпункта и оказания ему помощи в этой МО.

Далее, на основании данных по всем схематичным участкам мегаполиса, была решена *третья задача* по оценке среднего временного интервала от момента принятия решения пациентом о необходимости получения медицинской помощи (далее — МПРОМП) до оказания этой помощи в травмпунктах. Этот показатель был определен отдельно как для МО, в которых принимают взрослое население, так и для МО, где оказывают помощь несовершеннолетним. Так, для первого типа МО он составил около 33 мин., а для второго типа МО — 32 мин. На первый взгляд, может показаться необычным практически одинаковое среднее значение по городу для двух типов МО, учитывая их различное количество (травмпунктов для взрослых на 29 единиц больше). Однако подобная конъюнктура является результатом высокого времени ожидания в очередях в первом типе учреждений, а также отсутствия данных о ежечасной посещаемости в течение суток за апрель 2019 г. по 7 учреждениям. Таблица и рисунок 2 отражают результаты снижения показателя при добавлении новой МО соответствующего типа.

В результате с целью расчета оптимального расположения травмпунктов на карте Москвы были созданы упрощенная модель транспортной инфраструктуры города с нанесением на нее травмпунктов и специальное программное обеспечение с использованием этой модели, позволяющее разместить новые амбулаторные травматологические подразделения МО так, чтобы в наибольшей мере снизить максимальное в пределах Москвы значение.

Таблица

Динамика показателя среднего времени от МПРоМП до получения медицинской помощи при добавлении новых МО в модель сети травматологических МО Москвы, мин.

Тип учреждения	Начальное среднее время	Добавление одного дополнительного травмпункта	Добавление второго дополнительного травмпункта	Добавление третьего дополнительного травмпункта	Добавление четвертого дополнительного травмпункта	Добавление пятого дополнительного травмпункта
Травмпункты для взрослых	33	31 (-6%)	29 (-6,4%)	27 (-6,8%)	26 (-3,7%)	25 (-3,8%)
Травмпункты для несовершеннолетних	32	27 (-15,6%)	24 (-11,1%)	23 (-4,1%)	22,9 (-0,4%)	21 (-8,2%)

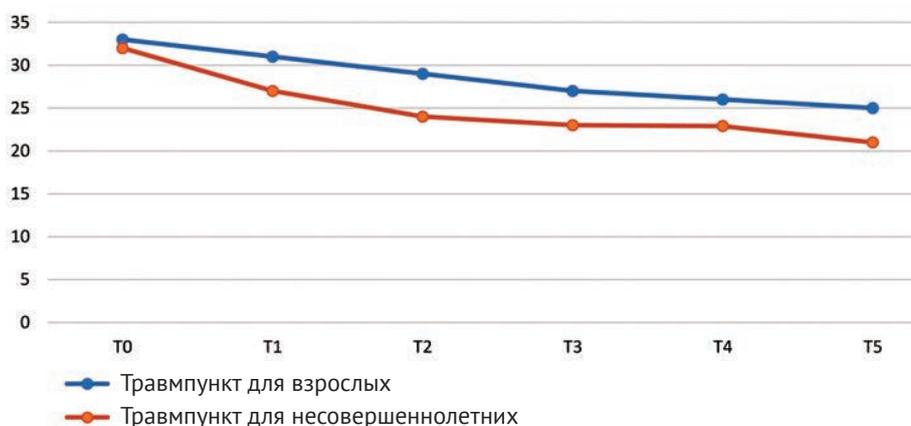


Рис. 2. Снижение показателя среднего времени от МПРоМП до получения медицинской помощи (T) при добавлении новых МО в модель сети травматологических МО г. Москвы

Fig. 2. Decrease of the average time from PDMMaMH (patient decision making moment about medical help) to medical care (T) when adding new public emergency rooms to the model of the network of public emergency rooms in Moscow

Обсуждение

Данное исследование было проведено сотрудниками МГУ им. М.В. Ломоносова совместно с ГБУ «НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы» в целях повышения эффективности оказания медицинской помощи и оптимизации бюджетных расходов без потерь в качестве оказания экстренной помощи. Основные причины реализации данного проекта были связаны с интенсивным демографическим ростом и географическим расширением столицы, а, следовательно, увеличением числа потенциальных пациентов и травмоопасных мест. Авторы исследования стремились разработать оригинальную и рабочую математическую модель, которую можно было бы применять для решения управленческих задач.

Основной целью данного исследования являлось повышение эффективности оказания амбулаторной помощи пациентам по профилю «травматология и ортопедия» в условиях мега-

полиса. Полученные результаты математического моделирования с использованием специально разработанного программного обеспечения подтвердили осуществимость рационального и регулируемого повышения доступности первичной специализированной травматологической помощи на территории Москвы путем сокращения среднего времени от момента получения травмы до оказания этой помощи. Исходя из этого, можно говорить о достижении поставленной цели исследования.

Постановка аналогичной цели и использование описанной методологии анализа не встречалось авторам исследования в других отечественных научных работах. Наиболее релевантной статьей может выступать труд И.М. Дементьева и А.Н. Гурова по описанию программного комплекса для паспортизации травматологических центров Московской области и контроля качества лечения пациентов [15]. Однако результатом работы коллег явилась модель по оценке текущего финансового и организационного состояния отдельных медицинских

организаций без возможности моделирования совокупного уровня эффективности при закрытии или открытия ряда профильных учреждений.

Ограничения исследования

Следует также отметить, что у данного исследования был ряд ограничений. К ним можно отнести отсутствие надежных статистических данных о непрописанном, но проживающем на территории Москвы населении, отсутствие усредненной оценки транспортной загруженности в течение последних лет, а также использование ежечасной посещаемости только за апрель 2019 г. Однако отсутствие этих данных не ставит под угрозу результаты и выводы данного исследования, поскольку авторами использовались наиболее статистически значимые показатели.

Заключение

Оценка эффективности сети уже функционирующих амбулаторных травматологических подразделений медицинских организаций и распределения новых подразделений является важным инструментом по организации столичного здравоохранения, потому что позволяет создать идеальную модель расположения профильных учреждений столиц. При этом не только повышается доступность медицинской помощи, но и возникает потенциал максимально точного прогнозирования затрат на формирование амбулаторной травматолого-ортопедической сети, а также оптимизации этих затрат.

Разработанная авторами модель может быть использована исполнительными органами власти Москвы для принятия административно-хозяйственных решений в целях улучшения эффективности оказания амбулаторной помощи пациентам.

Литература [References]

1. Андреева В.Э. Эффективность модели комплексного информационного обеспечения процесса оказания медицинской помощи пациентам травматолого-ортопедического профиля. *Менеджер здравоохранения*. 2018;(6):68-78. Andreyeva V.E. [The effectiveness of the model of the integrated information support of the process of providing medical care to patients of trauma and orthopedic surgery]. *Menedzher zdravookhraneniya* [Manager of Health Care]. 2018;(6):68-72. (In Russian).
2. Гончаренко В.А. Модели и методы анализа систем массового обслуживания с параметрической неопределенностью. *Интеллектуальные технологии на транспорте*. 2017;(4):5-6. Goncharenko V.A. [Models and methods of queueing systems analysis with parametric uncertainty]. *Intellektual'nye tekhnologii na transporte* [Intellectual Technologies on Transport]. 2017;(4):5-6. (In Russian).
3. Гриднев О.В., Загоруйченко А.А., Рыбкина Н.Л. Отдельные особенности совершенствования деятельности детских амбулаторно-поликлинических объединений. *Практическая медицина*. 2014;4(80):34-40. Gridnev O.V., Zagoruychenko A.A., Rybkina N.L. [Individual features of improving activities of children's outpatient associations]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical Medicine]. 2014;4(80):34-40. (In Russian).
4. Гришин С.Е., Демидова Е.И., Пучиньян Д.М., Федонников А.С., Норкин И.А. Институционализация травматологии и ортопедии в России. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2017;25(6):371-373. doi: 10.18821/0869-866X-2017-25-6-371-373. Grishin S.E., Demidova E.I., Puchinyan D.M., Fedonnikov A.S., Norkin I.A. [The institutionalization of traumatology and orthopedics in Russia]. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny* [Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine]. 2017;25(6):371-373. doi: 10.18821/0869-866X-2017-25-6-371-373. (In Russian).
5. Гришин С.Е., Норкин И.А., Пучиньян Д.М., Левченко К.К., Федонников А.С. К истории создания кафедры травматологии и ортопедии в Саратове (1918-1960-е гг.). *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2015;3(57):102-106. Grishin S.E., Norkin I.A., Puchinyan D.M., Levchenko K.K., Fedonnikov A.S. [History of the department of traumatology and orthopedics in Saratov (1918-1960)]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Vestnik of Saratov State Social and Economic University]. 2015;3(57):102-106. (In Russian).
6. Дементьев И.М., Гуров А.Н. Применение программного комплекса для паспортизации травматологических центров и контроля качества лечения пациентов, пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях в Московской области. *Врач и информационные технологии*. 2017;(3):39-45. Dementiev I.M., Gurov A.N. [Application of a software package for the certification of trauma centers and quality control of treatment of patients affected by road traffic accidents in the Moscow Region]. *Vrach i informatsionnye tekhnologii* [Information technologies for the Physician]. 2017;(3):39-45. (In Russian).
7. Каусова Г.К., Мусаева Н.Н. Оптимизация организации работы приёмного отделения многопрофильного стационара при экстренных обращениях травматологических пациентов. *Вестник Казахского национального медицинского университета*. 2017;(1):496-499. Kausova G.K., Mussayeva N.N. [Optimizing the performance of multi-field hospital emergency department by trauma patients' hospital visits]. *Vestnik Kazakhskogo natsional'nogo meditsinskogo universiteta* [Vestnik of Kazakhstan National Medical University]. 2017;(1):496-499. (In Russian).
8. Красильников И.А., Миронова Н.М., Соколова И.А. Имитационное моделирование приемного отделения городской больницы: построение цифровой модели и оптимизация деятельности. *Врач и информационные технологии*. 2018;(2):63-66. Krasilnikov I.A., Mironova N.M., Sokolova I.A. [Simulation of the admission department of the city hospital: building a digital model and optimizing the activity]. *Vrach i informatsionnye tekhnologii* [Information technologies for the Physician]. 2018;(2):63-66. (In Russian).

9. Кустов О.М. Конкуренция медицинских организаций как механизм обеспечения экономической безопасности системы здравоохранения. *Общество: политика, экономика, право*. 2016;(7):2-4.
Kustov O.M. [Competition between health organizations as a mechanism of economic security of the healthcare system]. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: Politics, Economics, Law]. 2016;(7):2-4. (In Russian).
10. Лебедев С.С., Новиков Ф.А. Необходимое и достаточное условие применимости алгоритма Дейкстры. *Компьютерные инструменты в образовании*. 2017;(4):5-13.
Lebedev S.S., Novikov F.A. [The necessary and sufficient condition for dijkstra's algorithm applicability]. *Komp'yuternye Instrumenty v Obrazovanii* [Computer Tools in Education]. 2017;(4):5-13. (In Russian).
11. Марков Д.С., Лившиц С.А., Гуров А.Н. Организация оказания специализированной медицинской помощи пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях с применением информационной системы для паспортизации травматологических центров московской области. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2018;(2):83-86. doi: 10.18821/0869-866X-2018-26-2-83-86.
Markov D.S., Livshits S.A., Gurov A.N. [The organization of specialized medical care support to victims of road traffic accidents using the informational system for issuing passports of traumatological centers of the Moscow oblast]. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny* [Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine]. 2018;(2):83-86. doi: 10.18821/0869-866X-2018-26-2-83-86. (In Russian).
12. Назарова В.В., Борисенкова К.А. Оценка эффективности системы здравоохранения в России. *Народонаселение*. 2017;4(78):119-134.
Nazarova V.V., Borisenkova K.A. [Assessment of the efficiency of the health care system in Russia]. *Narodonaselenie* [Population]. 2017;4(78):119-134. (In Russian).
13. Павлов А.И. Социально-экономическая эффективность деятельности травматологических центров (на примере ГБУЗ МО «Сергиево-Посадская районная больница»). *Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии*. 2018;1(35):15-18.
Pavlov A.I. [Social and economic effectiveness of the traumatological centers activity (on the example of Sergiev Posad district hospital)]. *Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii* [Service theory and practice: economics, social sphere, technology]. 2018;1(35):15-18. (In Russian).
14. Ратников А.Ю. Оценка эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений. *Достижения науки и образования*. 2018;18(40):28-31.
Ratnikov A.Yu. [Evaluation of the efficiency of the activity of medical and preventive institutions]. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya* [Achievements in Science and Education]. 2018;18(40):28-31. (In Russian).
15. Рябинин С.В., Яшников Е.В., Сидельников Р.И. Анализ работы травматологического отделения больницы скорой медицинской помощи № 1 г. Воронежа. *Прикладные информационные аспекты медицины*. 2017;20(3):187-190.
Ryabinin S.V., Yashnikov E.V., Sidelnikov R.I. [Analysis of the work of the trauma department of the emergency hospital No. 1 in Voronezh]. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny* [Applied Information Aspects of Medicine]. 2017;20(3):187-190. (In Russian).
16. Тандем интеллекта и технологий. *Медицинская газета*. 19 мая 2017; (35).
[Tandem of intelligence and technology]. *Meditsinskaya gazeta* [Medical Newspaper]. 2017 May 19; (35). (In Russian).
17. Тарасов В.Н., Ахметшина Э.Г. Среднее время ожидания в системе массового обслуживания H2/H2/1 с запаздыванием. *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки*. 2018;22(4):702-713. doi: http://doi.org/10.14498/vsgtu1607.
Tarasov V.N., Akhmetshina E.G. [The average waiting time in a H2/H2/1 queueing system with delay]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universitetata. Seriya: Fiziko-matematicheskie nauki* [Journal of Samara State Technical University, Ser. Physical and Mathematical Sciences]. 2018;22(4):702-713. doi: http://doi.org/10.14498/vsgtu1607. (In Russian).
18. Титовцев А.С. Физическая очередь в прикладной теории массового обслуживания. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2016;(2-3):967-971.
Titovtsev A.S. [Physical queuein the applied queueing theory]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2016;(2-3):967-971. (In Russian).
19. Тищенко С.А., Шахмурадян М.А. Методы машинного обучения в малом бизнесе: содержание и управление. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*. 2019;(6):83-95. doi: 10.21686/2413-2829-2019-6-83-95.
Tishchenko S.A., Shakhmuradian M.A. [Methods of Machine-Aided Training in Small Business: Content and Management]. *Vestnik Rossiiskog oekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics]. 2019;(6):83-95. doi: 10.21686/2413-2829-2019-6-83-95. (In Russian).
20. Ходакова О.В., Евстафьева Ю.В. Комплексная оценка официальных сайтов медицинских организаций. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2017;61(2):70-75. doi: 10.18821/0044-197X-2017-61-2-70-75.
Khodakova O.V., Evstafieva Yu.V. [The complex assessment of official web-sites of medical organizations]. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Healthcare of Russian Federation]. 2017;61(2):70-75. doi: 10.18821/0044-197X-2017-61-2-70-75. (In Russian).
21. Черкасов С.Н., Кудряшова Л.В., Егiazарян К.А. Анализ потребности как основа планирования объёмов высокотехнологичных видов медицинской помощи пациентам с заболеваниями костно-мышечной системы в городе Москве. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко*. 2015;(4-5):199-204.
Cherkasov S.N., Kudryashova L.V., Egiazyryan K.A. [Needs analysis as a basis for planning the volume of high-tech types of medical care for patients with diseases of the musculoskeletal system in the city of Moscow]. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo institute obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko* [Bulletin of Federal Scientific State Budgetary Institution «N.A. Semashko National Research Institute of Public Health»]. 2015;(4-5):199-204. (In Russian).
22. Шипова В.М., Воронцов Т.Н. Современные проблемы планирования медицинской помощи. *Бюллетень Национального научно-исследовательского институ-*

туда общественного здоровья имени Н.А. Семашко. 2014;(1):306-310.

- Shipova V.M., Vorontsov T.N. [Modern problems of planning medical care]. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo institute obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko* [Bulletin of Federal Scientific State Budgetary Institution «N.A. Semashko National Research Institute of Public Health»]. 2014;(1):306-310. (In Russian).
23. Шугинов А.А. Качественные преобразования в деятельности травматологического отделения первого уровня в меняющихся условиях современного здравоохранения. *Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири*. 2016;(1):97-106.
- Shuginov A.A. [Qualitative changes in activity of first level trauma department in changing modern healthcare]. *Vestnik po pedagogike i psikhologii Yuzhnoi*

Sibiri [Bulletin on Pedagogics and Psychology of Southern Siberia]. 2016;(1):97-106. (In Russian).

24. Ахмедова С.А., Становов В.В., Семенкин Е.С. Кооперация бионического и эволюционно-го алгоритмов для задач проектирования искусственных нейронных сетей. *Журнал Сибирского Федерального Университета. Математика и физика*. 2018;11(2):148-158.
- Akhmedova S.A., Stanovov V.V., Semenkin E.S. [Cooperation of bio-inspired and Evolutionary algorithms for neural network design]. *Zhurnal Sibirskogo Federal'nogo Universiteta. Matematika i fizika* [Journal of Siberian Federal University: Mathematics and Physics]. 2018;11(2):148-158. (In Russian).
25. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. 6.2.2.3 Softmax Units for Multinoulli Output Distributions. In: *Deep Learning*. MIT Press, 2016. p. 180-184.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дубров Вадим Эрикович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины, руководитель отдела травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова», Москва, Россия. vdubrov.2015@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5407-0432>

Злобина Юлия Сергеевна — канд. мед. наук, заведующая организационно-методическим отделом по травматологии и ортопедии, ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента ДЗ г. Москвы», Москва, Россия. dr.zlobina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5696-9190>

Тищенко Сергей Александрович — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры экономической информатики экономического факультета, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия. tichtch@yahoo.fr; <https://orcid.org/0000-0002-6410-068X>

Шахмурдян Михаил Андреевич — лаборант кафедры экономической информатики экономического факультета, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия. mshakhmuradyan@econ.msu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3797-6440>

Поспелов Никита Андреевич — студент магистратуры физического факультета, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия. nik-pos@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6637-2120>

Шустов Егор Анатольевич — аспирант кафедры финансов и кредита экономического факультета, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова». egorshustoff@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6250-5563>

Заявленный вклад авторов:

Дубров В.Э. — постановка целей и задач, разработка дизайна исследования, написание текста, формирование выводов, грамматическая и стилистическая корректировка.

Злобина Ю.С. — сбор, систематизация и анализ информации о расположении и эффективности работы травматологических пунктов города Москвы, написание текста, грамматическая и стилистическая корректировка.

Тищенко С.А. — разработка методологии сбора и анализа данных от травматологических учреждений, разработка алгоритма территориального размещения.

AUTHORS' INFORMATION:

Vadim E. Dubrov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the General and Specialized Surgery Chair, the Faculty of Fundamental Medicine; Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. vdubrov.2015@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5407-0432>

Yulia S. Zlobina — Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Organization and Methodology for Traumatology and Orthopedics, Scientific Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management, Moscow, Russia. dr.zlobina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5696-9190>

Sergey A. Tishchenko — Cand. Sci. (Phys. and Math.), Associate Professor, Department of Economic Informatics, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. tichtch@yahoo.fr; <https://orcid.org/0000-0002-6410-068X>

Mikhail A. Shakhmuradian — Laboratory Assistant, Department of Economic Informatics, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. mshakhmuradyan@econ.msu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3797-6440>

Nikita A. Pospelov — Graduate Student, Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. nik-pos@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6637-2120>

Egor A. Shustov — PhD Student, Department of Finance and Credit, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. egorshustoff@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6250-5563>

Шахмурадян М.А. — разработка информационной архитектуры математической модели, а также методологии сбора и анализа данных от травматологических учреждений.

Поспелов Н.А. — разработка и апробирование алгоритма территориального размещения.

Шустов Е.А. — анализ и исследование исторического развития травматологической помощи и демографических данных по населению административных округов в Москве.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Обзорная статья

УДК 616.728.3-007.248-089.819

<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-150-162>

Артроскопия при гонартрозе в XXI веке: систематический обзор актуальных исследований высокого уровня доказательности и рекомендаций профессиональных сообществ

А.В. Сараев¹, Т.А. Куляба¹, М.Ш. Расулов¹, Н.Н. Корнилов^{1,2}¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Введение. Актуальные данные доказательной медицины регулярно заставляют критически пересматривать традиционные и устоявшиеся подходы к лечению пациентов с патологией опорно-двигательной системы, в частности, страдающих гонартрозом. **Цель работы** — изучить научные работы высокого уровня доказательности (рандомизированные клинические исследования (РКИ) и метаанализы РКИ), а также базирующиеся на них рекомендации профессиональных сообществ для оценки целесообразности применения артроскопического лаважа, дебридмента и менискэктомии у больных гонартрозом. **Материал и методы.** В электронных базах данных PubMed, e-LIBRARY, EMBASE (Ovid), Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) за период с 2000 по 2019 г. было выявлено 148 публикаций, из которых далее исключены нерелевантные сообщения. Суммарно проанализированные РКИ включают анализ результатов лечения 1614 больных гонартрозом в возрасте 48,9–62,8 лет, а метаанализы — 20 770 пациентов в возрасте от 42,0 до 62,4 лет. **Результаты.** Артроскопический лаваж и/или дебридмент у больных гонартрозом не приводит к снижению боли и улучшению функции коленного сустава в долгосрочной перспективе и поэтому является нецелесообразным. На первом этапе лечения таких пациентов, в том числе с дегенеративными повреждениями менисков, предпочтение следует отдавать консервативному подходу вне зависимости от наличия «механических» симптомов (кратковременные самопроизвольно устраняющиеся блокады, эпизоды острой мимолетной нестабильности; болезненные щелчки и т.п.). Артроскопия показана только при неэффективности комплексного немедикаментозного (лечебная физкультура и физиотерапия) и фармакологического (нестероидные противовоспалительные препараты и внутрисуставные инъекции) лечения, проводимого в течение не менее 3 мес. у больных с гонартрозом без полнослойных дефектов хряща на сочленяющихся поверхностях и значимой фронтальной деформации, либо при блокаде коленного сустава, обусловленной разрывом мениска по типу «ручки лейки» или внутрисуставными телами. **Заключение.** Основываясь на принципах доказательной медицины, следует заключить, что артроскопия у больных гонартрозом малоэффективна и имеет весьма ограниченные показания. Поэтому при неудаче консервативного лечения предпочтение следует отдавать таким методам хирургического лечения, как околосуставные остеотомии и частичное или тотальное эндопротезирование коленного сустава.

Ключевые слова: гонартроз, остеоартрит, остеоартроз, коленный сустав, артроскопия, дебридмент, лаваж, менискэктомия.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

📖 Сараев А.В., Куляба Т.А., Расулов М.Ш., Корнилов Н.Н. Артроскопия при гонартрозе в XXI веке: систематический обзор актуальных исследований высокого уровня доказательности и рекомендаций профессиональных сообществ. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):150-162. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-150-162.

Cite as: Saraev A.V., Kulyaba T.A., Rasulov M.Sh., Kornilov N.N. [Arthroscopy for Knee Osteoarthritis in the XXI Century: a Systematic Review of Current High Quality Researches and Guidelines of Professional Societies]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):150-162. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-150-162.

✉ Сараев Александр Викторович / Alexander V. Saraev; e-mail: saraeff@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 15.09.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 26.10.2020.

© Сараев А.В., Куляба Т.А., Расулов М.Ш., Корнилов Н.Н., 2020



Arthroscopy for Knee Osteoarthritis in the XXI Century: a Systematic Review of Current High Quality Researches and Guidelines of Professional Societies

Alexander V. Saraev¹, Taras A. Kulyaba¹, Magomed Sh. Rasulov¹, Nikolai N. Kornilov^{1,2}

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

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

Abstract

Background. Current evidence based research data lead to reassessment of traditional approaches for treatment of patients with bone and joint disorders especially knee osteoarthritis (OA). **The purpose of the study** was to review randomized clinical trials (RCT) and meta-analyses of RCT as well as recent guidelines of professional societies for application of arthroscopic lavage, debridement and meniscectomy in knee OA. **Materials and Methods.** Databases PubMed, e-LIBRARY, EMBASE (Ovid), Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) were searched for the period from 2000 till 2019. From 138 heats irrelevant and poor quality studies were excluded. In total there were 1614 patients aged 48,9–62,8 in RCT and 20770 patients aged 42–62,4 in meta-analyses of RCT. **Results.** Both arthroscopic lavage and debridement do not lead to significant pain relief as well as functional improvement in long term therefore are not recommended. Non-surgical treatment should be the first line strategy in patients with early and moderate knee OA even with degenerative meniscal tears irrespective of mechanical symptoms like painful locking, catching or sudden giving way. Arthroscopy might be performed only if complex non-surgical treatment including non-steroidal anti-inflammatory drugs, structured exercises program and intra-articular injections failed after 3 months in patients without 'bone on bone' cartilage erosions and frontal malalignment or if the knee is mechanically locked due to bucked handle type meniscus tear or loose body. **Conclusion.** Evidence based medicine approach let us to conclude that arthroscopy in knee OA is non-efficient and rarely indicated therefore if proper non-surgical treatment is failed around the knee osteotomies and partial or total arthroplasty should be considered.

Keywords: degenerative knee disease, osteoarthritis of the knee, arthroscopic surgery, lavage, meniscectomy.

Funding: state budgetary funding.

Введение

К нозологической единице «гонартроз» (ГА) (деформирующий артроз, остеоартрит, остеоартроз) большинство авторов относят комплекс дегенеративно-дистрофических, а порой и воспалительных изменений в тканях, образующих коленный сустав (хрящ, мениски, субхондральный и метафизарный слои кости, синовиальная оболочка, связки, фиброзная капсула), а также во внесуставных образованиях, неотрывно связанных с функцией коленного сустава, к которым относятся сухожилия и мышцы, располагающиеся вблизи него (M17 по МКБ-10) [1]. Клинически заболевание проявляется ассоциированной с механической нагрузкой болью либо дискомфортом разной степени интенсивности, увеличением сустава в объеме, деформацией и прогрессирующим нарушением функции как самого коленного сустава, так и нижней конечности в целом [2]. Дегенеративные заболевания коленного сустава у пациентов старших возрастных групп выявляются с частотой около 25%: от 19% (95% доверительный интервал [ДИ], 15–24) среди женщин

в возрасте от 50 до 59 лет до 56% (95% ДИ; 46–66) среди мужчин в возрасте от 70 до 90 лет) [3].

В силу сложности и многообразия молекулярных механизмов, ответственных за развитие и прогрессирование ГА, до настоящего времени отсутствуют эффективные фармакологические средства, способные предотвратить либо замедлить его развитие. При раннем ГА наиболее действенной долгосрочной стратегией контроля за его прогрессированием является немедикаментозная, включающая снижение веса тела на 12–15% от исходного в сочетании с ходьбой, которая поддерживает все мышцы в оптимальном функциональном состоянии, обеспечивая активную подвижность нижней конечности. Краткосрочный анальгетический эффект обычно достигается за счет системного и местного применения нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) и локальной инъекционной терапии (кортикостероиды, гиалуронаты и т. п.). При умеренном и выраженном ГА эффективность вышеупомянутых лечебных мероприятий снижается, в связи с чем возникает

необходимость применения хирургического лечения, среди методов которого на сегодняшний день наибольшее распространение получили тотальная и частичная артропластика коленного сустава (эндопротезирование), корригирующие околосуставные остеотомии и артроскопия коленного сустава. Анализ целесообразности эндоскопических вмешательств у больных ГА с позиций доказательной медицины и посвящен данный обзор.

Первыми, кто обнаружил и описал улучшение самочувствия от промывания (лаважа) дегенеративно измененного коленного сустава, были в 1921 г. E. Bircher и в 1934 г. M.S. Burman с соавторами [4, 5]. Достижимый клинический эффект отечественные и зарубежные авторы связывали с элиминацией из полости сустава свободных фрагментов хряща, протеолитических ферментов и провоспалительных цитокинов [6, 7]. Рациональный дебридмент, заключающийся в удалении нестабильных фрагментов хряща, дегенеративно-измененных участков менисков, остеофитов, вызывающих импиджмент, гипертрофированных отделов синовиальной оболочки и свободных внутрисуставных тел, дополнял, по мнению приверженцев такого подхода, эффект, достигаемый промыванием сустава [8, 9]. Ряд исследователей при наличии полнослойных дефектов хряща рекомендовали сочетать вышеупомянутые манипуляции с различными способами мезенхимальной стимуляции для формирования «суперсгустка», способного заместить изношенный хрящ вновь образованной тканью, наибольшую популярность из которых приобрели создание микропереломов субхондральной кости («микрофрактуринг») и абразивная хондропластика [10].

Понимание важности применения принципов доказательной медицины при проведении научных исследований в хирургии на рубеже прошлого и нынешнего столетий привело к проведению ряда рандомизированных плацебо-контролируемых клинических исследований (РКИ) эффективности лаважа и дебридмента у больных гонартрозом [7, 11, 12]. Несмотря на имеющиеся ограничения данных работ, полученные результаты свидетельствовали о преимущественном преобладании плацебо-эффекта. Результаты подобных исследований высокого уровня доказательности незамедлительно нашли отражение в рекомендациях по лечению больных ГА, издаваемых профессиональными ортопедическими сообществами и ассоциациями. В качестве примера уместно процитировать самую влиятельную в общемировом масштабе Американскую академию ортопедических хирургов (AAOS): «Не рекомендуется проведение артроскопического лаважа и/или дебридмента в связи с неэффективностью и сопутствующим риском хирургических осложне-

ний». Эксперты присвоили данной рекомендации (№ 12) наиболее высокую степень доказательности: это означает маловероятность того, что последующие исследования смогут ее опровергнуть или изменить [13].

Несмотря на единство подобных рекомендаций в Северной Америке и Европе, артроскопия коленного сустава при гонартрозе по сегодняшний день является наиболее распространенной ортопедической процедурой, достигая двух миллионов вмешательств в год [14, 15, 16, 17]. Только в США артроскопии при дегенеративных заболеваниях коленного сустава обходятся системе здравоохранения более чем в \$3 млрд в год [18]. Интересен тот факт, что в большинстве случаев целесообразность артроскопии обосновывается наличием дегенеративного повреждения мениска/менисков, с которым клиницисты разных специальностей ассоциируют ответственность за персистенцию клинических симптомов заболевания.

Цель работы — основываясь на научных работах высокого уровня доказательности (рандомизированные клинические исследования (РКИ) и метаанализы РКИ), а также базирующихся на них актуальных рекомендациях профессиональных сообществ, оценить целесообразность применения артроскопического лаважа, дебридмента и менискэктомии у больных гонартрозом.

Материал и методы

Нами был проведен поиск англо- и русскоязычных публикаций в электронных базах данных PubMed, e-LIBRARY, EMBASE (Ovid), Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL) за период с 2000 по 2019 г. по ключевым словам: *артроскопия, гонартроз, остеоартрит, остеоартроз, коленный сустав, дебридмент, лаваж, менискэктомия*. Из 148 публикаций (с полным текстом), согласно критериям включения (исключены сообщения, где было менее 10 пациентов, а также с нерелевантными пациентами, дизайном, вмешательствами, наблюдениями) было отобрано 12 РКИ (сравнение хирургического и консервативного лечения), 12 обзорных статей и 3 РКИ (анализ осложнений артроскопии), 2 метаанализа, базирующихся на анализе РКИ, два мультидисциплинарных консенсуса и 8 рекомендаций профессиональных медицинских сообществ (ESSKA — European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy; AAOS — American Academy of Orthopaedic Surgeons; BOA — British Orthopaedic Association; AOA — Australian Orthopaedic Association; OARSI — Osteoarthritis Research Society International; NICE — National Institute of Health and Care Excellence, BASK — British Association for Surgery of the Knee, AAC — Arthroscopy Association of Canada) (рис.).

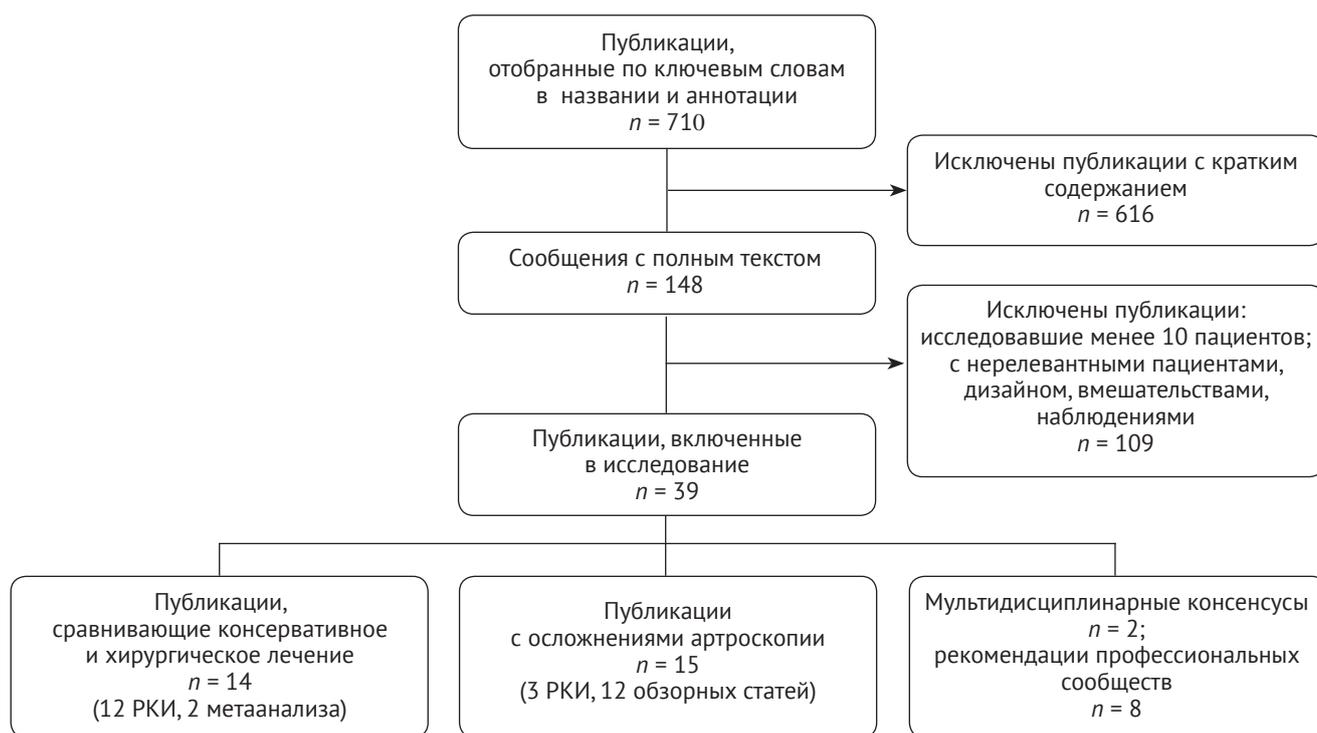


Рис. Процесс отбора публикаций по заданным критериям

Fig. Study selection process

Следует подчеркнуть, что единственным релевантным отечественным литературным источником по рассматриваемой проблеме оказались клинические рекомендации по лечению гонартроза 2013 г. [19].

Суммарно проанализированные РКИ включают 1614 пациентов со средним возрастом 54,8 лет (48,9–62,8 лет) (женщин в среднем 49,2% (5,0–81,7%)), а обзорные статьи и метаанализы — 20770 больных в возрасте от 42 до 62,4 лет (женщины составили от 39% до 64,6%).

Результаты

Учитывая то, что подавляющее большинство РКИ и рекомендаций профессиональных сообществ дифференцируют артроскопический лаваж и дебридмент от частичной резекции дегенеративно-измененных участков мениска, результаты использования этих двух вариантов эндоскопического пособия будут рассмотрены отдельно.

Артроскопический лаваж и дебридмент

Большинство профессиональных ассоциаций сходятся во мнении, что артроскопический лаваж и дебридмент противопоказан пациентам с четкими рентгенологическими признаками ГА (табл. 1).

В отношении рентгенологически неподтвержденного ГА и при наличии так называемых ме-

ханических симптомов (внезапные эпизоды неустойчивости в коленном суставе при ходьбе, сопровождающиеся щелчками, хрустом и острой болью, локализованной в проекции суставной линии; кратковременные самопроизвольно устраняющиеся блокады) рекомендации неоднозначны и расходятся в диапазоне от явного утверждения, что артроскопия «не показана», до того, что «показана». OARSI и AOA при этом воздерживаются от дополнительных комментариев для пациентов данной подгруппы.

В отечественных рекомендациях по лечению ГА от 2013 г. указано, что артроскопия коленного сустава, пораженного дегенеративно-дистрофическим процессом, может быть использована для подтверждения диагноза и уточнения тактики дальнейшего лечения при невозможности использования неинвазивных альтернатив, например, МРТ. Артроскопия показана у больных с I–II стадиями заболевания по классификации Н.С. Косинской с умеренно выраженным ограничением функции коленного сустава, при продолжительности болевого синдрома более 6 мес. и неэффективности комплексной консервативной терапии, нормальной оси нижней конечности или ее нарушении менее 5° и наличии жалоб и симптомов, свидетельствующих о сопутствующем повреждении менисков или наличии свободных внутрисуставных тел [19].

Таблица 1

Рекомендации профессиональных сообществ

Организация	Лаваж или дебридмент		
	Rg подтвержденный ГА	Rg неподтвержденный ГА	Механические симптомы
AAOS [13]	Против	Возможно	Возможно
ESSKA [20]	Против	За	За
BOA [21]	Против	За	За
AOA [22]	Против	Без комментариев	Без комментариев
OARSI [23]	Против	Без комментариев	Без комментариев
NICE [24]	Против	Против	За

За — явное утверждение, что артроскопия показана этим пациентам.

Против — явное утверждение, что артроскопия не показана этим пациентам.

Возможно — артроскопия рекомендована по отдельным показаниям.

Следует отметить, что хотя в большинстве стран после выхода вышеупомянутых рекомендаций за 10–15 лет произошло постепенное сокращение частоты использования артроскопического лаваж у больных ГА, тем не менее специалисты полностью не отказались от данного вмешательства [25].

Из 148 публикаций нами были отобраны 12 наиболее качественных РКИ, сравнивающих артроскопические вмешательства у пациентов с ГА, страдающих от персистирующего болевого

синдрома и сниженного качества жизни, как с хирургическими способами и методами лечения (немедикаментозными и фармакологическими, включая инъекционную терапию), так и с плацебо-операциями (разрез кожи без внутрисуставных манипуляций). Были исключены исследования с недостаточным количеством наблюдений, а также те, в которых участвовали пациенты с острой травмой. Характеристика количества пациентов и шкал оценки боли и функции сустава в изученных публикациях отражены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика рандомизированных клинических исследований, включенных в анализ

Исследование	Кол-во пациентов	Фактор для сравнения	Оценка боли	Оценка функции
Moseley J.B. с соавт., 2002 [26]	119	Плацебо-хирургия	SF-36 body pain	SF-36 physical function
Herrlin S. с соавторами, 2007, 2013 [27, 28]	96	Лечебная физкультура	KOOS pain	KOOS ADL
Kirkley A. с соавторами, 2008 [29]	188	Лечебная физкультура	WOMAC pain	WOMAC function
Katz J.N. с соавторами, 2013 [30]	351	Лечебная физкультура	KOOS pain	KOOS ADL
Sihvonen R. с соавторами, 2013 [31]	146	Ложная хирургия	VAS	Lysholm knee score
Vermesan D. с соавторами, 2013 [32]	114	Инъекции стероидных гормонов	Oxford knee score	Oxford knee score
Yim J.N. с соавторами, 2013 [33]	108	Лечебная физкультура	VAS	Lysholm knee score
Gauffin H. с соавторами, 2014 [34]	150	Лечебная физкультура	KOOS pain	KOOS ADL
Saeed K. с соавторами, 2015 [35]	120	Инъекции гиалуроновой кислоты	KSS	KSS
Stensrud S. с соавторами, 2015 [36]	82	Лечебная физкультура	Ordinal scale	Ordinal scale
Kise N.J. с соавторами, 2016 [37]	140	Лечебная физкультура	KOOS pain	KOOS ADL

ADL — Activities of Daily Living; KOOS — Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; KSS — American Knee Society Score; SF-36 — 36-Item Short-Form Survey; VAS — Visual Analogue Scale; WOMAC — Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index.

Анализ исследований выявил высокую достоверность доказательства того, что артроскопия коленного сустава приводит к очень небольшому уменьшению боли на срок до 3 мес. (средняя разница = 5,4 по 100-балльной шкале; 95% ДИ 2,0–8,8) и очень малому или отсутствующему уменьшению боли в период до 2 лет (средняя разница = 3,1; 95% ДИ 0,2–6,4) в сравнении с консервативным лечением.

В отношении функции сустава установлены умеренные доказательства того, что артроскопия коленного сустава приводит к небольшому улучшению в краткосрочной перспективе (средняя разница = 4,9 по 100-балльной шкале; 95% ДИ 1,5–8,4) и очень малому улучшению функции или его отсутствию через 2 года (средняя разница = 3,2; 95% ДИ 0,5–6,8).

Как и любое хирургическое вмешательство, несмотря на малоинвазивность, артроскопия может вызывать осложнения. В литературе среди интра- и периоперационных осложнений упоминаются травматизация нервных и сосудистых образований, тромбоз, воздушная эмболия, компартмент-синдром и повреждение инструментов [38]. В послеоперационном периоде могут развиваться гемартроз, тромбоз, эмболия и хирургическая

инфекция. Среди поздних осложнений отмечают спонтанный остеонекроз мышечков бедренной и/или большеберцовой костей (болезнь Альбека, асептический некроз), артрофиброз с формированием контрактуры и комплексный регионарный болевой синдром (CRPS).

Для анализа частоты и структуры осложнений после артроскопии коленного сустава у больных гонартрозом были изучены 15 исследований (отобранных из 148 проанализированных статей), детально освещающих данную проблему, среди которых было 12 ретро- и проспективных когортных исследований [39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50], а также три РКИ [30, 31, 37] (табл. 3).

Ключевыми видами зафиксированных осложнений в рассмотренных работах были летальность, венозная тромбоэмболия (ВТЭ), хирургическая инфекция и повреждения нервов. Для оценки количества ВТЭ учитывались исследования, сообщающие только о легочной эмболии или тромбозе глубоких вен, а также их совокупности.

Установлено, что развитие летального исхода и повреждения нервов в результате артроскопии относятся к крайне низким рискам, развитие инфекции к очень низким, а ВТЭ — к низким (табл. 4).

Таблица 3

Характеристика исследований, включенных в систематический обзор осложнений

Публикация	Вид исследования	Кол-во пациентов
Wai E.K. с соавторами, 2002 [39]	Ретроспективное когортное	14391
Hoppener M.R. с соавторами, 2006 [40]	Ретроспективное когортное	335
Yacub J.N. с соавторами, 2009 [41]	Ретроспективное когортное	12426
Jameson S.S. с соавторами, 2011 [42]	Ретроспективное когортное	261446
Hetsroni I. с соавторами, 2011 [43]	Ретроспективное когортное	418323
Maletis G.B. с соавторами, 2012 [44]	Ретроспективное когортное	20770
Name S.L. с соавторами, 2012 [45]	Ретроспективное когортное	314578
Yeranosian M.G. с соавторами, 2013 [46]	Ретроспективное когортное	432038
Bohensky M.A. с соавторами, 2014 [47]	Ретроспективное когортное	139031
Basques B.A. с соавторами, 2015 [48]	Ретроспективное когортное	17774
Krych A.J. с соавторами, 2015 [49]	Ретроспективное когортное	12595
Cancienne J.M. с соавторами, 2016 [50]	Проспективное когортное	173216
Katz J.N. с соавторами, 2013 [30]	Рандомизированное клиническое	174
Sihvonen R. с соавторами, 2013 [31]	Рандомизированное клиническое	70
Kise N.J. с соавторами, 2016 [37]	Рандомизированное клиническое	70

Таблица 4

Результаты исследования осложнений артроскопии коленного сустава у пациентов с гонартрозом в сравнении с консервативным лечением (наблюдение в течение 3 мес.)

Виды осложнений	Кол-во исследований (число пациентов в исследовании)	Артроскопия	Консервативное лечение
Летальность	7 (454086 пациентов)	<1 на 1000	0 на 1000
Повреждение нервов	1 (12426 пациентов)	<1 на 1000	0 на 1000
Инфекция	5 (603838 пациентов)	2 на 1000	0 на 1000
Венозная тромбоземболия	11 (119920 пациентов)	5 на 1000	0 на 1000

Среди ограничений следует отметить ретроспективный характер сбора данных в большинстве проанализированных работ: сведения в регистрах изначально собирались не для целей данных научных изысканий. В целом, публикации, сообщающие о смертности, ВТЭ и инфекции, показали противоречивые результаты как с клинической, так и статистической точек зрения, что снижает достоверность общей оценки. Исследование, сообщающее о повреждении нерва, было единственным, и поэтому его результаты следует трактовать с осторожностью [41].

Поздние осложнения в виде остеонекроза, артрофиброза и комплексного регионарного болевого синдрома (CRPS) в проанализированных сообщениях не зафиксированы.

О необходимости учитывать риск перипротезной инфекции у пациентов, которым после артроскопии может потребоваться замена коленного сустава, обсуждалось на международной согласительной конференции по перипротезной инфекции [51]. Участники пришли к соглашению, что наличие хирургических вмешательств на суставе в анамнезе (в том числе артроскопии) у пациентов, которым требуется артропластика коленного сустава, повышает риск развития воспалительных осложнений после ее выполнения.

Тем не менее даже при благоприятном течении послеоперационного периода для восстановления после артроскопии требуется от 2 до 6 нед., в течение которых сохраняется боль, отек и ограничение функции сустава [52]. Большинство пациентов не могут полноценно нагружать нижнюю конечность в первую неделю после операции, что требует применения дополнительной опоры; кроме этого, вождение автотранспорта и уровень физической активности в период восстановления также значимо ограничены [53].

Артроскопическая менискэктомия

В таблице 5 представлены руководящие принципы медицинских ассоциаций (ESSKA, AAOS, OARSI, NICE, AAC) и рекомендации профессиональных ортопедических сообществ (BOA, AOA, BASK) в отношении артроскопической менискэктомии у пациентов с рентгенологическими признаками гонартроза и без них, из которых следует, что однозначного мнения по данной проблеме на сегодняшний день нет.

Противоречивость рекомендаций может быть объяснена тем, что в большинстве анализируемых РКИ и метаанализов РКИ критерии включения варьировали весьма широко, в результате чего формировалась гетерогенная выборка пациентов с высокой частотой перехода из группы неоперативного лечения в хирургическую, либо зачастую вообще без какого-либо предшествующего консервативного лечения [54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61].

Отдельно следует выделить наиболее актуальные рекомендации по лечению пациентов с повреждениями менисков, основывающиеся на принципах доказательной медицины и сформулированные Ассоциацией хирургии коленного сустава Великобритании путем методологии консенсуса.

Первоначально была определена единая терминология относительно определения, диагностики и классификации повреждений менисков, после чего сформулированы 45 клинических сценариев, которые в дальнейшем обобщены в пять клинических групп с возможными рекомендациями по лечению. Окончательные рекомендации стратифицируют пациентов в зависимости от характера клинических симптомов и их продолжительности, анамнеза заболевания, данных клинического, рентгенологического и МРТ обследований, а также эффективности предшествующего лечения.

Рекомендации профессиональных сообществ

Организации	Артроскопическая резекция дегенеративного повреждения мениска	
	Rg доказанный OA	Rg/MPT недоказанный OA
AAOS [13]	Возможно	Возможно
ESSKA [19]	Против	За
BOA [20]	Без комментариев	За
AOA [21]	Против	За
OARSI [22]	Возможно	Без комментариев
NICE [23]	Без комментариев	Без комментариев
AAC [60]	Возможно	Возможно
BASK [61]	Против	Возможно (при неэффективности консервативного лечения в течение как минимум 12 нед.)

За — явное утверждение, что артроскопия показана этим пациентам.

Против — явное утверждение, что артроскопия не показана этим пациентам.

Возможно — возможная поддержка артроскопии в определенных условиях.

Применительно к теме данного исследования артроскопическое вмешательство на мениске признано неуместным у всех пациентов с выраженным гонартрозом или артрозом, который проявляется лишь типичными симптомами и клиническими признаками. У больных с ранним / умеренно выраженным гонартрозом после первичного обращения рекомендуется консервативная терапия в течение первых 3 мес. (НПВП, ЛФК, внутрисуставные инъекции), лишь при неэффективности которой и персистенции симптомов, а также явных клинических и МРТ признаков повреждения мениска определяются показания к его артроскопической резекции. Проведение артроскопии без предшествующего консервативного лечения рекомендуется только при развитии обусловленной повреждением мениска блокады сустава, которая не устраняется неоперативно [62].

Также к отличиям рекомендаций BASK от упомянутых в таблице 5 прочих следует отнести признание специалистами в области хирургии коленного сустава Великобритании, подавляющее большинство которых (97%) согласились придерживаться их в своей повседневной практике.

Осложнения после артроскопической резекции дегенеративных разрывов менисков встречаются в 0,27–2,80% случаев [19]. Структура осложнений принципиально не отличается от описанных выше, тем не менее следует принимать во внимание следующие факторы:

- если резекция достигает капсулярно-го прикрепления мениска, риск прогрессирования гонартроза выше, чем при частичной менискэктомии;

- с неудачными исходами прямо ассоциированы полнослойные дефекты хряща и наличие зон повреждения субхондральной кости на МРТ;
- в случае экструзии мениска к периферии возрастает риск развития остеонекроза.

Обсуждение

Первым заключением данного исследования можно считать единство мнений профессиональных сообществ, экспертных групп и результатов научных исследований высокой степени доказательности: артроскопический лаваж и дебридмент у больных гонартрозом не приводит к снижению боли и улучшению функции в долгосрочной перспективе. На протяжении периода наблюдения большинство пациентов в группах сравнения испытывают клинически значимые уменьшение боли и улучшение функции и без артроскопии [63]. Менее чем у 15% больных наблюдается слабое или умеренно выраженное превосходство в отношении купирования боли или улучшение функционального состояния на протяжении 3 мес. после артроскопической санации, которые, однако, не сохраняются в течение года.

В качестве второго заключения следует отметить консенсус в отношении метода выбора первой ступени лечения пациентов с дегенеративными повреждениями менисков: предпочтение следует отдавать консервативному подходу вне зависимости от наличия «механических» симптомов (кратковременные блокады, устраняющиеся самопроизвольно; эпизоды острой мимолетной нестабильности; болезненные щелчки и т.п.). Терапия должна сочетать короткий курс НПВП или анальгетиков (до 2 нед.) со структури-

рованной реабилитационной программой (в течение 8–16 нед.), включающей нейромышечную тренировку для улучшения контроля положения туловища и нижних конечностей относительно друг друга, коррекцию измененных двигательных паттернов, динамическое укрепление силы, выносливости и эластичности мышц нижней конечности [33, 36]. В отдельных случаях могут применяться внутрисуставные инъекции кортикостероидов [32].

Артроскопическая менискэктомия показана только при неэффективности консервативного лечения у пациентов с ранним и умеренно выраженным гонартрозом. Необходимость резекции мениска после неоперативного лечения вследствие его неэффективности варьирует в диапазоне от 17 до 30%. У пациентов с выраженными морфологическими признаками гонартроза, выявленными при рентгенографии или МРТ, а также при наличии только симптомов гонартроза артроскопическая резекция мениска не рекомендована. Артроскопическая резекция мениска показана в качестве метода выбора лечения первой ступени только при наличии неустранимой блокады сустава, которая напрямую обусловлена данным повреждением [64].

Дегенеративные повреждения менисков характерны для пациентов возрастной группы старше 35 лет, а у больных гонартрозом их частота достигает 75–95%. Они не ассоциированы с острой и типичной по механизму травмой, а могут провоцироваться минимальным по силе воздействием или повторяющейся хронической перегрузкой коленного сустава в следствие фронтальной деформации конечности, ожирения, профессиональных статических нагрузочных и т.п. [65]. Патогенез дегенеративных повреждений более сложен и менее изучен, чем травматических разрывов: они происходят на фоне прогрессирующей мукоидной дегенерации и ослабления прочности ткани на микроуровне, обусловленными старением или гонартрозом [66]. Типичная локализация — это задний рог или тело медиального мениска, а по конфигурации чаще встречаются горизонтальное расслоение, лоскутный/косой разрыв с горизонтальным компонентом и сложные многоплоскостные разрывы.

С повышением возраста частота дегенеративных повреждений менисков прогрессивно возрастает, причем у большинства случайно обследованных (около 60%) какие-либо клинические симптомы отсутствуют [3]. Более чем у 60% пациентов возрастной группы около 40 лет, госпитализируемых для артроскопической резекции мениска, в контралатеральном бессимптомном суставе наблюдаются признаки аналогичного дегенеративного повреждения [67].

Является ли боль клиническим проявлением дегенеративного повреждения мениска как следствие механической нестабильности поврежденных фрагментов? Скорее всего, нет, так как в аваскулярной зоне мениска нервные окончания отсутствуют, а пенетрация сосудов от паракапсулярной зоны у взрослых составляет лишь порядка 10–30% в медиальном и 10–25% в латеральном менисках [68]. Горизонтальное расслоение мениска довольно стабильно, чтобы вызывать подобные симптомы [69]. Боль возникает вследствие дисфункции поврежденного мениска, то есть снижения его демпфирующих свойств, в результате чего увеличивается механическая нагрузка на хрящ и подлежащую субхондральную кость. Возникающие зоны повреждения субхондральной кости (bone marrow lesions), хорошо визуализирующиеся на МРТ, прямо ассоциированы с интенсивностью и динамикой болевого синдрома, а также степенью экструзии мениска к периферии, которая, в свою очередь, также напрямую коррелирует с прогрессированием гонартроза [70]. По данным С. Scher с соавторами, появление зон повреждения субхондральной кости почти в 9 раз повышает риск эндопротезирования в ближайшей перспективе [71]. Локальный синовит и параменисковая киста также могут быть источниками боли [72].

При раннем, а нередко и умеренно выраженном гонартрозе, выраженность симптомов может колебаться в широких пределах: периоды обострений самопроизвольно сменяются спонтанными ремиссиями, зачастую и без какого-либо лечения [2].

Отказ от неэффективных методов лечения больных гонартрозом не только экономит средства системы здравоохранения, позволяя избежать неоправданных затрат, но и элиминирует потенциальные осложнения, отдельные из которых, в частности остеонекроз, крайне неблагоприятно отражаются на течении заболевания, ускоряя необходимость эндопротезирования сустава. Вместе с тем полностью артроскопия из арсенала хирургических методов лечения больных гонартрозом не должна исключаться, так как в отдельных клинических ситуациях она может оказаться полезной, например, при блокаде сустава, обусловленной повреждением мениска.

Заключение

Научные исследования высокого уровня доказательности (РКИ и метаанализы РКИ), а также основывающиеся на них актуальные рекомендации международных профессиональных сообществ не рекомендуют выполнять артроскопический лаваж и дебридмент у больных гонартрозом в связи с неэффективностью.

При наличии у пациента дегенеративного повреждения мениска вне зависимости от наличия «механических» симптомов в качестве терапии первой степени следует придерживаться неоперативного лечения, включающего короткий курс НПВП и реабилитационную программу, направленную на улучшение функционального состояния мышц нижней конечности и туловища, продолжительностью не менее 12–16 нед. Артроскопическая менискэктомия показана при неэффективности неоперативного подхода и только у пациентов с ранним и умеренным гонартрозом. При наличии выраженных рентгенографических или МРТ признаков дегенеративного процесса («кость на кости» и т.п.), а также лишь обычных симптомов гонартроза артроскопическая резекция мениска не рекомендована.

Таким образом, основываясь на принципах доказательной медицины следует заключить, что артроскопия у больных гонартрозом малоэффективна и имеет весьма ограниченные показания, поэтому при неудаче консервативного лечения предпочтение следует отдавать таким методам хирургического лечения, как околоуставные остеотомии и частичное или тотальное эндопротезирование коленного сустава.

Литература [References]

- Madry H., Kon E., Condello V., Peretti G.M., Steinwachs M., Seil R. et al. Early osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(6):1753-1762. doi: 10.1007/s00167-016-4068-3.
- Guillemin F., Ricatte C., Barcenilla-Wong A., Schoumacker A., Cross M., Alleyrat C. et al. Developing a Preliminary Definition and Domains of Flare in Knee and Hip Osteoarthritis (OA): Consensus Building of the Flare-in-OA OMERACT Group. *J Rheumatol.* 2019;46(9):1188-1191. doi: 10.3899/jrheum.181085.
- Englund M., Guermazi A., Gale D., Hunter D.J., Aliabadi P., Clancy M. et al. Incidental meniscal findings on knee MRI in middle-aged and elderly persons. *N Engl J Med.* 2008;359(11):1108-1115. doi: 10.1056/NEJMoa0800777.
- Kieser C.W., Jackson R.W. Eugen Bircher (1882-1956) the first knee surgeon to use diagnostic arthroscopy. *Arthroscopy.* 2003;19(7):771-776. doi: 10.1016/s0749-8063(03)00693-5.
- Burman M.S. Subcutaneous Rupture of the Tendon of the Tibialis Anticus. *Ann Surg.* 1934;100(2):368-372. doi: 10.1097/0000658-193408000-00013.
- Миронова З.С. Фалех Ф.Ю. Артроскопия и артрография коленного сустава. М.: Медицина, 1982. 112 с. Mironova Z.S. Faleh F.U. Arthroscopy and arthrography of the knee joint. M.: Medicine, 1982. 112 p. (In Russian).
- Kalunian K.C., Moreland L.W., Klashman D.J., Brion P.H., Concoff A.L., Myers S. et al. Visually-guided irrigation in patients with early knee osteoarthritis: a multicenter randomized, controlled trial. *Osteoarthritis Cartilage.* 2000;8(6):412-418. doi: 10.1053/joca.1999.0316.
- Gross D.E., Brenner S.L., Esformes I., Gross M.L. Arthroscopic treatment of degenerative joint disease of the knee. *Orthopedics.* 1991;14(12):1317-1321.
- Baumgaertner M.R., Cannon W.D. Jr, Vittori J.M., Schmidt E.S., Maurer R.C. Arthroscopic debridement of the arthritic knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(253):197-202.
- Yen Y.M., Cascio B., O'Brien L., Stalzer S., Millett P.J., Steadman J.R. Treatment of osteoarthritis of the knee with microfracture and rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(2):200-205. doi: 10.1249/mss.0b013e31815cb212.
- Kirkley A., Birmingham T.B., Litchfield R.B., Giffin J.R., Willits K.R., Wong C.J. et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2008;359(11):1097-1107. doi: 10.1056/NEJMoa0708333.
- Moseley J.B., O'Malley K., Petersen N.J., Menke T.J., Brody B.A., Kuykendall D.H. et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med.* 2002;347(2):81-88. doi: 10.1056/NEJMoa013259.
- Jevsevar D.S. Treatment of osteoarthritis of the knee: evidence-based guideline, 2nd edition. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(9):571-576. doi: 10.5435/JAAOS-21-09-571.
- Cullen K.A., Hall M.J., Golosinskiy A. Ambulatory surgery in the United States, 2006. *Natl Health Stat Report.* 2009;(11):1-25.
- Hamilton D.F., Howie C.R. Knee arthroscopy: influence of systems for delivering healthcare on procedure rates. *BMJ.* 2015;351:h4720. doi: 10.1136/bmj.h4720.
- Adelani M.A., Harris A.H., Bowe T.R., Giori N.J. Arthroscopy for knee osteoarthritis has not decreased after a clinical trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(2):489-494. doi: 10.1007/s11999-015-4514-4.
- Bohensky M.A., Sundararajan V., Andrianopoulos N., de Steiger R.N., Bucknill A., Kondogiannis C.M. et al. Trends in elective knee arthroscopies in a population-based cohort, 2000-2009. *Med J Aust.* 2012;197:399-403. doi: 10.5694/mja11.11645.
- Järvinen T.L., Guyatt G.H. Arthroscopic surgery for knee pain. *BMJ.* 2016;354:i3934. doi: 10.1136/bmj.i3934.
- Гонартроз и сходные с ним клинические состояния: клинические рекомендации. Сост. Н.Н. Корнилов. Санкт-Петербург, 2013. Режим доступа: <https://mzur.ru/upload/Гонартроз.pdf>
- Gonarthrosis and similar clinical conditions (clinical recommendations) Kornilov N.N. Saint Petersburg, 2013. (In Russian). Available from: <https://mzur.ru/upload/Гонартроз.pdf>
- Beaufils P., Becker R., Kopf S., Englund M., Verdonk R., Ollivier M., Seil R. Surgical management of degenerative meniscus lesions: the 2016 ESSKA meniscus consensus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Feb;25(2):335-346. doi: 10.1007/s00167-016-4407-4.
- British Orthopaedic Association, British Association for Surgery of the Knee. BOA/BASK response to media reports regarding knee arthroscopy. *BMJ.* 2015;350:h2747. Available from: www.bmj.com/content/350/bmj.h2747.
- Position Statement From the Australian Knee Society on Arthroscopic Surgery of the Knee, Including Reference to the Presence of Osteoarthritis or Degenerative Joint Disease: Updated October 2016. *Orthop J Sports Med.* 2017;5(9):2325967117728677. doi: 10.1177/2325967117728677.
- Zhang W., Moskowitz R.W., Nuki G., Abramson S., Altman R.D., Arden N., et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus

- guidelines. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008;16:137-162. doi: 10.1016/j.joca.2007.12.013
24. National Institute for Health and Clinical Extndence. Arthroscopic knee washout, with or without debridement, for the treatment of osteoarthritis (Interventional procedures guidance IPG230). 2007. Режим доступа: <https://www.nice.org.uk/guidance/ipg230>.
 25. Abram S.G.F., Judge A., Beard D.J., Wilson H.A., Price A.J. Temporal trends and regional variation in the rate of arthroscopic knee surgery in England: analysis of over 1.7 million procedures between 1997 and 2017. Has practice changed in response to new evidence? *Br J Sports Med*. 2019;53(24):1533-1538. doi: 10.1136/bjsports-2018-099414.
 26. Moseley J.B., O'Malley K., Petersen N.J., Menke T.J., Brody B.A., Kuykendall D.H. et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med*. 2002;347:81-88. doi: 10.1056/NEJMoa013259.
 27. Herrlin S., Hållander M., Wange P., Weidenhielm L., Werner S. Arthroscopic or conservative treatment of degenerative medial meniscal tears: a prospective randomised trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15(4):393-401. doi: 10.1007/s00167-006-0243-2.
 28. Herrlin S.V., Wange P.O., Lapidus G., Hållander M., Werner S., Weidenhielm L. Is arthroscopic surgery beneficial in treating non-traumatic, degenerative medial meniscal tears? A five year follow-up. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:358-364. doi: 10.1007/s00167-012-1960-3.
 29. Kirkley A., Birmingham T.B., Litchfield R.B., Giffin J.R., Willits K.R., Wong C.J. et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med*. 2008;359(11):1097-1107. doi: 10.1056/NEJMoa0708333.
 30. Katz J.N., Brophy R.H., Chaisson C.E., de Chaves L., Cole B.J., Dahm D.L. et al. Surgery versus physical therapy for a meniscal tear and osteoarthritis. *N Engl J Med*. 2013;368(18):1675-1684. doi: 10.1056/NEJMoa1301408.
 31. Sihvonen R., Paavola M., Malmivaara A., Itälä A., Joukainen A., Nurmi H. et al. Arthroscopic partial meniscectomy versus sham surgery for a degenerative meniscal tear. *N Engl J Med*. 2013;369:2515-2524. doi: 10.1056/NEJMoa1305189.
 32. Vermesan D., Prejbeanu R., Laitin S., Damian G., Deleanu B., Abbinante A. et al. Arthroscopic debridement compared to intra-articular steroids in treating degenerative medial meniscal tears. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013;17:3192-3196.
 33. Yim J.H., Seon J.K., Song E.K., Choi J.I., Kim M.C., Lee K.B. et al. A comparative study of meniscectomy and nonoperative treatment for degenerative horizontal tears of the medial meniscus. *Am J Sports Med*. 2013;41(7):1565-1570. doi: 10.1177/0363546513488518.
 34. Gauffin H., Tagesson S., Meunier A., Magnusson H., Kvist J. et al. Knee arthroscopic surgery is beneficial to middle-aged patients with meniscal symptoms: a prospective, randomised, single-blinded study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014;22(11):1808-1816. doi: 10.1016/j.joca.2014.07.017.
 35. Saeed K., Khan S.A., Ahmed I. Efficacy of intra articular hyaluronic acid versus arthroscopic debridement in terms of improvement in pain score in Kellgran-Lawrence Grading II & III osteoarthritis of knee joint. *Pakistan J Med Health Sci*. 2015;9:1011-1015.
 36. Stensrud S., Risberg M.A., Roos E.M. Effect of exercise therapy compared with arthroscopic surgery on knee muscle strength and functional performance in middle-aged patients with degenerative meniscus tears: a 3-mo follow-up of a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2015;94(6):460-473. doi: 10.1097/PHM.0000000000000209.
 37. Kise N.J., Risberg M.A., Stensrud S., Ranstam J., Engebretsen L., Roos E.M.. Exercise therapy versus arthroscopic partial meniscectomy for degenerative meniscal tear in middle aged patients: randomised controlled trial with two year follow-up. *BMJ*. 2016;354:i3740. doi: 10.1136/bjsports-2016-i3740rep.
 38. Mayr H.O., Stoehr A. [Complications of knee arthroscopy]. *Orthopade*. 2016;45(1):4-12. (In German). doi: 10.1007/s00132-015-3182-0.
 39. Wai E.K., Kreder H.J., Williams J.I. Arthroscopic debridement of the knee for osteoarthritis in patients fifty years of age or older: utilization and outcomes in the Province of Ontario. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(1):17-22. doi: 10.2106/00004623-200201000-00003.
 40. Hoppener M.R., Ettema H.B., Henny C.P., Verheyen C.C., Büller H.R. Low incidence of deep vein thrombosis after knee arthroscopy without thromboprophylaxis: a prospective cohort study of 335 patients. *Acta Orthop*. 2006;77(5):767-771. doi: 10.1080/17453670610012962
 41. Yacub J.N., Rice J.B., Dillingham T.R. Nerve injury in patients after hip and knee arthroplasties and knee arthroscopy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2009;88(8):635-641; quiz 642-644, 691. doi: 10.1097/PHM.0b013e3181ae0c9d.
 42. Jameson S.S., Downen D., James P., Serrano-Pedraza I., Reed M.R., Deehan D.J. The burden of arthroscopy of the knee: a contemporary analysis of data from the English NHS. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(10):1327-1333. doi: 10.1302/0301-620X.93B10.27078.
 43. Hetsroni I., Lyman S., Do H., Mann G., Marx R.G.. Symptomatic pulmonary embolism after outpatient arthroscopic procedures of the knee: the incidence and risk factors in 418,323 arthroscopies. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93:47-51. doi: 10.1302/0301-620X.93B1.25498
 44. Maletis G.B., Inacio M.C., Reynolds S., Funahashi T.T. Incidence of symptomatic venous thromboembolism after elective knee arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:714-720. doi: 10.2106/JBJS.J.01759.
 45. Hame S.L., Nguyen V., Ellerman J., Ngo S.S., Wang J.C., Gamradt S.C. Complications of arthroscopic meniscectomy in the older population. *Am J Sports Med*. 2012;40:1402-1405. doi: 10.1177/0363546512443043.
 46. Yeranorian M.G., Petrigliano F.A., Terrell R.D., Wang J.C., McAllister D.R. Incidence of postoperative infections requiring reoperation after arthroscopic knee surgery. *Arthroscopy*. 2013;29:1355-1361. doi: 10.1016/j.arthro.2013.05.007.
 47. Bohensky M.A., Ademi Z., deSteiger R., Liew D., Sundararajan V., Bucknill A. et al. Quantifying the excess cost and resource utilisation for patients with complications associated with elective knee arthroscopy: a retrospective cohort study. *Knee*. 2014;21(2):491-496. doi: 10.1016/j.knee.2013.11.009.
 48. Basques B.A., Gardner E.C., Varthi A.G., Fu M.C., Bohl D.D., Golinvaux N.S. et al. Risk factors for short-term adverse events and readmission after arthroscopic meniscectomy: does age matter?. *Am J Sports Med*. 2015;43(1):169-175. doi: 10.1177/0363546514551923.
 49. Krych A.J., Sousa P.L., Morgan J.A., Levy B.A., Stuart M.J., Dahm D.L. Incidence and risk factor analysis of symptomatic venous thromboembolism after knee arthroscopy. *Arthroscopy*. 2015;31(11):2112-2118. doi: 10.1016/j.arthro.2015.04.091.

50. Cancienne J.M., Gwathmey F.W., Werner B.C. Intraoperative corticosteroid injection at the time of knee arthroscopy is associated with increased postoperative infection rates in a large medicare population. *Arthroscopy*. 2016;32(1):90-95. doi: 10.1016/j.arthro.2015.09.003.
51. Материалы международной согласительной конференции по перипротезной инфекции: пер. с англ.; под ред. Р.М. Тихилова – СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014. 355 с.
[Proceedings of the International Consensus Meeting on Periprosthetic Joint Infection]. Russian Edition ed. by R. Tikhilov. St. Petersburg, 2014. 355 p. (In Russian).
52. Lubowitz J.H., Ayala M., Appleby D. Return to activity after knee arthroscopy. *Arthroscopy*. 2008;24:58-61. doi: 10.1016/j.arthro.2007.07.026.
53. Pihl K., Roos E.M., Nissen N. et al. Over-optimistic patient expectations of recovery and leisure activities after arthroscopic meniscus surgery. *Acta Orthop*. 2016;87(6):615-621. doi: 10.1080/17453674.2016.1228411.
54. Katz J.N., Jones M.H. Treatment of meniscal tear: the more we learn, the less we know. *Ann Intern Med*. 2016;164:503-504. doi: 10.7326/M16-0049
55. Slomski A. Surgery no benefit to patients with meniscal tears. *JAMA*. 2016;316(12):1250. doi: 10.1001/jama.2016.12223.
56. Buchbinder R. Meniscectomy in patients with knee osteoarthritis and a meniscal tear? *N Engl J Med*. 2013;368(18):1740-1741. doi: 10.1056/NEJMe1302696.
57. Lohmander L.S., Thorlund J.B., Roos E.M. Routine knee arthroscopic surgery for the painful knee in middle-aged and old patients – time to abandon ship. *Acta Orthop*. 2016;87:2-4. doi: 10.3109/17453674.2015.1124316.
58. Gandhi R., Perruccio A.V., Kakar S., Haddad F.S. Putting the baby back in the bathwater: the interpretation of randomised trials in surgery. *Bone Joint J*. 2015;97-B(11):1456-1457. doi: 10.1302/0301-620X.97B11.36981.
59. Liebs T.R., Ziebarth K., Berger S. Randomized controlled trials for arthroscopy in degenerative knee disease: was conservative therapy appropriately tried prior to arthroscopy? *Arthroscopy*. 2018;34(5):1680-1687.e6. doi: 10.1016/j.arthro.2017.12.016.
60. Stone J.A., Salzler M.J., Parker D.A., Becker R., Harner C.D. Degenerative meniscus tears – assimilation of evidence and consensus statements across three continents: state of the art. *J ISAKOS Joint Disord Orthop Sport Med*. 2017;2(2):108-119. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/jisakos-2015-000003>.
61. Bollen S.R. Is arthroscopy of the knee completely useless? Meta-analysis – a reviewer's nightmare. *Bone Joint J*. 2015;97-B:1591-1592. doi: 10.1302/0301-620X.97B12.37456.
62. Price A.J., Haddad F.S., Beard D.J. New guidelines for the use of arthroscopic meniscal knee surgery. *Bone Joint J*. 2019;101-B(6):625-626. doi: 10.1302/0301-620X.101B6.BJJ-2019-0550.
63. Siemieniuk R.A.C., Harris I.A., Agoritsas T., Poolman R.W., Brignardello-Petersen R., Van de Velde S. et al. Arthroscopic surgery for degenerative knee arthritis and meniscal tears: a clinical practice guideline. *Br J Sports Med*. 2018;52(5):313. doi: 10.1136/bjsports-2017-j1982rep.
64. Abram S.G.F., Beard D.J., BASK Meniscal Working Group. Arthroscopic meniscal surgery: a national society treatment guideline and consensus statement. *Bone Joint J*. 2019;101-B(6):652-659. doi: 10.1302/0301-620X.101B6.BJJ-2019-0126.R1.
65. Kumm J., Roemer F.W., Guermazi A., Turkiewicz A., Englund M. Natural History of Intrameniscal Signal Intensity on Knee MR Images: Six Years of Data from the Osteoarthritis Initiative. *Radiology*. 2016;278(1):164-171. doi: 10.1148/radiol.2015142905.
66. Sun Y., Mauerhan D.R., Kneisl J.S., James Norton H., Zinchenko N. et al. Histological examination of collagen and proteoglycan changes in osteoarthritic menisci. *Open Rheumatol J*. 2012;6:24-32. doi: 10.2174/1874312901206010024.
67. Zanetti M., Pfirrmann C.W., Schmid M.R., Romero J., Seifert B., Hodler J. Patients with suspected meniscal tears: prevalence of abnormalities seen on MRI of 100 symptomatic and 100 contralateral asymptomatic knees. *AJR Am J Roentgenol*. 2003;181(3):635-641. doi: 10.2214/ajr.181.3.1810635.
68. Brian D., Mackenzie W.G., Shim S.S., Leung G. (1985) The vascular and nerve supply of the human meniscus. *Arthroscopy*. 1985;1(1):58-62. doi: 10.1016/s0749-8063(85)80080-3.
69. Sihvonen R., Englund M., Turkiewicz A., Järvinen T.L.. Finnish Degenerative Meniscal Lesion Study Group. Mechanical symptoms and arthroscopic partial meniscectomy in patients with degenerative meniscus tear: a secondary analysis of a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2016;164:44955. doi:10.7326/M15-0899.
70. Englund M., Guermazi A., Roemer F.W., Yang M., Zhang Y., Nevitt M.C. et al. Meniscal pathology on MRI increases the risk for both incident and enlarging subchondral bone marrow lesions of the knee: the MOST Study. *Ann Rheum Dis*. 2010;69(10):1796-802. doi: 10.1136/ard.2009.121681.
71. Scher C., Craig J., Nelson F. Bone marrow edema in the knee in osteoarthrosis and association with total knee arthroplasty within a three-year follow-up. *Skeletal Radiol*. 2008;37(7):609-617. doi: 10.1007/s00256-008-0504-x.
72. De Smet A.A., Graf B.K., del Rio A.M. Association of parameniscal cysts with underlying meniscal tears as identified on MRI and arthroscopy. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196(2):W180-186. doi: 10.2214/AJR.10.4754.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сараев Александр Викторович — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, младший научный сотрудник научного отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. saraeff@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9223-6330>

AUTHORS' INFORMATION:

Alexander V. Saraev — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Researcher, Knee Pathology Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. saraeff@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9223-6330>

Куляба Тарас Андреевич — д-р мед. наук, руководитель научного отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. taraskuliaba@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3175-4756>

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

Корнилов Николай Николаевич — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург; доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. drkornilov@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6905-7900>

Taras A. Kulyaba — Dr. Sci. (Med.), Head of the Knee Pathology Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. taraskuliaba@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3175-4756>

Magomed Sh. Rasulov — PhD Student, Orthopaedic Surgeon, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. magomed93r@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3392-1853>

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

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Лечение стойкого болевого синдрома при остеоартрите коленного сустава методом селективной эмболизации ветвей подколенной артерии: обзор литературы

М.Н. Козадаев, И.Н. Щаницын, М.В. Гиркало, С.П. Бажанов,
В.Ю. Ульянов, О.А. Кауц

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России,
НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия

Реферат

Актуальность. Лечение остеоартрита коленного сустава на ранних стадиях и сопровождающего его болевого синдрома чаще всего состоит из комбинации фармакологической терапии, лечебной физкультуры и физиотерапии, однако методики, демонстрирующей свою абсолютную эффективность, до сих пор нет. В числе новых малоинвазивных способов лечения в настоящее время исследуется и апробируется транскатетерная артериальная эмболизация (ТАЭ) ветвей подколенной артерии. **Цель исследования** — определить место транскатетерной артериальной эмболизации в структуре современных методов лечения гонартроза на основе анализа научных публикаций. **Материал и методы.** Поиск источников проводился в электронных базах PubMed и eLIBRARY с 2010 по 2020 г. **Результаты.** ТАЭ подколенных артерий является новым минимально инвазивным способом лечения остеоартрита коленного сустава. Авторы всех публикаций отмечают наличие патологически разросшейся сосудистой сети и 100% технический успех её эмболизации. Опубликованные результаты исследований демонстрируют снижение болевого синдрома у больных, резистентных к консервативному лечению, минимальные возможные осложнения и хорошие отдаленные исходы. **Заключение.** Учитывая, что способ лечения остеоартрита коленного сустава методом ТАЭ является новым, а количество всех опубликованных результатов не превышает двухсот, необходимо его дальнейшее разностороннее изучение и проведение рандомизированных клинических исследований.

Ключевые слова: коленный сустав, остеоартрит, воспаление, неангиогенез, транскатетерная селективная артериальная эмболизация.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Козадаев М.Н., Щаницын И.Н., Гиркало М.В., Бажанов С.П., Ульянов В.Ю., Кауц О.А. Лечение стойкого болевого синдрома при остеоартрите коленного сустава методом селективной эмболизации ветвей подколенной артерии: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):163-174. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-163-174.

Cite as: Kozadaev M.N., Shchanitsyn I.N., Girkalo M.V., Bazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Kauts O.A. [Management of Chronic Pain Syndrome in Knee Osteoarthritis with Selective Embolization of Popliteal Artery Branches: Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):163-174. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-163-174.

✉ Козадаев Максим Николаевич / Maksim N. Kozadaev; e-mail: m_kozadaev_ortoped@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 14.07.2020. Принята в печать/Accepted for publication: 14.09.2020.



Management of Chronic Pain Syndrome in Knee Osteoarthritis with Selective Embolization of Popliteal Artery Branches: Review

Maksim N. Kozadaev, Ivan N. Shchanitsyn, Mikhail V. Girkalo, Sergey P. Bazhanov, Vladimir Yu. Ulyanov, Oleg A. Kauts

V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia

Abstract

Background. Treatment of knee osteoarthritis (OA) in early stages as well as the pain syndrome associated with it usually suggests the combination of medicines and physical therapy means. However, no method has proven its absolute efficiency yet. Transcatheter arterial embolization of popliteal branches is a new minimally invasive treatment that is currently being studied and tested. **The objective** of our research was the analysis as well as generalization of the outcomes of the pain syndrome in knee OA treatment with the selective embolization of popliteal branches. **Materials and Methods.** The reviewed articles were retrieved from PubMed database and eLIBRARY digital library considering the criteria like the emboli material, size, and type; possible complications and their effect on the outcome; the patient enrolment criteria for this type of surgical management; the short and long-term outcomes. **Results.** Transcatheter arterial embolization of popliteal branches is a new minimally invasive method of knee OA treatment. All authors revealed the pathology growth of the vasculature and its complete embolization as a result of the intervention. The review articles present a significant abatement in patients resistant to conventional medical treatment, minimal possible complications, and good long-term outcomes. **Conclusion.** Since this method of knee OA management is new and understudied, and the number of the published findings does not exceed two hundred it required further thorough investigation and randomized clinical trials.

Keywords: knee joint, osteoarthritis, inflammation, neoangiogenesis, transcatheter selective arterial embolization.

Funding: state budgetary funding.

Введение

Вероятность возникновения остеоартрита (ОА) коленного сустава увеличивается с возрастом: в возрастной группе от 45 до 50 лет она составляет 10,0–14,3%, старше 60 лет — более 80%. Мужчины вдвое реже страдают данным заболеванием, а две трети больных — это люди трудоспособного возраста от 40 до 60 лет [1]. Болевой синдром, сопровождающий ОА, ведет к уменьшению объема движений, что вызывает атрофию мышц и деградацию капсульно-связочного аппарата коленного сустава и, как следствие, приводит к его нестабильности. Таким образом, болевой синдром при ОА оказывает наиболее негативное влияние на качество жизни пациента [2].

Учитывая неоднозначные результаты консервативного лечения, старение населения планеты и расширение показаний к артропластике у лиц моложе 60 лет, средний возраст пациентов, перенесших протезирование коленного сустава, ежегодно снижается. Так, на возрастную группу до 65 лет в настоящее время приходится до 35% всех артропластик коленного сустава [3, 4, 5].

Недавнее исследование С.Е.Н. Scott с соавторами показало, что 12% пациентов, ожидающих эндопротезирование коленного сустава, сообщают об экстремально высоком уровне болевого

синдрома («хуже, чем смерть»), снижении объема движений в нижних конечностях, нарушении самообслуживания, тревоге и депрессии. Задачей исследования был анализ качества жизни данных пациентов с использованием индекса здоровья EQ-5D (опросник оценки качества жизни европейской группы изучения качества жизни EuroQOL Group — EUROQOL). Примечательно, что ожидающие операцию по эндопротезированию суставов имеют худшие результаты по EQ-5D, чем пациенты с другими хроническими заболеваниями — такими, как сердечная недостаточность, диабет и хроническая обструктивная болезнь легких, что демонстрирует доминирующее влияние болевого синдрома на качество жизни [2].

Цель исследования — определить место транскатетерной артериальной эмболизации в структуре современных методов лечения гонартроза на основе анализа научных публикаций.

Материал и методы

При написании обзора нами был проведен информационный поиск в электронных базах статей: на английском языке — в PubMed, на русском — в национальной электронной библиотеке

eLIBRARY. Глубина поиска — с 2010 по 2020 г. Поиск проводился по следующим ключевым словосочетаниям: селективная артериальная эмболизация (selective arterial embolization), ангиогенез при остеоартрите (angiogenesis in osteoarthritis), остеоартрит коленного сустава (knee osteoarthritis).

Результаты

Учитывая новизну данного метода, всего по запросу было найдено 50 публикаций. Всем критериям соответствовали 8 англоязычных статей [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13], которые и были приняты для анализа.

Наиболее продуктивным автором является Y. Okuno (больница Эдогава, Токио, Япония). Им и его коллегами описано лечение 86 пациентов с суммарным количеством опубликованных результатов около двухсот. Во всех включенных публикациях селективная эмболизация ветвей подколенной артерии демонстрирует высокую эффективность и минимальные возможные осложнения.

В 2019 г. А.М. Korchi с соавторами в своей экспериментальной работе на собаках продемонстрировали появление гиперваскуляризации и воспаления в синовиальной оболочке коленных суставов после травмы передней крестообразной связки (ПКС) [14]. Контроль у животных осуществляли до повреждения ПКС и через 12 нед. с помощью МРТ, МРТ с динамическим контрастированием, МРТ с контрастным усилением, цифровой ангиографии. Кроме визуализирующих методов исследования, картину острой воспалительной реакции подтверждало и гистологическое исследование препаратов мягких тканей области коленного сустава. Традиционно возникновение и формирование артрозов суставов считали дегенеративно-дистрофическим процессом, связанным с длительным продолжающимся повреждением хрящевой ткани суставных поверхностей. Однако в настоящее время парадигма традиционной концепции возникновения ОА претерпевает значительные изменения, так как у большинства пациентов выявляется хронический воспалительный процесс [6].

Воспалительный процесс в синовиальной оболочке протекает как на ранних, так и на поздних стадиях ОА и связан с изменениями в хрящевой ткани сустава, которые аналогичны тем, что наблюдаются при ревматоидном артрите. Патоморфология ОА представляет собой дегенерацию гиалинового хряща, периартикулярных тканей и субхондральной кости, что приводит к локальному высвобождению провоспалитель-

ных цитокинов [14]. Катаболические и провоспалительные медиаторы — фактор некроза опухоли (ФНО)- α , интерлейкины (ИЛ)- 1β и ИЛ-6, цитокины, оксид азота, простагландин E-2 и нейротропиды — продуцируются воспаленной синовиальной оболочкой и изменяют баланс деградации и восстановления хрящевого матрикса, что приводит к избыточной выработке протеолитических ферментов, ответственных за разрушение хрящевой ткани. Высвобождаемые цитокины вызывают боль, а также стимулируют процесс неоангиогенеза в условиях хронического воспаления [15].

Процесс деградации хряща усиливает синовиальное воспаление, создавая порочный круг (рис. 1).

Продукты дегенерации хрящевой ткани активно фагоцитируются синовиальными клетками в воспаленной оболочке, которые продуцируют провоспалительные и катаболические медиаторы. Воспалительные цитокины, способствующие ферментативным медиаторам катаболизма хряща, включают матриксные металлопротеиназы (MMPs и ADAMTS). Воспаленная синовиальная ткань стимулирует образование остеофитов через ростовой фактор BMP. Синовиальные В-клетки и Т-клетки усиливают этот воспалительный ответ. Активированные Т-клетки индуцируют секрецию провоспалительных цитокинов (TNF α) макрофагами и синовиальными клетками. В-клетки поддерживают образование иммунного комплекса и активацию системы комплемента, продуцируют хемокины и цитокины, которые способствуют инфильтрации лейкоцитов в суставы, ангиогенезу и синовиальной гиперплазии.

Поскольку синовит связан с проявлениями клинических симптомов заболевания, а также отражает деградацию суставов при ОА, терапия, направленная на снижение воспаления в синовиальной оболочке сустава, может облегчить состояние пациента и, вероятно, предотвратить структурное прогрессирование ОА. Исследование J. Sellam и F. Berenbaum показало, что воспаление может приводить к повреждению сустава и формированию боли через стимуляцию ангиогенеза [16]. Ингибирование процесса воспаления уменьшает повреждение сустава и снижает интенсивность болевого синдрома, а подавление процессов неоангиогенеза может быть использовано для уменьшения боли при ОА. В норме суставной хрящ взрослого человека не содержит сосудов и нервов. По данным литературы, неоангиогенез может вызывать хронический болевой синдром, стимулируя рост новых немиелинизированных сенсорных нервных волокон вдоль роста сосудов [17].



Рис. 1. Сравнение нормального и пораженного коленного суставов со схемой патофизиологических процессов при формировании остеоартрита:

IL-1 — интерлейкин-1; TNF — фактор некроза опухоли; IL-6 — интерлейкин-6; IL-8 — интерлейкин-8; MMPs — матриксные металлопротеиназы; ADAMTS — дезинтегрин и металлопротеиназа с семейством тромбоспондина; PGE2 — простагландин E2; LTB — лейкотриен B4; NO — оксид азота; VEGF — фактор роста сосудистого эндотелия; EGF — эпидермальный фактор роста; VCAM-1 — васкулярная молекула клеточной адгезии 1; BMP — костный морфогенетический белок (автор рисунка И.Н. Щаницын)

Fig. 1. A healthy knee joint vs. an OA affected one with the scheme of pathology processes in the OA formation: IL-1 — interleukin-1; TNF — tumor necrosis factor; IL-6 — interleukin-6; IL-8 — interleukin-8; MMPs — matrix metalloproteinase; ADAMTS — disintegrin and metalloproteinase with thrombospondin motifs; PGE2 — prostaglandin E2; LTB — leukotrien B4; NO — nitrogen oxide; VEGF — vascular endothelial growth factor; EGF — epidermal growth factor; VCAM-1 — muscular cell adhesion molecule 1; BMP — bone morphogenetic protein (drawn by Shchanitsyn I.N.)

P.I. Mapp и D.A. Walsh опубликовали данные о том, что рост нервов вдоль новых кровеносных сосудов в структуры, которые обычно не иннервируются, может вызывать и усиливать уровень болевого синдрома при ОА [18]. Разрастаясь вдоль новообразованных кровеносных сосудов, сенсорные нервы проникают через некальцифицированный суставной хрящ, остеофиты и внутренние области менисков. Следовательно, неоангиогенез может способствовать структурному повреждению и инициации чувства боли, что открывает дополнительные возможности и потенциальные цели для новых методов лечения ОА. Таким образом, воспаление может повышать чувствительность периферических ноцицептивных нейронов и усиливать их восприятие, способствуя тем самым появлению боли у пациента [7]. Стоит также отметить, что воспалительный процесс поддерживается транспортом иммунокомпетентных клеток, провоспалительных цитокинов, питательных веществ и кислорода через новообразованные кровеносные сосуды [8]. Неоангиогенез, воспаление и нейрогенез — глубоко интегрированные процессы,

способствующие появлению боли и структурному повреждению, наблюдаемым при ОА.

Лечение ОА на ранних стадиях, как правило, включает в себя такие методики, как физиотерапия, лечебная физкультура (ЛФК), нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), внутрисуставные и периартикулярные инъекции кортикостероидов, гиалуроновой кислоты (ГК), обогащенной тромбоцитами плазмы (Platelet Rich Plasma — PRP-терапия), а также методы минимально инвазивного лечения: радиочастотная абляция (РЧА) нервных окончаний, криоаналгезия [19]. Однако болевой синдром не всегда поддается успешному консервативному лечению, а тотальное эндопротезирование коленного сустава — это операция, которую врач старается максимально отложить, особенно у молодых пациентов.

Инъекционные методы лечения включают в себя широкий спектр доступных препаратов, применяемых для лечения боли в коленном суставе с различными уровнями доказанности их эффективности. Наиболее часто врачами применяются кортикостероиды и препараты на основе

ГК [19]. Стоит отметить, что все большую популярность в России приобретает PRP-терапия [20]. В литературе описаны и менее распространенные инъекционные препараты, содержащие стволовые клетки и озон [21, 22].

Эффективность кортикостероидов в значительной степени зависит от временного интервала и регулярности применения данного вида терапии. J.P. Raynauld с соавторами показали, что 3-месячные инъекции в течение 2-летнего периода привели к значительному уменьшению боли с минимальным количеством осложнений [23]. Тем не менее злоупотребление гормональными препаратами может привести к дегенеративным изменениям кожи, мягких тканей, остеонекрозу и хондродеструкции. Поэтому исследователи рекомендуют делать минимальный перерыв между инъекциями 6 нед. с максимальным количеством курсов, не превышающим 3 в год [24]. Производные ГК также применяются для лечения и снижения уровня болевого синдрома в коленном суставе на фоне длительно текущего ОА [19]. Препараты данной группы снижают болевой синдром в коленном суставе за счет повышения вязкоупругости синовиальной жидкости и улучшения ее «смазывающих» свойств. Специфическим осложнением после инъекций ГК является развитие асептического синовита, которое встречается менее чем у 3% пациентов [25].

К способам, позволяющим восстановить функцию коленного сустава и купировать локальный воспалительный процесс, относится PRP-терапия. PRP содержит многие факторы роста, в том числе тромбоцитов, трансформирующий ростовой фактор, инсулиноподобный фактор роста и фактор роста эндотелия сосудов. После курса PRP-инъекций, сделанных с интервалом в 1 нед., 78% пациентов демонстрируют значительное улучшение по сравнению с эффективностью плацебо [26, 27]. В современной литературе не часто упоминаются риски, связанные с процедурой забора крови, приготовления препарата и самой инъекцией PRP, включая инфекцию, кровотечение и повреждение окружающих структур, образование рубцовой ткани в месте инъекции [28].

На сегодняшний день лечение ОА стволовыми клетками обращает на себя все большее внимание, причем подавляющее число исследований сосредоточены на мезенхимальных стволовых клетках (МСК) [29]. Применение аспириата костного мозга (Bone Marrow Aspirate stem cell Concentrate / ВМАС) — один из немногих способов, одобренных Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и ме-

дикаментов (Food and Drug Administration / FDA) США [30]. Получение стволовых клеток является более инвазивной процедурой, чем простой забор крови, необходимый для PRP, что может увеличить вероятность инфекции или осложнений у пациентов. Ряд авторов подтверждают, что инъекции МСК снижают уровень болевого синдрома, улучшая качество жизни пациента, и стимулируют восстановление хряща, но в настоящее время нет единого мнения относительно дозировки и частоты инъекций МСК при ОА коленного сустава [31, 32, 33]. Таким образом, прежде чем инъекции МСК получат широкое распространение, необходимы дополнительные исследования, демонстрирующие безопасность способа забора МСК, дозировок и количества инъекций, а также эффективности в долгосрочной перспективе [34, 35, 36].

К современным минимально инвазивным способам лечения ОА на ранних стадиях относятся термическая абляция и РЧА, а также криотерапия [37]. В литературном обзоре D.A. Lima с соавторами не нашли серьезных осложнений, связанных с использованием РЧА, и пришли к выводу о безопасности этого метода лечения [38]. Но они также отметили, что существуют опасения по поводу качества, мониторинга результатов и времени, в течение которого эта процедура наиболее полезна для пациента.

Транскатетерная артериальная эмболизация (ТАЭ) подколенных артерий является новым способом лечения ОА коленного сустава на ранних стадиях с минимальной инвазией и демонстрирует снижение болевого синдрома [9]. Данный подход к лечению основан на наблюдении, что при хроническом воспалении любого генеза, в том числе и при ОА, активно протекает и стимулируется процесс ангиогенеза. Неоангиогенез и хроническое воспаление создают порочный круг, а ТАЭ аномально разросшейся сосудистой сети в воспаленной синовиальной оболочке разрывает данную связь. Это снижает болевой синдром и замедляет дальнейшее прогрессирование ОА коленного сустава [17].

Операция проводится в условиях рентгенооперационной под местной анестезией. Продолжительность процедуры составляет \approx 30–40 минут. Перед катетеризацией внутривенно вводится гепарин 2000 ЕД. Далее выполняется эмболизация зоны гиперваскуляризации с последующей контрольной ангиографией. При необходимости процедура повторяется на той же артерии или других ветвях. Затем удаляется интродьюсер, выполняется гемостаз.

На рисунке 2 представлена схема транскатетерной артериальной эмболизации.

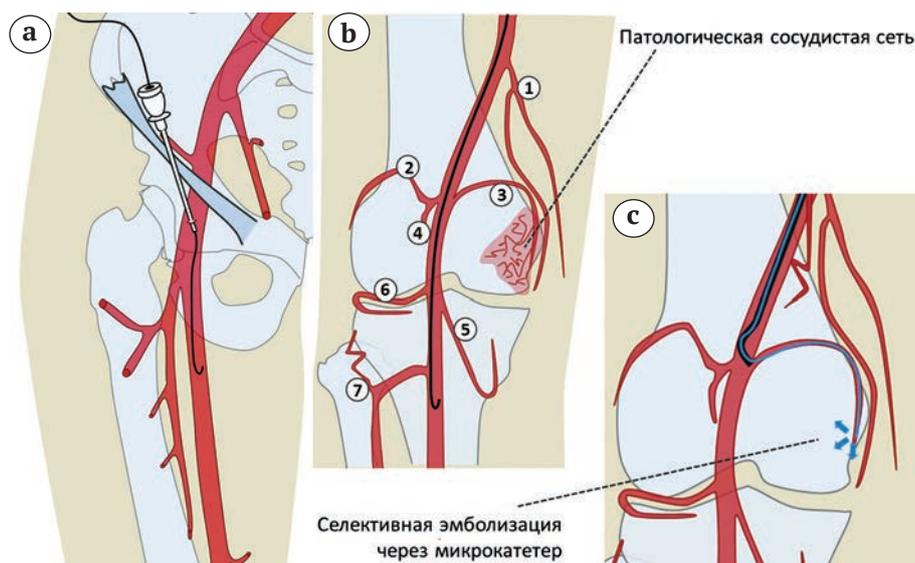


Рис. 2. Схема транскатетерной артериальной эмболизации ветвей подколенной артерии:
 а — антеградная пункция общей бедренной артерии на стороне пораженного сустава или ретроградная пункция контралатеральной бедренной артерии; установка бедренного интродьюсера 3-6 F (в том числе под контролем УЗИ);
 б — проведение диагностического катетера в область подколенной артерии (диагностический катетер 3-5 F вертебральный или Judkins right, при необходимости — микрокатетер); ангиография подколенной артерии и последовательная селективная ангиография ветвей подколенной артерии (1 — *a. descendens genus*; 2 — *a. superior lateralis genus*; 3 — *a. superior medialis genus*; 4 — *a. media genus*; 5 — *a. inferior medialis genus*; 6 — *a. inferior lateralis genus*; 7 — *a. recurrens tibialis anterior*). При необходимости возможно применение вазодилататоров (нитроглицерин) для выявления области аномально разросшейся сети и области максимальной болезненности;
 с — после выявления зоны неоваскуляризации катетеризация целевой ветви микрокатетером 1,3-2 F (автор рисунка И.Н. Щаницын)

Fig. 2. The scheme of transcatheter arterial embolization of popliteal branches:
 а — an antegrade puncture of the common femoral artery on the side of the affected joint or a retrograde puncture of the contralateral femoral artery. Inserting of the femur introducer 3-6 F (also ultrasound controlled).
 б — inserting a diagnostic catheter in the area of popliteal artery (diagnostic vertebral catheter 3-5 F or Judkins right, a microcatheter is needed). Popliteal artery angiography and successive selective angiography of popliteal branches (1 — *a. descendens genus*; 2 — *a. superior lateralis genus*; 3 — *a. superior medialis genus*; 4 — *a. media genus*; 5 — *a. inferior medialis genus*; 6 — *a. inferior lateralis genus*; 7 — *a. recurrens tibialis anterior*). Vasodilators (nitroglycerin) may be used to find the area of abnormal proliferated net and area of the extreme pain;
 с — when neovascularity area is found, the catheterization of the target branch is performed with microcatheter 1.3-2 F (drawn by Shchanitsyn I.N.)

Для процедуры эмболизации используется суспензия имипенем + циластатин натрия (IPM/CS) или сферические эмболы малого диаметра. Клиническое исследование IPM/CS в качестве эмболического агента при желудочно-кишечных кровотечениях из новообразований показало его безопасность и эффективность [39]. Также IPM/CS положительно зарекомендовал себя при лечении рецидивирующих спонтанных гемартрозов. По данным Y. Okuno с соавторами, различий в клинических исходах между IPM/CS ($n = 88$) и микросферами ($n = 7$) отмечено не было [9]. Микросферы могут быть использованы у пациентов с гиперчувствительностью к IPM/CS или принимающих препараты на основе вальпроевой кислоты.

В ортопедии эмболизацию подколенных артерий начали применять у пациентов с рецидивирующими гемартрозами после тотального эндопротезирования коленных суставов. Рецидивирующий спонтанный гемартроз является несчастным, но изнуряющим состоянием после артропластики, его частота достигает 1,6% [40, 41]. Повторные эпизоды внутрисуставного кровотечения усиливают воспаление, которое еще больше распространяет патологический процесс, а недавние исследования показали, что гемартроз приводит к гиперплазии кровеносных сосудов [42]. При неэффективности консервативного лечения применяют открытую или артроскопическую синовэктомию. В настоящее время ТАЭ все чаще используется в качестве

малотравматического и малоинвазивного способа лечения рецидивирующего гемартроза. Так, М.К. Kolber с соавторами провели в базах данных PubMed, Web of Science, Embase и Scopus структурированный поиск статей, посвященных эмболизации при рецидивирующем гемартрозе после эндопротезирования. Всего описано 99 процедур эмболизации. Два случая осложнились инфекцией суставов с последующим ревизионным эндопротезированием. В качестве эмболизата использовали микроэмболы (от 100 до 700 мкм), спирали и желатиновую губку. Среднее время от имплантации протеза до эмболизации составило 32,2 мес., а средний срок наблюдения за пациентами после процедуры эмболизации составил 24,9 мес. Было отмечено 10 (10%) рецидивов гемартроза. Таким образом, исследователями сделан вывод о том, что ТАЭ ветвей подколенной артерии является безопасным малоинвазивным отработанным методом с эффективностью лечения спонтанного рецидивирующего гемартроза коленного сустава, достигающей 100% [40].

Исследования ТАЭ при ОА коленного сустава началось с работы Y. Okuno с соавторами, опубликованной в 2015 г. [8]. На основании гипотезы, что гиперваскуляризация с сопутствующим локальным ростом нервных волокон является вероятным источником боли при ОА, авторы провели исследование роли ТАЭ в снижении интенсивности болевого синдрома у пациентов при ОА коленного сустава. Критерием отбора пациентов был уровень болевого синдрома от умеренного до очень сильного (по ВАШ), устойчивого в течение минимум 3 мес. к консервативной терапии (НПВП, физиотерапия, ЛФК и внутрисуставное введение производных гиалуроновой кислоты). Всем были выполнены МРТ и рентгенография коленного сустава для исключения тяжелых деформаций (выше 3 стадии по Kellgren–Lawrence включительно), так как данной категории пациентов рекомендовали тотальную артропластику. Также критериями исключения были местная инфекция, злокачественное новообразование, распространенный атеросклероз, ревматоидный артрит и предшествующие оперативные вмешательства на коленном суставе. В результате для прохождения процедуры селективной артериальной эмболизации было отобрано 14 человек. У 11 пациентов в качестве эмболизата был применен IPM/CS с оценкой результата через 1, 4 и 12 мес. после эмболии. У 3 пациентов использовали микроэмболы размером 75 мкм с контролем через 1 и 4 мес. после процедуры. В результате обследования у всех пациентов была выявлена патологически разросшаяся сосудистая сеть. Осложнений процедуры и ее последствий отмечено не было. Клинический успех был достигнут во всех 14 случаях. По шка-

ле WOMAC отмечено снижение боли с $12,2 \pm 1,9$ баллов до $3,3 \pm 2,1$ через 1 мес. и до $1,7 \pm 2,2$ через 4 мес. Общий балл по WOMAC снизился с $47,3 \pm 5,8$ до $11,6 \pm 5,4$ через 1 мес. и $6,3 \pm 6,0$ через 4 мес.

В 2017 г. Y. Okuno с соавторами опубликовали свои результаты по применению ТАЭ с максимальным сроком наблюдения до 4 лет [9]. В этом исследовании приняли участие уже 72 пациента (эмболизировано 95 коленных суставов) с уровнем болевого синдрома от умеренного до сильного и с I–III рентгенологическими стадиями ОА по Kellgren–Lawrence. Критерии включения и исключения были те же. По результатам исследования во всех случаях была выявлена аномально разросшаяся сосудистая сеть. Эмболизация была проведена сферическими эмболами диаметром 75 мкм. Необходимо акцентировать внимание на том, что мишенью для эмболизации всегда являлась зона гиперваскуляризации, которая совпадала с областью максимальной болезненности. Аномально разросшуюся сосудистую сеть определяли по данным МРТ и ангиографии. При отсутствии данных о гиперваскуляризации ТАЭ не проводилась. Критерием положительного результата являлось снижение болевого синдрома на 50% по шкале WOMAC по сравнению с исходным уровнем через 6 мес. после ТАЭ. Частота положительных результатов через 6 мес. и 3 года после эмболизации составила 86,3% и 79,8% соответственно. Болевой индекс по WOMAC значительно снизился через 1, 4, 6, 12 и 24 мес. после лечения по отношению к исходному (6,2; 4,4; 3,7; 3,0 и 2,6 баллов против 12,1; $p < 0,001$) [9].

В США в 2016 г. начато пилотное исследование, в которое вошли 20 пациентов в возрасте от 49 до 84 лет с умеренным или сильным болевым синдромом в коленном суставе на фоне ОА. Эмболизация артерий проводилась сферическими частицами размером 75 или 100 мкм. Всем пациентам были выполнены МРТ сустава, оценка с помощью VAS и индекса WOMAC перед эмболизацией, а также через 1, 3 и 6 мес. после процедуры. У двух из 20 (10%) пациентов развилась подошвенная сенсорная парестезия, у 13 из 20 (65%) пациентов отмечалось ограниченное изменение цвета кожи. Эти изменения регрессировали полностью через 14 дней без негативных последствий. После ТАЭ уровень болевого синдрома, измеряемый по ВАШ, снизился с 76 ± 14 баллов в начале исследования до 29 ± 27 через 6 мес. ($p < 0,01$). Средний балл по WOMAC снизился с 61 ± 12 в начале исследования до 29 ± 27 через 6 мес. ($p < 0,01$). По мнению авторов, в будущем эта минимально инвазивная процедура позволит улучшать качество жизни миллионов людей, страдающих от ОА коленного сустава на ранних стадиях, она легко выполнима в амбулаторных условиях, так как не требует открытой операции и занимает от 45 до 90 мин. [6]

Если вышеперечисленные исследования включали только пациентов с легкой и средней степенями тяжести ОА, S.H. Lee с соавторами в 2019 г. опубликовали исследование, в котором провели сравнение клинических результатов ТАЭ при легкой и тяжелой степенях ОА [7]. В это исследование был включен 41 пациент (71 коленный сустав), невосприимчивый к консервативной терапии, которым выполнили ТАЭ с использованием IPM/CS. Пациенты были разделены на две группы по шкале Kellgren–Lawrence: ОА легкой и средней степени тяжести (1–3) и тяжелой (4) степени тяжести. Клинические результаты измерялись по ВАШ. Средний балл по ВАШ в первой группе был значительно снижен через 1 день, 1 нед., 1, 3 и 6 мес. (5,5 балла на исходном уровне по сравнению с 3,2; 3,1; 2,9; 2,2 и 1,9 балла после лечения; $p = 0,001$). Данные улучшения сохранялись в среднем на протяжении 10 ± 3 мес. (от 6 до 19 мес.) после лечения. Результаты по ВАШ во второй группе составили 6,3 балла на исходном уровне по сравнению с 4,1; 4,1 и 4,4 балла через 1 день, 1 нед. и 1 мес. после ТАЭ ($p < 0,01$). Однако через 3 и 6 мес. снижение уровня интенсивности болевого синдрома в группе с тяжелой степенью артроза не было статистически значимым, составив 5,4 и 5,9 баллов соответственно. Таким образом, данное исследование показало, что ТАЭ эффективно купирует болевой синдром у пациентов с ОА легкой и средней степенями тяжести, а у пациентов с тяжелой формой интенсивность боли снижается в течение 1 мес., но затем постепенно увеличивается до исходного уровня в течение 3 мес.

На сегодняшний день «золотым стандартом» и наиболее эффективным способом лечения ОА коленного сустава является тотальная артропластика. Однако, по данным литературы, ожидания от операции и ее результат расходятся, неудовлетворенность у пациентов достигает 20–30% [43, 44]. Источник болевого синдрома остается невыявленным у 10–15% пациентов [36]. Стоит также отметить, что, по данным шведского регистра за 2016 г., именно болевой синдром был самой частой причиной ревизии протеза коленного сустава [45].

Исследование Y. Chau с соавторами показало, что ТАЭ также может быть вариантом лечения стойкого болевого синдрома после тотального эндопротезирования коленного сустава [46].

Помимо применения ТАЭ при ОА коленного сустава, есть опыт эмболизации и при патологии других суставов [10]. В 2014 г. Y. Okuno с соавторами опубликовали данные результатов лечения методом артериальной эмболизации пациентов с адгезивным капсулитом плечевого сустава, устойчивым к консервативной терапии [47]. Исследователи предположили, что эмболизация патологически разросшейся сосудистой сети в ро-

таторной манжете плечевого сустава уменьшит уровень болевого синдрома. Всего было пролечено 7 пациентов. Для оценки интенсивности боли в плече применяли ВАШ, кроме того, проводили измерение объема движений в суставе. У всех пациентов была выявлена аномальная васкуляризация в ротаторной манжете плечевого сустава перед процедурой по данным ангиографии. Результаты лечения оценивались через 1 нед., 1, 3 и 6 мес. после процедуры. Осложнений или негативных результатов после процедуры не отмечено. У всех пациентов после ТАЭ снизился болевой синдром, прежде резистентный к консервативной терапии, а также восстановлен нормальный объем движений в плечевом суставе.

В 2018 г. были опубликованы результаты лечения методом ТАЭ болевого синдрома при тендинопатии плечевого и локтевого суставов, резистентной к консервативному лечению [48]. В этом исследовании участвовало 13 пациентов (15 суставов) с тендинопатией вращающей манжеты плечевого сустава 6 и 2 с кальцинирующим тендинитом, а также 7 пациентов с латеральным эпикондилитом. В четырех случаях эмболизация осуществлялась микросферами, а у 11 пациентов использовался IPM/CS. Средний балл по ВАШ на исходном уровне, через 1 день, 1 нед., 1 мес. и 4 мес. после эмболизации составил 6,1; 5,8; 5,1; 4,3 и 2,5 соответственно ($p < 0,05$ через 1 нед.). Боль уменьшилась в 9 из 10 случаев (90%). Была отмечена кожная эритема предплечья у 1 пациента. Таким образом, исследование показало, что ТАЭ может быть вариантом выбора при лечении болевого синдрома у пациентов с хронической тендинопатией плечевого и локтевого суставов, резистентной к консервативному лечению.

При селективной эмболизации подколенных артерий осложнения описаны в редких случаях и включают гематому в месте пункции; нецелевую эмболизацию, приводящую к инфаркту кости или кожи и приходящему онемению. Исследователи предположили, что случаи подошвенной парестезии связаны с ишемией медиального подошвенного нерва, который получает свое кровоснабжение от ветвей подколенной артерии. После развития неврологических симптомов у 2 пациентов было принято решение до конца исследования перейти на более крупные эмболические частицы (100 мкм) [6]. Гипотеза заключалась в том, что сферы будут достаточно велики, чтобы проникнуть дистально для развития ишемии нерва. После перехода на микроэмболы 100 мкм неврологических нарушений не наблюдалось. Некоторые пациенты испытывали небольшую степень дискомфорта или боли в результате нецелевой эмболизации кожных покровов. Изменение цвета кожи, вероятно, было результатом попадания эмболических частиц

в кожные ветви артерий. Это происходило несмотря на то, что хирурги проявляли осторожность и проводили эмболизацию максимально селективно, стараясь избежать рефлюкса. Относительно низкая частота поражения кожи является преимуществом применения IPM/CS. Временное изменение цвета кожных покровов можно отнести к особенностям данного метода, которые с течением времени полностью нивелируются без клинических осложнений.

На сегодняшний день, насколько нам известно, на территории Российской Федерации данная методика апробирована в нескольких клиниках (ГАУЗ ПК «ГКБ № 4», г. Пермь; «Мать и Дитя — ИДК», г. Самара; ЧУЗ Клиническая больница «РЖД-Медицина», г. Новосибирск). Однако стоит отметить, что результаты ТАЭ при лечении гонартроза на ранних стадиях отечественными авторами пока не опубликованы, что, вероятно, связано с небольшим опытом применения данного способа лечения.

В таблице представлены опубликованные исследования и клинические случаи. Во всех наблюдениях авторы отмечали 100% технический успех

эмболизации патологически разросшейся сосудистой сети. Снижение уровня болевого синдрома наблюдалось во всех случаях, однако стоит отметить, что некоторым пациентам процедура проводилась повторно.

Представленная методика развивается во многих странах, но, несмотря на хорошие результаты, медленно. Это можно объяснить следующими причинами: осторожный подход к новой потенциально опасной методике и ожидание отдаленных результатов лечения; сложности в создании рабочей группы, включающей ортопеда и рентгенэндоваскулярного хирурга, в одном центре; проблемы с финансированием, так как в перечне операций для оплаты в страховых компаниях и в системе квотирования такого вида лечения нет, а процедура довольно дорогостоящая. Кроме того, одним из факторов может являться непонимание или неприятие новых данных о патофизиологии ОА (воспаление и неоангиогенез). В дальнейшем крупные, хорошо организованные исследования могут помочь в оценке эффективности и безопасности этой методики и способствовать более широкому ее распространению.

Таблица

Опубликованные исследования и клинические случаи

Публикация	Цель эмболизации	Кол-во пациентов	Материал эмбола	Нецелевая эмболизация
Okuno Y. с соавт. (2015) [8]	Коленный сустав	14	IPM/CS; сферические эмболы (75 мкм)	Нет
Ogilvie M.E. с соавт. (2016) [11]	Коленный сустав	5	Сферические эмболы (45–355 мкм); 3 мм катушки Tornado	Нет
Guevara C.J. с соавт. (2016) [12]	Коленный сустав	10	Сферические эмболы (300–700 мкм)	Ишемия кожи (1)
Okuno Y. с соавт. (2017) [9]	Коленный сустав	72	IPM/CS; сферические эмболы (75 мкм)	Подкожное кровоизлияние (12); ишемия кожи (7)
Bagla S. (2019) [6]	Коленный сустав	20	Сферические эмболы (75–100 мкм)	Ишемия кожи (2)
Lee S.H. с соавт. (2019) [7]	Коленный сустав	41	IPM/CS	Подкожное кровоизлияние (5); гиперемия кожи (4); лихорадка (1)
Chau Y. с соавт. (2020) [10]	Коленный сустав после эндопротезирования	4	Сферические эмболы (75 мкм)	Нет
Lauko K. с соавт. (2020) [13]	Коленный сустав	1	Сферические эмболы (75 мкм)	Ишемия кожи

Заключение

В заключение стоит отметить, что ОА как заболевание все чаще встречается на фоне старения населения, и поражение коленного сустава занимает лидирующую позицию в данной группе патологий. Современные подходы к лечению ОА коленного сустава на ранних стадиях не всегда обеспечивают ожидаемый результат, что вынуждает пациента прибегнуть к оперативным пособиям. Методика ТАЭ является перспективной альтернативой хирургическому подходу. Данный метод лечения ОА коленного сустава на ранних стадиях был специально разработан для снижения уровня болевого синдрома и продления времени до эндопротезирования сустава. Первые исследования показали, что ТАЭ эффективна у пациентов, резистентных к медикаментозной терапии, а ее осложнения крайне редки и минимальны в своих проявлениях. Для понимания возможной роли этого способа лечения болевого синдрома при ОА коленного сустава необходимы дальнейшие крупные исследования, совершенствование методики, более глубокое изучение роли неоваскуляризации в инициации боли.

Литература [References]

1. Матвеев Р.П., Брагина С.В. Остеоартроз коленного сустава: проблемы и социальная значимость. *Экология человека*. 2012;(9):53-62. Matveev R.P., Bragina S.V. [Knee osteoarthritis: problems and social significance]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012;(9):53-62. (In Russian).
2. Scott C.E.H., MacDonald D.J., Howie C.R. 'Worse than death' and waiting for a joint arthroplasty. *Bone Joint J*. 2019;101-B:941-950. doi: 10.1302/0301-620X.101B8.
3. Bayliss L.E., Culliford D., Monk A.P., Glyn-Jones S., Prieto-Alhambra D., Judge A. et al. The effect of patient age at intervention on risk of implant revision after total replacement of the hip or knee: a population-based cohort study. *Lancet*. 2017;389(10077):1424-1430. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30059-4.
4. Losina E., Katz J.N. Total knee arthroplasty on the rise in younger patients: Are we sure that past performance will guarantee future success? *Arthritis Rheum*. 2012;64(2):339-341. doi: 10.1002/art.33371.
5. Collins J.E., Deshpande B.R., Katz J.N., Losina E. Race- and sex-specific incidence rates and predictors of total knee arthroplasty: seven-year data from the osteoarthritis initiative. *Arthritis Care Res*. 2016;68(7):965-973. doi: 10.1002/acr.22771.
6. Bagla S., Piechowiak R., Hartman T., Orlando J., Del Gaizo D., Isaacson A. Genicular artery embolization for the treatment of knee pain secondary to osteoarthritis. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;31(7):1-7. doi: 10.1016/j.jvir.2019.09.018.
7. Lee S.H., Hwang J.H., Kim D.H., So Y.H., Park J., Cho S.B. et al. Clinical outcomes of transcatheter arterial embolisation for chronic knee pain: mild-to-moderate versus severe knee osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019;42(11):1530-1536. doi: 10.1007/s00270-019-02289-4.
8. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., Kato S. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38(2):336-343. doi: 10.1007/s00270-014-0944-8.
9. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., Kato S., Kaneko T. Midterm clinical outcomes and MR imaging changes after transcatheter arterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment. *J Vasc Interv Radiol*. 2017;28(7):995-1002. doi: 10.1016/j.jvir.2017.02.033.
10. Iwamoto W., Okuno Y., Matsumura N., Kaneko T., Ikegami H. Transcatheter arterial embolization of abnormal vessels as a treatment for lateral epicondylitis refractory to conservative treatment: a pilot study with a 2-year follow-up. *J Shoulder Elb Surg*. 2017;26(8):1335-1341. doi: 10.1016/j.jse.2017.03.026.
11. Ogilvie E., Tutton S.M., Neilson J.C., Rilling W.S., Hohenwarter E.J. Geniculate artery embolization for management of recurrent hemarthrosis: A single-center experience. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(7):1097-1099. doi: 10.1016/j.jvir.2016.04.003.
12. Guevara C.J., Lee K.A., Barrack R., Darcy M.D. Technically successful geniculate artery embolization does not equate clinical success for treatment of recurrent knee hemarthrosis after knee surgery. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(3):383-387. doi: 10.1016/j.jvir.2015.11.056.
13. Lauko K., Tangchaiburana S., Padia S.A. Transarterial genicular artery embolization as treatment of painful knee osteoarthritis in a 64-year-old woman. *J Radiol Nurs*. 2020;39(2):89-91. doi: 10.1016/j.jradnu.2020.02.002.
14. Korchi A.M., Cengarle-Samak A., Okuno Y., Martel-Pelletier J., Pelletier J.P., Boesen M. et al. Inflammation and hypervascularization in a large animal model of knee osteoarthritis: imaging with pathohistologic correlation. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;30(7):1116-1127. doi: 10.1016/j.jvir.2018.09.031.
15. Kardos D., Marschall B., Simon M., Hornyák I., Hinsenkamp A., Kuten O. et al. Investigation of cytokine changes in osteoarthritic knee joint tissues in response to hyperacute serum treatment. *Cells*. 2019;8(8):824. doi: 10.3390/cells8080824.
16. Sellam J., Berenbaum F. The role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2010;6(11):625-635. doi: 10.1038/nrrheum.2010.159.
17. Антипов В.А., Смышляев И.А., Тумаков М.И., Гильфанов С.И. Возможности суперселективной эмболизации ветвей подколенной артерии при лечении остеоартроза коленного сустава на ранних стадиях. Обзор современной литературы, анализ мирового опыта. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2019;(2):100-117. doi: 10.26269/y4wv-cn09. Antipov V.A., Smyshljaev I.A., Tumakov M.I., Gil'fanov S.I. [Possibilities of superselective embolization of the popliteal artery branches in the treatment of osteoarthritis of the knee joint in early stages. Review of modern literature, analysis of world experience]. *Kremljovskaja meditsina. Klinicheskiy vestnik* [Kremlin medicine. Clinical bulletin]. 2019;(2):100-117. (In Russian).
18. Mapp P.I., Walsh D.A. Mechanisms and targets of angiogenesis and nerve growth in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2012;8(7):390-398. doi: 10.1038/nrrheum.2012.80.
19. Delbarre A., Amor B., Bardoulat I., Tetafort A., Pelletier-Fleury N. Do intra-articular hyaluronic acid injections delay total knee replacement in patients

- with osteoarthritis – A Cox model analysis. *PLoS One*. 2017;12(11):e0187227. doi: 10.1371/journal.pone.0187227.
20. Чесников С.Г., Розенберг Д.В., Тимошенко М.Е., Дедяев С.И. Опыт применения методики PRP-терапии в лечении пациентов с гонартрозом. *Клиническая практика*. 2018;9(3):22-24. doi: 10.17816/clinpract09322-24. Chesnikov S.G., Rosenberg D.V., Timoshenko M.E., Dediaev S.I. [Experience of the PRP-therapy application in the treatment of patients with gonarthrosis]. *Klinicheskaya praktika* [Clinical Practice]. 2018;9(3):22-24. (In Russian). doi: 10.17816/clinpract09322-24.
 21. Adriani E., Moio M., Paola Di B., Salustri W., Alfieri A., Parisi P. et al. Percutaneous fat transfer to treat knee osteoarthritis symptoms: preliminary results. *Joints*. 2017;5(2):89-92. doi: 10.1055/s-0037-1603672.
 22. Rahimzadeh P., Imani F., Faiz S.H.R., Alebouyeh M.R., Azad-Ehyaei D., Bahari L. et al. Adding intra-articular growth hormone to platelet rich plasma under ultrasound guidance in knee osteoarthritis: A comparative double-blind clinical trial. *Anesthesiol Pain Med*. 2016;6(6):e41719. doi: 10.5812/aapm.41719.
 23. Raynauld J.P., Buckland-Wright C., Ward R., Choquette D., Haraoui B., Martel-Pelletier J. et al. Safety and efficacy of long-term intraarticular steroid injections in osteoarthritis of the knee: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Arthritis Rheum*. 2003;48(2):370-377. doi: 10.1002/art.10777.
 24. Nguyen C., Rannou F. The safety of intra-articular injections for the treatment of knee osteoarthritis: a critical narrative review. *Expert Opin Drug Saf*. 2017;16(8):897-902. doi: 10.1080/14740338.2017.1344211.
 25. Hunter D.J. Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med*. 2015;372(11):1040-1047. doi: 10.1056/NEJMc1505801.
 26. Kabiri A., Hashemibeni B., Pourazar A., Mardani M., Esfandiari E., Esmaili A. Platelet-rich plasma application in chondrogenesis. *Adv Biomed Res*. 2014;3(1):138. doi: 10.4103/2277-9175.135156.
 27. Huang P.H., Wang C.J., Chou W.Y., Wang J.W., Ko J.Y. Short-term clinical results of intra-articular PRP injections for early osteoarthritis of the knee. *Int J Surg*. 2017;42:117-122. doi: 10.1016/j.ijsu.2017.04.067.
 28. Sampson S., Gerhardt M., Mandelbaum B. Platelet rich plasma injection grafts for musculoskeletal injuries: a review. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2008;1(3-4):165-174. doi: 10.1007/s12178-008-9032-5.
 29. Cook C.S., Smith P.A. Clinical update: why PRP should be your first choice for injection therapy in treating osteoarthritis of the knee. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(4):583-592. doi: 10.1007/s12178-018-9524-x.
 30. Chahla J., Piuze N.S., Mitchell J.J., Dean C.S., Pascual-Garrido C., LaPrade R.F. et al. Intra-articular cellular therapy for osteoarthritis and focal cartilage defects of the knee: A systematic review of the literature and study quality analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(18):1511-1521. doi: 10.2106/JBJS.15.01495.
 31. LaPrade R.F., Dragoo J.L., Koh J.L., Murray I.R., Geeslin A.G., Chu C.R. AAOS research symposium updates and consensus: Biologic treatment of orthopaedic injuries. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(7):e62-78. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00086.
 32. Shaw B., Darrow M., Derian A. Short-term outcomes in treatment of knee osteoarthritis with 4 bone marrow concentrate injections. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord*. 2018;11:1179544118781080. doi: 10.1177/1179544118781080.
 33. Shapiro S.A., Kazmerchak S.E., Heckman M.G., Zubair A.C., O'Connor M.I. A prospective, single-blind, placebo-controlled trial of bone marrow aspirate concentrate for knee osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2017;45(1):82-90. doi: 10.1177/0363546516662455.
 34. Filippiadis D., Charalampopoulos G., Mazioti A., Alexopoulou E., Vrachliotis T., Brontzos E. et al. Interventional radiology techniques for pain reduction and mobility improvement in patients with knee osteoarthritis. *Diagn Interv Imaging*. 2019;100(7-8):391-400. doi: 10.1016/j.diii.2019.02.011.
 35. Iijima H., Isho T., Kuroki H., Takahashi M., Aoyama T. Effectiveness of mesenchymal stem cells for treating patients with knee osteoarthritis: a meta-analysis toward the establishment of effective regenerative rehabilitation. *NPJ Regen Med*. 2018;3(1):15. doi: 10.1038/s41536-018-0041-8.
 36. Goldman D.T., Piechowiak R., Nissman D., Bagla S., Isaacson A. Current concepts and future directions of minimally invasive treatment for knee pain. *Curr Rheumatol Rep*. 2018; 20(9):54. doi: 10.1007/s11926-018-0765-x.
 37. Iannaccone F., Dixon S., Kaufman A. A review of long-term pain relief after genicular nerve radiofrequency ablation in chronic knee osteoarthritis. *Pain Physician*. 2017;20(3):E437-44.
 38. Ariel de Lima D., Gonçalves M.C.K., Grando S.T.C.E.S., Cintra T.L.L., Pinto D.M., Gonçalves R.K. Indications of the neurotomy of genicular nerves by radiofrequency for the treatment of knee osteoarthritis: A literature review. *Rev Bras Ortop*. 2019;54(3):233-240. doi: 10.1055/s-0039-1692121.
 39. Woodhams R., Nishimaki H., Ogasawara G., Fujii K., Yamane T., Ishida K. et al. Imapenem/cilastatin sodium (IPM/CS) as an embolic agent for transcatheter arterial embolisation: A preliminary clinical study of gastrointestinal bleeding from neoplasms. *Springerplus*. 2013;2(1):344. doi: 10.1186/2193-1801-2-344.
 40. Kolber M.K., Shukla P.A., Kumar A., Zybulewski A., Markowitz T., Silberzweig J.E. Endovascular management of recurrent spontaneous hemarthrosis after arthroplasty. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40(2):216-222. doi: 10.1007/s00270-016-1511-2.
 41. Bagla S., Rholl K.S., van Breda A., Sterling K.M., van Breda A. Geniculate artery embolization in the management of spontaneous recurrent hemarthrosis of the knee: case series. *J Vasc Interv Radiol*. 2013;24(3):439-442. doi: 10.1016/j.jvir.2012.11.011.
 42. Lombardi M., Cardenas A.C. Hemarthrosis. In: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525999>.
 43. Choi Y.-J., Ra H.J. Patient satisfaction after total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2016;28(1):1-15. doi: 10.5792/ksrr.2016.28.1.1.
 44. Kahlenberg C.A., Nwachukwu B.U., McLawhorn A.S., Cross M.B., Cornell C.N., Padgett D.E. Patient satisfaction after total knee replacement: a systematic review. *HSS J*. 2018;14(2):192-201. doi: 10.1007/s11420-018-9614-8.
 45. Robertsson O., Sundberg M., Lidgren L., W-Dhal A. Annual report 2016 – The Swedish Knee Arthroplasty Register. Available from: https://www.researchgate.net/publication/311439835_Annual_report_2016_-_The_Swedish_Knee_Arthroplasty_Register.
 46. Chau Y., Roux C., Breuil V., Trojani C., Gonzalez J.F., Amoretti N. et al. Endovascular occlusion of neovascularization as a treatment for persistent pain after total knee arthroplasty. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2020;43(5):787-790. doi: 10.1007/s00270-020-02449-x.

47. Okuno Y., Oguro S., Iwamoto W., Miyamoto T., Ikegami H., Matsumura N. Short-term results of transcatheter arterial embolization for abnormal neovessels in patients with adhesive capsulitis: A pilot study. *J Shoulder Elb Surg.* 2014;23(9):e199-206. doi: 10.1016/j.jse.2013.12.014.
48. Hwang J.H., Park S.W., Kim K.H., Lee S.J., Oh K.S., Chung S.W. et al. Early results of transcatheter arterial embolization for relief of chronic shoulder or elbow pain associated with tendinopathy refractory to conservative treatment. *J Vasc Interv Radiol.* 2018;29(4):510-517. doi: 10.1016/j.jvir.2017.11.013.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Козадаев Максим Николаевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник отдела фундаментальных и клинично-экспериментальных исследований, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия. m_kozadaev_ortoped@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6235-7193>

Щаницын Иван Николаевич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия. dr.green@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0565-5172>

Гиркало Михаил Владимирович — канд. мед. наук, заместитель директора по лечебной работе, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия. girka@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5847-1153>

Бажанов Сергей Петрович — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебологии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия. baj.s@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9474-9095>

Ульянов Владимир Юрьевич — д-р мед. наук, заместитель директора по научной и инновационной деятельности, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия. v.u.ulyanov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9466-8348>

Кауц Олег Андреевич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, г. Саратов, Россия. oandreevich2009@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1822-1939>

Заявленный вклад авторов:

Козадаев М.Н. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста.

Щаницын И.Н. — концепция и дизайн исследования, интерпретация результатов, написание текста.

Гиркало М.В. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста.

Бажанов С.П. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание текста.

Ульянов В.Ю. — интерпретация результатов.

Кауц О.А. — анализ данных.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHORS' INFORMATION:

Maksim N. Kozadaev — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Research, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia. m_kozadaev_ortoped@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6235-7193>

Ivan N. Shchanitsyn — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Innovative Projects for Neurosurgery and Vertebrology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia. dr.green@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0565-5172>

Mikhail V. Girkalo — Cand. Sci. (Med.), Deputy Director, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia. girka@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5847-1153>

Sergey P. Bazhanov — Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher, Department of Innovative Projects for Neurosurgery and Vertebrology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia. baj.s@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9474-9095>

Vladimir Yu. Ulyanov — Dr. Sci. (Med.), Deputy Director, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia. v.u.ulyanov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9466-8348>

Oleg A. Kauts — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Innovative Projects for Traumatology and Orthopedics, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov, Russia. oandreevich2009@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1822-1939>



Комментарий к статье «Хирургическое лечение пациента с поздней стадией болезни Кинбека (асептического некроза полулунной кости): клиническое наблюдение»

И.О. Голубев

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
 Минздрава России, Москва, Россия

Comment
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-175-177>

Comment to the Article “Surgical Treatment of Patient with Advanced Kienböck’s Disease: A Case Report”

Igor O. Golubev

Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

С момента первого описания перелома полулунной кости J.L. Peste в 1843 г. [1] и описания рентгенологических признаков некроза полулунной кости Robert Kienböck в 1910 г. написаны несколько книг, тысячи статей, проведены десятки конгрессов и симпозиумов, предложено множество методов лечения, но проблема лечения этой патологии так и не решена. Этот факт поддерживает интерес специалистов к изучению проблемы, стимулирует поиск новых путей лечения асептического некроза полулунной кости. Описанный в статье коллег сравнительно новый подход к лечению — одно из проявлений этого поиска.

Выбор метода лечения болезни Кинбека определяется несколькими составляющими:

- стадия заболевания;

• Комментарий к статье

Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Иванов В.С., Мюхкюра Д.Ю. Хирургическое лечение пациента с поздней стадией болезни Кинбека (асептического некроза полулунной кости): клиническое наблюдение. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(3):163-169. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-163-169.

- характер клинических проявлений (ограничение движений, боль и т.д.);
- требования пациента к качеству, скорости восстановления и последующему функциональному состоянию конечности;
- опыт и профессиональный уровень специалистов, принимающих решение.

Попробуем разобраться, как эти факторы определили выбор способа лечения в обсуждаемом наблюдении.

Стадия заболевания была определена как IIIb по классификации, предложенной D.M. Lichtman с соавторами в 1977 г. [2] и модифицированной ими в 1993 г. [3]. Эту стадию следует рассматривать как запущенную, если заболевание привело к значительным нарушениям анатомии и функции кистевого сустава. Для стадии IIIb характерно снижение высоты (коллапс) не только полулунной кости, но и нарушение внутривязанных взаимоотношений — коллапс запястья. Для коллапса запястья характерно снижение его высоты за счет сгибания ладьевидной и разгибания трехгранной

Голубев И.О. Комментарий к статье «Хирургическое лечение пациента с поздней стадией болезни Кинбека (асептического некроза полулунной кости): клиническое наблюдение». *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):175-177. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-175-177.

Cite as: Golubev I.O. [Comment to the Article “Surgical Treatment of Patient with Advanced Kienböck’s Disease: A Case Report”]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(4):175-177. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-175-177.

Голубев Игорь Олегович / Igor O. Golubev; e-mail: iog305@mail.ru

костей. По томограммам, представленным в статье, можно согласиться с установленной стадией заболевания. Угол между ладьевидной и полулунной костями был оценен в 45° , что является нормой и свидетельствует об отсутствии коллапса запястья. В представленных в статье рентгенограммах нет боковой проекции (есть фронтальная и $\frac{3}{4}$ проекции), поэтому определить угол не представляется возможным. При этом на прямой проекции очевидно укорочение ладьевидной кости, что свидетельствует о ее горизонтальном положении. Вероятно, угол в 45° указан ошибочно, он не может быть меньше 70° .

В описанном наблюдении речь идет о молодом человеке, военнослужащем, вероятно, предъявляющем максимальные требования к функции конечности после операции. Отмечалось значительное ее нарушение, в большей степени, вероятно, обусловленной болевым синдромом (ВАШ — 9, сила кулачного схвата на больной руке в 3,5 раза ниже, чем на здоровой). Специалисты по хирургии кисти и реконструктивной хирургии конечностей Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова имеют высочайший уровень, и их квалификация позволяет выполнять весь спектр возможных операций на кистевом суставе.

Наличие выраженного болевого синдрома и фрагментации полулунной кости делали почти безальтернативным ее удаление, что и было выполнено, и следует с этим согласиться. Оговорка «почти» обусловлена работой Н. Bürger с соавторами, которые сообщили о возможности «реанимации» некротизированной полулунной кости за счет пересадки кровоснабжаемого остеохондрального трансплантата мышечков бедра и об успешном исходе даже при стадии IIIb [4]. Это перспективное направление лечения болезни Кинбека, но, по моему мнению, его целесообразно применять максимум при стадии IIIa.

При фиксированной деформации (коллапсе) запястья удаление полулунной кости не может изменить положение ладьевидной кости. Решением проблемы положения ладьевидной кости могло быть артродезирование ее с головчатой костью, что чаще всего используется для коррекции внутривязанных отношений после удаления полулунной кости при болезни Кинбека [5]. При этой операции замыкается среднезапястный сустав, что негативно влияет на подвижность кистевого сустава.

Коллегами было решено сохранить среднезапястный сустав и не исправлять сгибательное положение ладьевидной кости. Была выбрана тактика заполнения пространства, возникшего после удаления полулунной кости. Для этого применен достаточно редкий способ — перемещение гороховидной кости на ножке вместо полулунной,

предложенный P. Saffar в 1982 г. [6]. Однако впервые применение гороховидной кости в качестве трансплантата для полулунной описал E. Beck в 1971 г. [7]. Но эта методика предлагала не удаление полулунной кости, а вставку в нее после формирования полости кровоснабжаемой гороховидной кости. Основным достоинством выбранного метода является сохранение живой костной опоры для головчатой кости при оставлении потенциальной возможности движений как в лучезапястном, так и среднезапястном суставах. По сути, гороховидная кость выполняет роль живого спейсера. При этом жизнеспособность кости через 12 мес. подтверждается отсутствием ее склероза или фрагментации. Недостаток метода — отсутствие коррекции коллапса запястья, травматичность и сложность выполнения, а также выпадение важного элемента опоры области гипотенара и изменение фиксации мышцы локтевого сгибателя запястья. Косвенным подтверждением негативного влияния отсутствия коррекции положения ладьевидной кости является незначительное увеличение амплитуды сгибания-разгибания кистевого сустава в послеоперационном периоде — суммарно увеличилась лишь на 15° (с 75° до 90°). При этом следует еще раз подчеркнуть, что восстановление нормальных внутривязанных взаимоотношений при данной стадии заболевания без частичного артродезирования не представлялось возможным.

Дополнительно к вышеуказанной процедуре была выполнена укорачивающая остеотомия лучевой кости, широко применяющаяся для лечения болезни Кинбека, особенно при выраженном “ulna-” варианте анатомии кистевого сустава [8]. Основная идея этой операции основана на предположении о влиянии «длинной» лучевой кости на перегрузку полулунной и развития из-за этой перегрузки болезни Кинбека. Избыточное давление из-за разности в длине костей предплечья представляется важным этиологическим фактором заболевания, но точно не обязательным для его возникновения [9]. Укорачивающая остеотомия лучевой кости применяется для снятия избыточного давления на полулунную кость. Удаление полулунной кости во многом лишает смысла ее разгрузку. В обсуждаемом клиническом случае длина лучевой кости незначительно превышает длину локтевой. Лучевая кость примерно (дооперационные рентгенограммы выполнены не в строго фронтальной проекции, что не позволяет говорить точно) на 2 мм длиннее локтевой. Можно определить данное дистальное лучелоктевое взаимоотношение как среднее в популяции.

Следует сказать, что перемещение гороховидной кости на место полулунной, сочетающееся

с укорачивающей остеотомией лучевой кости, упоминается в работе W. Даеске с соавторами [10]. Авторы применили ее в 11 из 29 наблюдений кровоснабжаемой пластики полулунной кости без ее удаления, а с погружением внутрь (операция Saffar). В этом случае полулунная кость не удалялась, и ее разгрузка представлялась оправданной.

Спецификой комбинированных операций, когда для достижения одной цели выполняется две или более самостоятельные манипуляции, является невозможность оценить эффективность каждой из них в отдельности. Всегда это некий общий итог. Причем далеко не всегда положительные эффекты суммируются из-за большей травматичности комбинированной операции. Не до конца понятно положение полулунной кости после ее транспозиции. В какую сторону обращена ее суставная поверхность? Исходя из анатомии гороховидной кости, ее вогнутую, покрытую хрящом поверхность целесообразно располагать обращенной в сторону головчатой, а выпуклую — в сторону лучевой.

Основные причины сложности лечения болезни Кинбека — отсутствие на сегодняшний день понимания этиологии заболевания. Мы знаем о нескольких предрасполагающих факторах развития некроза полулунной кости, но ни один из них не является обязательным. Это является одной из причин многообразия способов лечения. В обсуждаемом наблюдении была выбрана логичная и обоснованная тактика удаления фрагментированной полулунной кости. Замещение ее кровоснабжаемой гороховидной костью выглядит достаточно экзотическим решением, но имеющим свои достоинства. Укорачивающая остеотомия лучевой кости в данном случае представляется лишь одним этапом оперативного лечения.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Голубев Игорь Олегович — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением микрохирургии и травмы кисти, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, Россия iog305@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1291-5094>

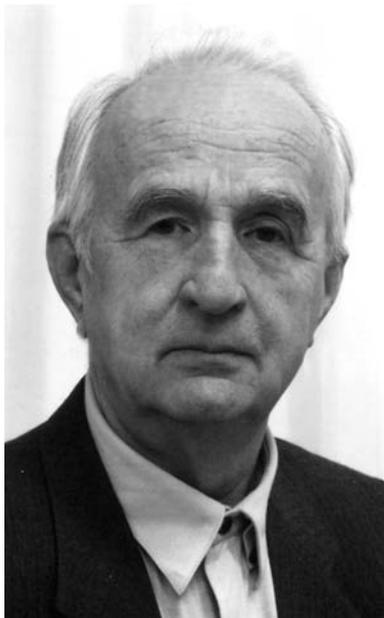
Литература

1. Peste J.L. Discussion. *Bull Soc Anat Paris*. 1843;18:164.
2. Lichtman D.M., Mack G.R., MacDonald R.I., Gunther S.F., Wilson J.N. Kienböck's disease: the role of silicone replacement arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59(7):899-908.
3. Lichtman D.M., Degnan G.G. Staging and its use in the determination of treatment modalities for Kienböck's disease. *Hand Clin*. 1993;9(3):409-416.
4. Bürger H.K., Windhofer C., Gaggli A.J., Higgins J.P. Vascularized medial femoral trochlea osteochondral flap reconstruction of advanced Kienböck disease. *J Hand Surg Am*. 2014;39(7):1313-1322. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.03.040.
5. Collon S., Tham S.K.Y., McCombe D., Bacle G. Scaphocapitate fusion for the treatment of Lichtman stage III Kienböck's disease. Results of a single center study with literature review. *Hand Surg Rehabil*. 2020;39(3):201-206. doi: 10.1016/j.hansur.2020.01.002.
6. Saffar P. Remplacement du semi-lunaire par le pisiforme. Description d'une nouvelle technique pour le traitement de la maladie de Kienböck [Replacement of the semilunar bone by the pisiform. Description of a new technique for the treatment of Kienböck's disease]. *Ann Chir Main*. 1982;1(3):276-279. (In French). doi: 10.1016/s0753-9053(82)80027-6.
7. Beck E. Die Verpflanzung des Os pisiforme am Gefäßstiel zur Behandlung der Lunatumalazie [Transfer of pisiform bone on vascular pedicle in the treatment of lunatumalacia]. *Handchirurgie*. 1971;3(2):64-7. (In German).
8. van Leeuwen W.F., Oflazoglu K., Menendez M.E., Ring D. Negative ulnar variance and Kienböck disease. *J Hand Surg Am*. 2016;41(2):214-218. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.10.014.
9. Muramatsu K., Ihara K., Kawai S., Doi K. Ulnar variance and the role of joint levelling procedure for Kienböck's disease. *Int Orthop*. 2003;27(4):240-243. doi: 10.1007/s00264-003-0466-5.
10. Daecke W., Lorenz S., Wieloch P., Jung M., Martini A.K. Vascularized os pisiform for reinforcement of the lunate in Kienböck's Disease: an average of 12 years of follow-up study. *J Hand Surg Am*. 2005;30(5):915-922. doi: 10.1016/j.jhsa.2005.03.019.

AUTHOR INFORMATION:

Igor O. Golubev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief of Department of Microsurgery and Hand trauma, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia iog305@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1291-5094>

ЗОТ КИРЬЯНОВИЧ БАШУРОВ К 90-летию со дня рождения



22 декабря 2020 г. исполняется 90 лет Почетному профессору НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена Зоту Кирьяновичу Башурову.

Зот Кирьянович родился в 1930 г. в деревне Березник Архангельской области в семье крестьянина. После окончания школы в 1948 г. поступил на лечебный факультет Архангельского медицинского института. После его окончания в 1954 г. работал главным врачом Подпорожской амбулатории в Ленинградской области.

В 1955 г. Зот Кирьянович был принят на работу в ЛНИИТО им. Р.Р. Вредена, где прошел путь от клинического ординатора до ведущего научного сотрудника. В течение 22 лет, с 1975 по 1997 гг., он руководил отделением восстановительной хирургии,

где воспитал целое поколение высококвалифицированных специалистов.

В 1964 г. Зот Кирьянович защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Переломы и вывихи костей запястья», а в 1974 г. – докторскую диссертацию «Лечение ложных суставов костей голени». Под его руководством защищены 2 кандидатские и 2 докторские диссертации.

На протяжении многих лет Зот Кирьянович был бессменным заместителем главного редактора журнала «Травматология и ортопедия России».

Зот Кирьянович Башуров – автор более 150 научных работ. Он принимал участие в создании четырехтомного руководства по травматологии и ортопедии. Благодаря энтузиазму и стараниям Зота Кирьяновича сохранены для потомков славные страницы истории не только первого в России ортопедического института, но и всей отечественной травматологии и ортопедии. В 2006 г. к юбилею института им была написана монография «Российскому научно-исследовательскому институту травматологии и ортопедии им. профессора Р.Р. Вредена – 100 лет». В нашем журнале он опубликовал серию статей, посвященных выдающимся зарубежным врачам: Лоренцу Белеру, Фридриху Тренделенбургу, семье британских ортопедов Томас и др.

В 2007 г. З.К. Башуров был награжден медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени, а в 2009 г. решением Ученого совета за неоценимый вклад в развитие специальности и подготовку кадров ему было присвоено звание Почетного профессора института.

В настоящее время Зот Кирьянович на заслуженном отдыхе, но продолжает интересоваться историей медицины и современными тенденциями травматологии и ортопедии.

Коллектив НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена и редколлегия журнала сердечно поздравляют Зота Кирьяновича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, бодрости, дальнейших творческих успехов!

КАРИНА СУРЕНОВНА СОЛОВЬЕВА

15.02.1937–25.11.2020



25 ноября 2020 г. скончалась Карина Суменовна Соловьева, кандидат медицинских наук, доцент, старший научный сотрудник научно-организационного отдела, Почетный доктор НМИЦ ДТО им. Г.И. Турнера.

Карина Суменовна известна всем детским травматологам-ортопедам Российской Федерации как организатор специализированной медицинской службы, пропагандист новых научных знаний, вдохновитель и организатор ежегодных научных конференций по детской травматологии и ортопедии и как энергичный дружелюбный человек, энтузиаст и большой профессионал своего дела.

Карина Суменовна родилась в г. Баку, затем с родителями переехала в Винницу, где поступила на лечебный факультет Винницкого государственного медицинского института им. Н.И. Пирогова. В 1957 г. продолжила занятия в Ленинградском медицинском институте им. акад. И.П. Павлова, окончила его с отличием в 1960 г. Обучалась в клинической ординатуре ЛНИИТО им. Р.Р. Вредена с 1962 по 1964 г. С 1965 г. Карина Суменовна работала ординатором хирургического отделения больницы

им. В.В. Куйбышева, врачом станции скорой медицинской помощи, а затем – заведующей травматологическим пунктом объединенной городской больницы Ждановского района г. Ленинграда. В 1970 г. она поступила в аспирантуру ЛНИИТО им. Р.Р. Вредена, после окончания которой была оставлена в должности младшего научного сотрудника. В 1975 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему: «Кровеносное и лимфатическое русло конечности при закрытом переломе костей голени (экспериментальное, морфологическое исследование)». В дальнейшем в течение 12 лет работала научным секретарем института им. Р.Р. Вредена.

Более 30 лет, с сентября 1989 г. и до последнего времени, Карина Суменовна проработала в Детском ортопедическом институте им. Г.И. Турнера, который стал ее вторым домом. Много лет она являлась руководителем научно-организационного отдела, готовила достойные профессиональные кадры, прививая интерес и любовь к многогранной организационной работе, и не прекращала свою трудовую деятельность до последних дней.

За многолетний добросовестный труд Карина Суменовна награждена почетными грамотами Минздрава России, Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга, НМИЦ ДТО им. Г.И. Турнера, нагрудным знаком «Отличник здравоохранения», медалью «За труд и верность» (РЖД). По решению Ученого совета в 2017 году Карине Суменовне Соловьевой было присуждено звание Почетного доктора Института им. Г.И. Турнера.

Карина Суменовна всегда была полна энергии, её отличали огромная трудоспособность, большая ответственность, принципиальность и объективность в суждениях, доброжелательность к молодежи и огромная жажда делиться своими знаниями, будучи педагогом и наставником.

Несмотря на огромную занятость на работе, Карина Суменовна была стержнем своей большой семьи, где все стали врачами и научными работниками. Она вырастила троих детей, пятерых внуков. Карина Суменовна была добрым, чутким человеком, заботливой хозяйкой, прекрасной женой, мамой и бабушкой, согревающей всех своим теплом.

Коллектив ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России выражает соболезнования семье и коллегам Карины Суменовны. Светлая память о ней сохранится в наших сердцах, а ее работа будет продолжена.

Редакция журнала присоединяется к соболезнованиям наших коллег.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Правила для авторов составлены на основе «Белой книги Совета научных редакторов о соблюдении принципов целостности публикаций в научных журналах, 2012» (CSE's White Paper on Promotion Integrity in Scientific Journal Publications, 2012 Update) и «Рекомендаций по проведению, описанию, редактированию и публикации результатов научной работы в медицинских журналах, декабрь 2016» (ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, December 2016).

Цели и задачи журнала:

- информирование российских и зарубежных читателей о новых экспериментальных и клинических исследованиях в области травматологии и ортопедии;
- предоставление платформы для научных дискуссий и достижения консенсуса по спорным аспектам диагностики и лечения заболеваний опорно-двигательной системы у взрослых и детей;
- содействие расширению сотрудничества российских и зарубежных специалистов в области травматологии и ортопедии для формирования современной травматолого-ортопедической практики.

Журнал принимает к публикации высококачественные работы, выполненные с соблюдением принципов доказательной медицины.

В журнале публикуются:

- редакционные статьи;
- оригинальные статьи, содержащие результаты клинических и экспериментальных исследований;
- аналитические и систематические обзоры литературы по актуальным темам, интересным широкому кругу читателей, основанные на критическом анализе современных литературных источников;
- описания редких клинических случаев с их обсуждением.

На наиболее интересные статьи публикуются комментарии ведущих экспертов в данной области.

Журнал принимает материалы от аспирантов, соискателей, докторантов, научных сотрудников, врачей и экспертов в данной области.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ РУКОПИСИ СТАТЬИ

Направляя рукопись статьи в журнал «Травматология и ортопедия России», вы подтверждаете, что:

- статья не была опубликована ранее и не находится в настоящее время на рассмотрении в другом журнале;
- все соавторы согласны с публикацией текущей версии статьи.

Все рукописи статей, которые подаются в редакцию журнала, должны быть оформлены в соответствии с международными стандартами надлежащей публикационной практики.

Редакция журнала «Травматология и ортопедия России» рекомендует авторам использовать при подготовке статей чек-листы и схемы, разработанные международными организациями в области здравоохранения. В библиотеке EQUATOR (Enhancing the Quality and

Transparency of Health Research) представлены рекомендации по подготовке и оформлению научных статей, по этике публикаций, а также руководства для редакторов и рецензентов.

При подготовке статей, отражающих результаты рандомизированных клинических исследований, рекомендуем использовать «CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomized trial».

При подготовке статей с участием лабораторных животных *in vivo* можно использовать «The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research»

Для статей, отражающих результаты обсервационных исследований (случай-контроль или когортное исследование)

«The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies»,

При подготовке систематических обзоров — «PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)»

При описании клинических случаев — «The CARE Guidelines: Consensus-based Clinical Case Reporting Guideline Development», «Reporting checklist for case report or case series».

При подготовке статей, отражающих результаты качественных исследований — «SRQR (Standards for reporting qualitative research)», Standards for Reporting Qualitative Research.

При подготовке статей, отражающих результаты прогностических исследований — STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies.

СТРУКТУРА СТАТЬИ

Титульный лист (на русском и английском языках)
Имя автора (авторов)

Журнал «Травматология и ортопедия России» придерживается следующих критериев авторства, разработанных ICMJE и COPE:

- существенный вклад в разработку концепции или дизайна исследования; или сбор, анализ или интерпретация данных;
- написание текста статьи или ее редактирование для важного интеллектуального содержания;
- 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.

Любые изменения в списке авторов после подачи статьи в редакцию должны быть одобрены всеми авторами. Ответственный автор выступает контактным лицом между издателем и другими авторами. Он должен информировать соавторов и привлекать их к принятию решений по вопросам публикации (например, в случае ответа на комментарии рецензентов).

Имена людей, которые не соответствуют критериям авторства, но оказали поддержку при написании статьи, указывают в разделе «Благодарности».

При указании авторов статьи фамилию следует указывать после инициалов имени и отчества (И.И. Васильев, В.В. Иванов).

Фамилии на английском языке необходимо указывать в такой же транслитерации, как в ранее опубликованных статьях и аккаунтах автора в международных базах данных. Если автор не имеет публикаций, для транслитерации фамилии и имени необходимо использовать стандарт BSI (<https://translit.ru/ru/bsi/>).

Аффилиация авторов

Аффилиация включает в себя следующие данные: полное официальное название организации, города и страны. Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса (И.И. Иванов¹, А.А. Петров²).

Необходимо указать официальное англоязычное название учреждения для блока информации на английском языке.

Название статьи

Название статьи должно соответствовать ее содержанию. Заглавие статьи должно быть информативным, лаконичным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему исследования и содержание работы. Заглавие должно легко восприниматься читателями и поисковыми системами. Не рекомендуется использовать аббревиатуру и формулы. Англоязычное название должно соответствовать русскоязычному названию по смыслу, но не обязательно быть подстрочным переводом с русского языка.

Реферат

Рекомендуемый объем структурированного реферата — 200–250 слов. Аннотация должна содержать те же разделы, что и статья: краткое обоснование актуальности, цель или гипотеза, методы, результаты, заключение. В реферате не должно быть аббревиатур (за исключением общеизвестных) и ссылок на литературу.

Ключевые слова

Рекомендуется приводить 5–7 слов или словосочетаний по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова не дублировали название статьи, а дополняли его. Для подбора ключевых слов можно пользоваться тезаурусом ключевых слов Medical Subject Headings для индексации статей.

Текст статьи

В журнале принят международный формат статей IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion — Введение, Методы, Результаты, Обсуждение), который является обязательным для публикаций, основанных на эмпирических исследованиях.

Источники финансирования (государственное бюджетное финансирование, гранты, спонсорская помощь).

Благодарности

В этом разделе авторы приносят благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами. Участие в работе над статьей

подразумевает: рекомендации по совершенствованию исследования, предоставление пространства для исследования, ведомственный контроль, одиночные виды анализа, предоставление реагентов/пациентов/животных/прочих материалов для исследования.

Конфликт интересов

Автор обязан уведомить редактора о следующих реальных или потенциальных конфликтах интересов:

- поддержка исследования коммерческими компаниями, Авторы должны описать роль спонсора в выполнении исследования и в принятии решения о публикации его результатов. Если источник финансирования не участвовал в процессе как описано выше, авторы также должны это указать.

- связи с коммерческими компаниями, которые могут рассматриваться как наличие интереса в области вопросов, освещаемых в статье;

- нефинансовые связи, имеющие отношение к подаваемой к печати статье.

Если конфликта интересов нет, авторы должны также сообщить об этом. Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

Информация об авторах

Ф.И.О. полностью, ученая степень, ученое звание, должность и наименование учреждения, в котором работает автор, адреса электронной почты.

Рисунки

Иллюстрации следует вставить в текст статьи для облегчения редактирования и рецензирования, а также представить отдельными файлами в формате TIFF или JPEG с реальным разрешением 300–600 dpi.

Иллюстрации необходимо загружать в качестве дополнительных файлов при подаче статьи через личный кабинет на сайте журнала. Файлам изображений следует присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте.

Иллюстрации должны быть четкими и контрастными, их общее количество не должно превышать 12 (учитываются все рентгенограммы, фотографии в сгруппированных иллюстрациях). Не надо объединять отдельные изображения в коллажи, каждое следует загружать отдельным файлом. Все рисунки (фотографии, рентгенограммы, графики, диаграммы, схемы) должны иметь последовательную нумерацию. Не допускается тройная нумерация, например рис. 1 а-1, 2 б-2 и т.д.

Диаграммы и графики следует представлять в файлах Excel.

На каждый рисунок в тексте статьи обязательно должна быть ссылка. Символы, стрелки или буквы, используемые на фотографиях, должны контрастировать с фоном. Подписи к иллюстрациям располагаются непосредственно под рисунком. Все обозначения, надписи на рисунках (в т.ч. графиках и диаграммах) и подписанные подписи следует представлять на русском и английском языках. В подписях к микрофотографиям обязательно следует указывать метод окраски и увеличение (например, окраска гематоксилином и эозином; ×200).

Заемствовать иллюстрации без разрешения правообладателя можно только том случае, если это статья

открытого доступа, распространяемая в соответствии с условиями лицензии Creative Commons CC BY, которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение при условии правильного цитирования оригинальной работы. В остальных случаях необходимо предоставить письменное разрешение от правообладателя на репродукцию.

Таблицы

Допускается размещение в тексте статьи не более 6 таблиц. Включение данных в таблицы вместо текста позволяет уменьшить объем рукописи. Таблицы необходимо последовательно пронумеровать в порядке их первого упоминания в тексте, каждая таблица должна иметь название и ссылку на нее в тексте. Следует уточнить, какие параметры статистической вариабельности оценивались, например, стандартное отклонение или стандартная ошибка среднего. Не следует дублировать данные, содержащиеся в таблице, в тексте статьи, в графиках или диаграммах.

Список литературы

Рекомендуемое количество литературных источников в списке для оригинальных статей — 30–60 наименований, для обзоров литературы — 60–100.

В журнале используется *Ванкуверский формат цитирования*, который подразумевает ссылку на источник литературы в квадратных скобках и последующее упоминание источников в списке литературы в порядке упоминания в тексте.

В список литературы включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и главы из монографий). Не рекомендуется включать в список литературы патенты, учебники, учебные пособия, ГОСты, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах, на сайтах и в блогах. Если необходимо сослаться на такую информацию, следует поместить информацию об источнике в сноску. Вместо ссылок на диссертации или авторефераты диссертаций следует ссылаться на опубликованные статьи этого автора. Ссылки на принятые к публикации, но еще не опубликованные статьи должны быть помечены словами «в печати». Авторы должны получить письменное разрешение для ссылки на такие документы и подтверждение того, что они приняты к печати.

В описании источника должны быть представлены не менее 6 первых авторов.

При описании русскоязычных источников литературы необходимо дополнительно указывать информацию для цитирования на латинице:

- фамилии и инициалы авторов надо транслитерировать в стандарте BSI. На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

- перевод названий статьи и журнала надо взять на сайте этого журнала или в базе eLIBRARY.

После описания русскоязычного источника в конце ссылки ставится указание на язык работы: (In Russian).

Сокращать названия англоязычных журналов следует в соответствии с каталогом журналов PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>).

При описании источника следует указывать DOI при его наличии.

Примеры оформления

Ссылка на статьи из иностранных журналов

Nagai K., Aoyama T., Yamada M., Izeki M., Fujibayashi S., Takemoto M. et al. Quantification of changes in gait characteristics associated with intermittent claudication in patients with lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord Tech.* 2014;27(4):136-142. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182a2656b.

Ссылка на русскоязычную статью

Карданов А.А., Буали Н.М., Русанова В.В., Непомящий И.С. Результаты хирургического лечения болезни Хагглунда. *Травматология и ортопедия России.* 2013;(1):67-71.

doi: 10.21823/2311-2905-2013--1-67-71.

Kardanov A.A., Bualy N.M., Rusanova V.V., Nepomyashchiy I.S. [Results of surgical treatment of Haglund's disease]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(1):67-71.

doi: 10.21823/2311-2905-2013--1-67-71.

Ссылки на главы из монографий на иностранном языке

Глава из монографии:

Dryagin V.G., Kuropatkin G.V., Danilyak V.V. RM cup: experiences in Russia. In: Horne G., ed. *Hip-joint surgery: the RM cup: long-term experience with an elastic monobloc acetabular implant.* Hamburg: Einhorn-Press, 2008. pp. 57-64.

Название журнала и название монографий и сборников выделяется курсивом, после инициалов ставятся точки. Между фамилией автора и инициалами запятая не ставится.

Ссылки на Интернет-ресурсы

Название материала на сайте. Название сайта; 2016 [обновлено 19 октября 2016; процитировано 30 октября 2016]. Доступно: <http://www.example.ru>.

Пример: Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2018 Annual Reports. Режим доступа: <https://aoanjrr.sahmri.com/>

Примечание: предпочтительно указывать ссылку на материал с сайта, который упоминается в статье. Ссылка на главную страницу не информативна и не дает возможность проверить информацию.

ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ В РЕДАКЦИЮ

Основным способом подачи рукописи статьи в редакцию является загрузка через личный кабинет на сайте журнала.

Юбилейные статьи, информацию о предстоящих и прошедших симпозиумах можно отправлять по электронной почте в форме присоединенных файлов на адрес редакции: journal@rnito.org.

При подаче рукописи должны быть загружены следующие файлы:

1. Основной файл

Рукописи, поступающие в редакцию, проходят процедуру двойного слепого рецензирования, в соответствии с которой они направляются экспертам без указания авторов и их институциональной аффилиации. Поэтому основной файл не должен содержать фамилий авторов и названия учреждений. Он должен состоять из следующих разделов:

а) Название статьи

б) Структурированное резюме на русском языке объемом 250-400 слов, в котором излагается краткое содержание статьи: актуальность, цель исследования, материал и методы, результаты (конкретные данные и их статистическая значимость) и выводы. По авторскому резюме должна быть понятна суть статьи, в нем следует приводить фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. Сокращений следует избегать.

в) *Ключевые слова* или словосочетания (от 3 до 6), которые будут способствовать правильному индексированию статьи. Рекомендуется использовать термины из списка медицинских предметных заголовков U.S. National Library of Medicine Medical Subject Headings

г) Текст статьи

2. Титульный лист

- Название статьи
- Фамилии и инициалы авторов
- Полное наименование учреждения, в котором работает(ют) автор(ы) в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности; город, страна. Если авторы работают в разных организациях, принадлежность их к своему учреждению обозначается цифрами

- Адрес электронной почты и номер мобильного телефона автора статьи, ответственного за связь с редакцией.

3. **Полные данные об авторах, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования:** Ф.И.О. полностью, ученая степень, ученое звание, должность и наименование учреждения, в котором работает автор, адреса электронной почты.

4. **Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей**

5. Список литературы

6. **Информация на английском языке:** заглавие статьи, транслитерация фамилий авторов в латинском алфавите <http://translit.net/ru/bsi/> (вариант BSI), название организации с указанием города, страны, структурированное резюме и ключевые слова, сведения об авторах в том же объеме, как на русском языке. Переводы на английский язык с применением компьютерных переводчиков не принимаются.

7. Лицензионный договор

Согласно вступившей в действие IV части Гражданского кодекса РФ, с 2012 года между авторами статей и редакцией журнала заключается **Лицензионный договор о предоставлении права использования произведения** издателю. Электронный вариант заполненного и подписанного всеми авторами договора также следует загрузить в качестве дополнительного файла

8. **Иллюстрации в формате JPEG.** При загрузке файлов обязательно указывайте номер рисунка, соответствующий его номеру в тексте статьи.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Редакция журнала ведет переписку с автором, ответственным за связь с редакцией, однако при желании коллектива авторов письма могут направляться всем авторам, для которых указан адрес электронной почты.

Все поступающие в журнал «Травматология и ортопедия России» статьи проходят предварительную проверку ответственным секретарем журнала на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена авторам на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, отсутствия научной значимости.

После предварительной проверки ответственный секретарь передает статью эксперту по биомедицинской статистике для проверки корректности выполненного статистического анализа.

В случае положительного ответа статья отправляется через электронную редакцию нескольким рецензентам (как правило, двум) с указанием сроков рецензирования. Автору отправляется соответствующее уведомление. В спорных случаях редактор может назначить дополнительное рецензирование. Однако окончательное решение принимает главный редактор.

Если принято решение о принятии статьи к публикации, редакция уведомляет авторов о сроках публикации.

При принятии решения о доработке статьи рецензии и комментарии рецензентов отправляются авторам. На доработку статьи дается 2 месяца. Если в течение этого срока авторы не представили исправленный вариант статьи и не уведомили редакцию о планируемых действиях, статья снимается с регистрации и передается в архив.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции и текст рецензий.

Ответственному (контактному) автору принятой к публикации статьи направляется финальная версия верстки, которую он обязан проверить. Ответ ожидается от авторов в течение 2 суток. При отсутствии реакции со стороны автора верстка статьи считается утвержденной.

ПОРЯДОК ПЕРЕСМОТРА РЕШЕНИЙ РЕДАКТОРА/РЕЦЕНЗЕНТА

Если автор не согласен с заключением рецензента и/или редактора или отдельными замечаниями, он может оспорить принятое решение. Для этого автору необходимо аргументированно в письменной форме изложить свою позицию по рассматриваемому вопросу. Редакторы содействуют повторной подаче рукописей, которые потенциально могли бы быть приняты, однако были отклонены из-за необходимости внесения существенных изменений или сбора дополнительных данных, и готовы подробно объяснить, что требуется исправить в рукописи для того, чтобы она была принята к публикации.

ДЕЙСТВИЯ РЕДАКЦИИ В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛАГИАТА, ФАБРИКАЦИИ ИЛИ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ДАННЫХ

В случае обнаружения недобросовестного поведения со стороны автора, плагиата, фабрикации или фальсификации данных редакция руководствуется правилами СОРЕ. Под «недобросовестным поведением» мы понимаем любые действия ученого, включающие ненадлежащее обращение с объектами изучения или намеренное манипулирование научной информацией, при котором она перестает отражать наблюдаемые исследования, а также поведение ученого, которое не соответствует принятым этическим и научным стандартам.

К «недобросовестному поведению» журнал «Травматология и ортопедия России» не относит честные ошибки или честные расхождения в плане, проведении, интерпретации или оценке исследовательских методов или результатов, или недобросовестное поведение, не связанное с научным процессом.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК И ОТЗЫВ СТАТЬИ

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, влияющих на ее восприятие, но не искажающих изложенные результаты исследования, они могут быть исправлены путем замены PDF-файла статьи и указанием на ошибку в самом файле статьи и на странице статьи на сайте журнала.

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, искажающих результаты исследования, либо в случае плагиата, обнаружения недобросовестного поведения автора

(авторов), связанного с фальсификацией и/или фабрикацией данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отозванная статья помечается знаком «Статья ретрагирована», на странице статьи размещается информация о причине отзыва статьи. Информация об отзыве статьи направляется в базы данных, в которых индексируется журнал.

АВТОРСКИЕ ПРАВА

Авторы, публикующие в данном журнале, соглашаются со следующим:

1. Авторы сохраняют за собой авторские права на работу и предоставляют журналу право первой публикации статьи на условиях лицензии Creative Commons Attribution License, которая позволяет другим распространять данную статью с обязательным сохранением ссылки на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

2. Авторы сохраняют право заключать отдельные контрактные договоренности, касающиеся не-эксклюзивного распространения версии статьи в опубликованном виде (например, размещение ее в институтском хранилище, публикацию в книге) со ссылкой на ее оригинальную публикацию в этом журнале.

3. Авторы имеют право размещать их статью в сети Интернет (например, в институтском хранилище или персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным журналом, так как это может привести к продуктивному обсуждению и большему количеству ссылок на данную работу.