

# КАФЕДРА ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

## ТЕМЫ НОМЕРА

- ХИРУРГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТА С ЛОЖНЫМ СУСТАВОМ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)
- СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВИРУЮЩИМ ТЕЧЕНИЕМ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)
- ЛОКАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ СТИМУЛЯЦИИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)



№ 3



Компания Z-med является официальным дистрибьютором и многолетним партнером ведущего производителя медицинских изделий для травматологии и ортопедии Zimmer Biomet.

Специализируется на комплексном обеспечении инструментария и расходных материалов, имплантами для травматологии, ортопедии, остеосинтеза и нейрохирургии.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СЕРВИС — УВЕРЕННОСТЬ ДОКТОРА, ДОВЕРИЕ ПАЦИЕНТА

Основными принципами работы нашей компании являются:

- Индивидуальный подход. Мы предоставляем размерный ряд имплантов и необходимый инструментарий при обеспечении каждой операции;
- Оперативное обеспечение заказа любой сложности в кратчайшие сроки;
- Комплексное оснащение травматологических, ортопедических и нейрохирургических отделений имплантами и инструментарием;
- Профессиональный ремонт и инженерное обслуживание силового оборудования Zimmer Universal в сертифицированном сервисном центре.

Высокая квалификация наших специалистов и многолетний опыт успешной работы на медицинском рынке — гарантия надежности и качества оказываемых услуг.

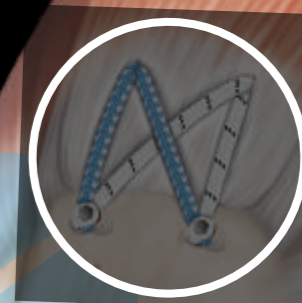
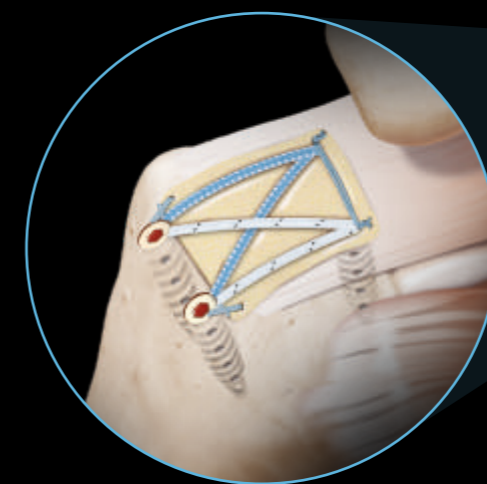
+7 (495) 230-05-84 | info@zm5.ru | www.zet-med.ru

РЕКЛАМА

# SpeedBridge™

Двухрядная безузловая реконструкция — это просто

- Индивидуальные решения для всех типов повреждений вращательной манжеты
- Безузловая самоусиливающаяся двухрядная система реконструкции<sup>1</sup>
- Достижение стабильности и уменьшение дефекта благодаря SwiveLock® и шовным материалам FiberTape®<sup>2</sup>
- Большая площадь крепления<sup>1,2</sup> для лучшего результата операции



Ссылки:

<sup>1</sup> Arthroscopic rotator cuff repair: Scientific rationale, surgical technique, and early clinical and functional results of a knotless self-reinforcing double-row rotator cuff repair system. Suketu Vaishnav, MD, Peter J. Millett, MD, MSc, J Shoulder Elbow Surg (2010) 19, 83-90

<sup>2</sup> A Biomechanical Comparison of Tendon-Bone Interface Motion and Cyclic Loading Between Single-Row, Triple-Loaded Cuff Repairs and Double-Row, Suture-Tape Cuff Repairs Using BioComposite Anchors. F. Alan Barber, MD; Otis R. Drew, MD, Arthroscopy 2012

www.arthrex.com

© Arthrex GmbH, 2019. Все права защищены.



# Кафедра травматологии и ортопедии

*Журнал включен ВАК в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.*

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Лычагин Алексей Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), директор клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов, Москва, Россия

## НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

**Кавалерский Геннадий Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Ахтямов Ильдар Фуатович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГАОУ ВПО Казанского государственного медицинского университета, Казань, Россия

**Бобров Дмитрий Сергеевич** – ответственный секретарь, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

**Брижань Леонид Карлович**, доктор медицинских наук, профессор, начальник ЦТиО ФГКУ «Главный военный клинический гос-питаль им. Бурденко», профессор кафедры хирургии с курсами травматологии, ортопедии и хирургической эндокринологии НМХЦ им.Н.И. Пирогова, Москва, Россия

**Гаркави Андрей Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет)

**Голубев Валерий Григорьевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Российской медицинской академии последиplomного образования, Москва, Россия

**Дубров Вадим Эрикович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**Егиазарян Карен Альбертович**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

**Иванников Сергей Викторович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор Института профессионального образования ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России, Москва, Россия

**Карданов Андрей Асланович**, доктор медицинских наук, Заместитель главного врача, АО «Европейский Медицинский Центр», Москва, Россия

**Королев Андрей Вадимович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии и ортопедии Российского университета дружбы народов, Москва, Россия

**Самодай Валерий Григорьевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Москва, Россия

**Слиняков Леонид Юрьевич**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

**Хофманн Зигфрид**, доктор медицинских наук, доцент кафедры ортопедической хирургии, глава учебного центра эндопротезирования коленного сустава, LKH Штольцальпе 8852 Штольцальпе, Австрия

**Моррей Бернард Ф.**, доктор медицины, профессор кафедры ортопедической хирургии, почетный председатель кафедры ортопедии университета фундаментального медицинского образования и науки клиники Мэйо в Миннесоте, США

**Кон Елизавета**, профессор, доктор медицинских наук, руководитель центра биологической реконструкции, трансляционной ортопедии коленного сустава, научно-исследовательского госпиталя Humanitas, Милан, Италия

**Ярвела Тимо**, Профессор, доктор медицинских наук, травматолог - ортопед, Университетская клиника г. Тампере, центр артроскопии и ортопедии г. Хатанпаа, Финляндия

## ИЗДАТЕЛЬ:

ООО «Профиль — 2С»  
123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 15/16;  
тел./факс (499) 196-18-49;  
E-mail: sp@profill.ru

## АДРЕС РЕДАКЦИИ:

123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 15/16;  
тел./факс (499) 196-18-49;  
E-mail: sp@profill.ru  
<http://www.jkto.ru>

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается только с разрешения редакции. При использовании материалов ссылка на журнал обязательна. Присланные материалы не возвращаются. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность рекламной информации.

**Отпечатано:** Типография «КАНЦЛЕР», 150044; г. Ярославль, Полушкина роща 16, стр. 66а.

Подписано в печать 30.09.2020.

Формат 60x90 1/8

Тираж 1000 экз.

Цена договорная

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС77-48698 от 28 февраля 2012 г.

Подписной индекс 91734 в объединенном каталоге «Пресса России»

# The Department of Traumatology and Orthopedics

*The Journal is included in the list of Russian reviewed scientific journals of the Higher Attestation Commission*

## CHIEF EDITOR

**Lychagin Alexey Vladimirovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of Sechenov University, Director of the orthopedic department of University Hospital, Moscow, Russia

## SCIENTIFIC EDITOR

**Kavalersky Gennadiy Mikhailovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

## EDITORIAL BOARD

**Akhtyamov Ildar Fuatovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Surgery of extreme states of Kazan State Medical University, Kazan, Russia

**Bobrov Dmitry Sergeevich**, secretary-in-charge, PhD, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Department of Trauma, Orthopedics and Disaster Surgery, Associate Professor, Moscow, Russia

**Brizhan Leonid Karlovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of CTiO FGKU «Main Military Hospital Burdenko», Professor of Department of Surgery with the course of traumatology, orthopedics and surgical endocrinology Federal State Institution «The National Medical and Surgical Center named NI Pirogov «the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

**Garkavi Andrey Vladimirovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor, Moscow, Russia

**Golubev Valery Grigorievich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

**Dubrov Vadim Erikovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of General and Specialized Surgery, Faculty of Fundamental Medicine of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Eghiazaryan Karen Albertovich**, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. N.I. Pirogov Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

**Ivannikov Sergey Viktorovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Institute of Professional Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

**Kardanov Andrey Aslanovich**, Doctor of Medical Sciences, Deputy Chief Medical Officer European Medical Center, Moscow, Russia

**Korolev Andrey Vadimovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

**Samoday Valery Grigorevich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery of Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Moscow, Russia

**Slinyakov Leonid Yuryevich**, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University The Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, Professor, Moscow, Russia

**Hofmann Siegfried**, MD, PhD, Associate Professor Orthopedic Surgery of Head Knee Training Center, LKH Stolzalpe, 8852 Stolzalpe, Austria

**Morrey Bernard E**, M.D., Professor of Orthopedic Surgery, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota; Professor of Orthopedics, University of Texas Health Center, San Antonio, Texas, USA

**Kon Elizaveta**, Associate Professor Orthopedics, Chief of Translational Orthopedics of Knee Functional and Biological Reconstruction Center, Humanitas Research Hospital, Milano, Italy

**Järvelä Timo**, M.D., PhD, Professor, Tampere University Hospital, Hatanpää Arthroscopic Center and Orthopaedic Department, Finland

## PUBLISHER:

ООО «Profill — 2S»  
123060, Moscow, 1 Volokolamsky pr-d., 5/16;  
tel/fax (499) 196-18-49;  
e-mail: sp@profill.ru

## ADDRESS OF EDITION:

123060, Moscow, 1 Volokolamsky pr-d., 5/16;  
tel/fax (499) 196-18-49,  
e-mail: sp@profill.ru  
<http://www.jkto.ru>

The reprint of the materials published in magazine is supposed only with the permission of edition. At use of materials the reference to magazine is obligatory. The sent materials do not come back. The point of view of authors can not coincide with opinion of edition. Edition does not bear responsibility for reliability of the advertising information.

Printed in Printing house "KANTSLEER", 150044; Yaroslavl, Polushkina grove 16, build. 66a

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ГРАЖДАНОВ К.А., ШПИНЯК С.П., БАРАБАШ Ю.А., КАУЦ О.А., ЗУЕВ П.П.</b>	
ХИРУРГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТА С ЛОЖНЫМ СУСТАВОМ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ) .....	5
<b>КОЧИШ А.А., БОЖКОВА С.А.</b>	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВИРУЮЩИМ ТЕЧЕНИЕМ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....	11
<b>САДЫКОВ Р.И., АХТЯМОВ И.Ф.</b>	
ЛОКАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ СТИМУЛЯЦИИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....	23
<b>ОСТРОВСКИЙ В.В., ЛИХАЧЕВ С.В., БАЖАНОВ С.П., ДЖУМАГИШИЕВ Д.К., БАХАРЕВ Р.М., ЗАРЕЦКОВ В.В.</b>	
НЕСТАБИЛЬНОЕ НЕОСЛОЖНЕННОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЕРЕХОДНОГО ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	31
<b>СОЛОД Э.И., ЛАЗАРЕВ А.Ф., АБДУЛХАБИРОВ М.А., ПЕТРОВСКИЙ Р.А., МОМБЕКОВ А.О., ОВЧАРЕНКО А.В.</b>	
ФИКСАЦИЯ ПЕРЕЛОМА ЛОННОЙ КОСТИ ИМПЛАНТАТОМ, ИЗГОТОВЛЕННЫМ С ПОМОЩЬЮ 3D ПЕЧАТИ .....	39
<b>МАРТЫНЕНКО Д.В., ВОЛОШИН В.П., ШЕВЫРЕВ К.В., ОШКУКОВ С.А., СТЕПАНОВ Е.В.</b>	
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ОДНОСТОРОННЕГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПРИ КОКСАРТРОЗЕ .....	46
<b>ХОМИНЕЦ В.В., ГЛАДКОВ Р.В.</b>	
СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТРАНССУХОЖИЛЬНОГО АРТРОСКОПИЧЕСКОГО ШВА И ФИКСАЦИИ ПО МЕТОДИКЕ «ВСЕ ВНУТРИ» ПРИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЫВАХ СУСТАВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУХОЖИЛИЙ ВРАЩАЮЩЕЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧА .....	52
<b>ТЕРНОВОЙ С.К., СЕРОВА Н.С., ЛЫЧАГИН А.В., БАХВАЛОВА В.А., ЛИПИНА М.М.</b>	
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ПРОТОКОЛА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С ЛАТЕРАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ НАДКОЛЕННИКА И ГИПЕРПРЕССИЕЙ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ФАСЕТКИ .....	63

## CONTENT

<b>GRAZHDANOV K.A., SPINYAK S.P., BARABASH Y.U.A., KAITS O.A., ZUEV P.P.</b> SURGICAL REHABILITATION OF A PATIENT WITH FALSE TIBIAL JOINT AFFECTED BY CHRONIC OSTEOMYELITIS (CASE REPORT) .....	5
<b>KOCHISH A.A., BOZHKOVA S.A.</b> MODERN STATE OF PROBLEM FOR TREATING PATIENTS WITH RECURRENT HIP PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION (LITERATURE REVIEW) .....	11
<b>SADYKOV R.I., AKHTYAMOV I.F.</b> LOCAL FACTORS OF STIMULATION OF REPARATIVE OSTEOGENESIS (LITERATURE REVIEW) .....	23
<b>OSTROVSKIY V.V., LIKHACHEV S.V., BAZHANOV S.P., DZHUMAGISHIEV D.K., BAKHAREV R.M., ZARETSKOV V.V.</b> UNSTABLE UNCOMPLICATED INJURY OF CERVICOTHORACIC JUNCTION. A CLINICAL CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW .....	31
<b>SOLOD E.I., LAZAREV A.F., ABDULKHABIROV M.A., PETROVSKIY R.A., OVCHARENKO A.V.</b> FIXATION OF A PUBIC BONE FRACTURE WITH AN IMPLANT MADE BY 3D PRINTING. ....	39
<b>MARTYNENKO D.V., VOLOSHIN V.P., SHEVYREV K.V., OSHKUKOV S.A., STEPANOV E.V.</b> FUNCTIONAL RESULTS OF PRIMARY UNILATERAL HIP ARTHROPLASTY FOR ARTHROSIS OF THE HIP JOINT .....	46
<b>KHOMINETS V.V., GLADKOV R.V.</b> COMPARISON OF THE CLINICAL OUTCOMES AFTER IN SITU TRANSTENDINOUS AND «ALL-INSIDE» REPAIR TECHNIQUE FOR PARTIAL-THICKNESS ARTICULAR-SIDED ROTATOR CUFF TEARS. ....	52
<b>TERNOVOY S.K., SEROVA N.S., LYCHAGIN A.V., BAKHVALOVA A.V., LIPINA M.M.</b> RESULTS OF APPLICATION OF THE NEW PROTOCOL OF FUNCTIONAL MULTISPIRAL COMPUTER TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH LATERAL INSTABILITY AND THE SYNDROME OF LATERAL HYPERPRESSURE OF THE PATELLA. ....	63

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.5-10

УДК 616.089:616.71-001.59:616.718.5:616.71-018.46-002

© Гражданов К.А., Шпиняк С.П., Барабаш Ю.А., Кауц О.А., Зуев П.П., 2020

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТА С ЛОЖНЫМ СУСТАВОМ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

ГРАЖДАНОВ К.А.<sup>1,а</sup>, ШПИНЯК С.П.<sup>1,б</sup>, БАРАБАШ Ю.А.<sup>1,с</sup>, КАУЦ О.А.<sup>1,д</sup>, ЗУЕВ П.П.<sup>1,е</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ имени В.И. Разумовского Минздрава России. г. Саратов 410002, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148

### Резюме

Представлено клиническое наблюдение хирургической реабилитации пациента с длительно существующим ложным суставом большеберцовой кости, осложненным рецидивирующим хроническим остеомиелитом. Выполнена радикальная санация с сегментарной резекцией большеберцовой кости с последующим замещением дефекта. Для фиксации сегмента и формирования дистракционного регенерата использован моностержневой аппарат внешней фиксации. В результате проведенного лечения хронический воспалительный процесс большеберцовой кости был полностью купирован. Восстановлена опорная функция правой нижней конечности с сохранением ее длины и удовлетворительного объема движений в коленном и голеностопном суставах.

**Ключевые слова:** большеберцовая кость, ложный сустав, хронический остеомиелит, аппарат внешней фиксации, хирургическая реабилитация.

## SURGICAL REHABILITATION OF A PATIENT WITH FALSE TIBIAL JOINT AFFECTED BY CHRONIC OSTEOMYELITIS (CASE REPORT)

GRAZHDANOV K.A.<sup>1,а</sup>, SPINYAK S.P.<sup>1,б</sup>, BARABASH YU.A.<sup>1,с</sup>, KAUTS O.A.<sup>1,д</sup>, ZUEV P.P.<sup>1,е</sup>

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare Saratov 410002, ul. N.G. Chernyshevskogo, 148

### Abstract

A clinical case of surgical rehabilitation of a patient with a longstanding false tibial joint complicated by recurrent chronic osteomyelitis is presented. Radical sanitation with segmental resection of the tibia followed by the replacement of the defect was performed. A unilateral rod external fixation device was used to fix the segment and form a distraction regenerate. The treatment resulted in complete resolution of the chronic inflammatory process in the tibia. The supporting function of the right lower limb has been restored, its length and satisfactory range of knee and ankle joint motion preserved.

**Keywords:** tibia, false joint, chronic osteomyelitis, external fixation device, surgical rehabilitation.

### Введение

Проблема лечения хронического остеомиелита имеет выраженную социальную значимость, обусловленную длительной потерей трудоспособности, значительными материальными затратами на лечение каждого пациента, большинство которых – это лица трудоспособного возраста. По данным различных авторов, данная патология является причиной выхода на инвалидность у 50-60% пациентов [1, 2, 3].

Инфекционный неспецифический воспалительный процесс костной ткани занимает одно из лидирующих положений в структуре осложнений у пациентов травматолого-ортопедического профиля. По данным литературы, до 31% случаев откры-

тых переломов конечностей осложняются развитием остеомиелита. Среди неблагоприятных исходов хирургического лечения закрытых переломов и других патологий опорно-двигательной системы послеоперационный остеомиелит достигает 22,4%. Необходимо отметить, что у 15–45% пациентов остеомиелит принимает хроническую форму течения заболевания [4, 5, 6, 7].

Литературные данные свидетельствуют о том, что длинные трубчатые кости нижних конечностей являются наиболее частым объектом поражения остеомиелитическим процессом. По данным клинических наблюдений, в 35% случаев остеомиелит диагностировался в бедренной кости, а в 33% случаев – в большеберцовой кости [8, 9, 10].

<sup>а</sup> E-mail: koctas1976@mail.ru

<sup>б</sup> E-mail: sergos83@rambler.ru

<sup>с</sup> E-mail: yubarabash@yandex.ru

<sup>д</sup> E-mail: oandreevich2009@yandex.ru

<sup>е</sup> E-mail: pasha.zuiev@mail.ru

В лечении больных с хроническим остеомиелитом преобладает комплексный подход, сочетающий в себе хирургический дебридмент остеомиелитического очага, системную этиотропную антибактериальную терапию, нестероидные противовоспалительные препараты, иммуномодуляторы, а также различные методы физической медицины [2, 3, 4, 8, 9].

Для хирургической реабилитации пациентов с несросшимися переломами и ложными суставами большеберцовой кости на фоне хронического инфекционного воспаления наибольшее распространение получил чрескостный остеосинтез, который обеспечивает прочную внеочаговую фиксацию сегмента конечности, и при необходимости дает возможность выполнить замещение дефекта кости после радикальной хирургической санации [11, 12, 13]. В последние десятилетия в практику внедряется интрамедуллярная фиксация инфицированных ложных суставов с использованием специальных стержней с антибактериальным покрытием [14, 15]. Внутрикостная фиксация может использоваться в комбинации или последовательно с аппаратом внешней фиксации [16, 17], однако при использовании внутренних конструкций сохраняется высокий риск рецидивов инфекции в зоне ложного сустава [18].

В современной травматологии вопрос выбора способа фиксации сегмента при лечении хронического остеомиелита остается открытым, в настоящее время отсутствует единое мнение об универсальной методике оперативного лечения данного заболевания.

Цель – демонстрация возможности использования монолатерального стержневого аппарата внешней фиксации при выполнении билатерального чрескостного остеосинтеза при радикальном хирургическом лечении длительно существующего ложного сустава большеберцовой кости, осложненного хроническим остеомиелитом.

#### Клиническое наблюдение

Приводим клиническое наблюдение пациента Р., 47 лет, который обратился в отделение гнойной хирургии НИИТОН СГМУ в 2015 году с ложным суставом правой большеберцовой кости на уровне границы средней и нижней трети диафиза, свищевой формой хронического остеомиелита большеберцовой кости в стадии обострения. Пациент дал информационное добровольное согласие на обработку и публикацию персональных данных.

Анамнез. В результате ДТП в 2007 году пациент получил травму правой голени. По месту жительства был диагностирован закрытый перелом диафиза правой большеберцовой кости на уровне границы его средней и нижней трети со смещением отломков, перелом малоберцовой кости на уровне средней трети со смещением отломков, в связи с чем было проведено оперативное вмешательство – открытая репозиция перелома с фиксацией отломков накостной пластиной. Послеоперационный период осложнился глубокой перимплантной инфекцией. Повторно был оперирован по месту жительства, после удаления конструкции выполнялись неоднократные ревизионные операции с удалением патологических фрагментов большеберцовой кости и некротических тканей. Перелом большеберцовой кости не сросся,

инфекционный процесс перешел в хроническую форму с периодическими обострениями каждые 8-10 месяцев.

Ортопедический статус. При обращении в клинику пациент передвигался самостоятельно при помощи костылей, с частичной опорой на правую ногу. Правая нижняя конечность укорочена на 2 см за счет варусной деформации голени на уровне средней и нижней трети сегмента. По передней поверхности голени множественные грубые послеоперационные рубцы, свищевое отверстие на уровне нижней трети сегмента с умеренным количеством серозно-гнояного отделяемого. Пальпация голени вызывает боль, отмечалась тугая патологическая подвижность на уровне границы средней и нижней трети большеберцовой кости. Движения в коленном суставе в полном объеме, функция голеностопного сустава ограничена из-за болевого синдрома.

Бактериологическое исследование. Микроскопия отделяемого свищевого хода показала наличие в ране метициллин-чувствительного золотистого стафилококка (MSSA) с диагностическим титром  $10^5$ , данные антибиотикограммы свидетельствовали о чувствительности выявленной микрофлоры к большинству антимикробных препаратов.

Рентгенологические данные. По данным рентгенограмм правой голени, выполненных в двух стандартных проекциях, выявлен ложный сустав на границе средней и нижней трети диафиза большеберцовой кости с наличием костного дефекта, распространяющегося на 2/3 диаметра кости, заполненного плотными фрагментами (секвестрами); прилежащая костная ткань склерозирована. Кортикальный слой на данном уровне утолщен, с ровными, четкими контурами. В мягких тканях по медиальной поверхности мелкие тени костной плотности. Имеется варусная деформация большеберцовой кости в нижней трети диафиза с углом 11, открытым кнутри. В костной структуре средней и нижней трети диафиза следы от металлоконструкций. Определяется неправильно сросшийся перелом средней трети диафиза малоберцовой кости (Рис.1).

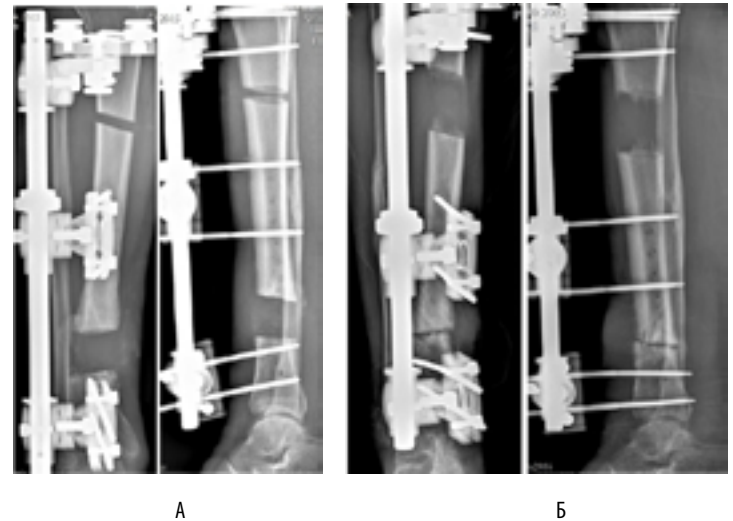


Рис. 1. Рентгенограммы костей правой голени в двух проекциях пациента Р. на момент обращения в НИИТОН СГМУ



Предоперационное планирование. Выбор методики хирургического лечения пациента был обоснован на данных анамнеза и результатах клинично-рентгенологических обследований. Учитывалось наличие у больного длительно существующего атрофического ложного сустава, осложненного рецидивирующим хроническим воспалительным процессом с массивным дефектом костной ткани на уровне границы средней и нижней трети диафиза большеберцовой кости, заполненного секвестрами, рубцовые изменения мягких тканей голени. Принято решение о выполнении радикального оперативного вмешательства: сегментарной резекции большеберцовой кости на уровне ложного сустава с последующим замещением дефекта большеберцовой кости путем формирования distractionного регенерата. Для фиксации и последующего удлинения большеберцовой кости избрана система монолатеральной внешней фиксации с возможностью перемещения свободного фрагмента – Segment Transport MEFiSTO от компании DePuy Synthes.

Оперативное лечение. После необходимой предоперационной подготовки выполнено одномоментное оперативное вмешательство. Для доступа к ложному суставу правой большеберцовой кости выполнен разрез по передненаружной поверхности голени 8 см с иссечением свищевого хода. После обнажения патологической зоны произведена резекция большеберцовой кости на протяжении 6 см до кровотокающей кости, операционная рана и костные фрагменты обработаны системой пульс-лаваж с активным вакуумированием. В проксимальный отдел большеберцовой кости во взаимно перпендикулярных плоскостях введено 3 стержня Шанца, по 2 стержня установлено в средней и нижней трети диафиза, чрескостные элементы закреплены на модульных элементах, смонтирован монолатеральный стержневой аппарат с исправлением варусной деформации сегмента. Из дополнительного разреза 4 см выполнена косая остеотомия большеберцовой кости на уровне верхней трети диафиза. Осуществлена одномоментная distraction путем перемещения срединного модуля фиксированными к нему винтами Шанца по центральному резьбовому стержню с формированием диастаза 3 мм на уровне остеотомии большеберцовой кости. В результате выполненных манипуляций получен свободный фрагмент диафиза большеберцовой кости, предназначенный для формирования distractionного регенерата с целью замещения дефекта большеберцовой кости. Раны ушиты послойно. В зоне резекции большеберцовой кости установлен активный дренаж. В ранние сроки после оперативного вмешательства проводились ежедневные перевязки послеоперационных ран с обработкой места установки чрескостных элементов, антибактериальная терапия согласно данным полученным при бактериологическом исследовании отделяемого свищевого отверстия, физиотерапевтические процедуры направленные уменьшение послеоперационного отека правой голени. Через 5 дней на фоне благоприятно протекающего послеоперационного периода была начата distraction в зоне остеотомии большеберцовой кости по 0,25 мм 4 раза в день (Рис. 2 А).



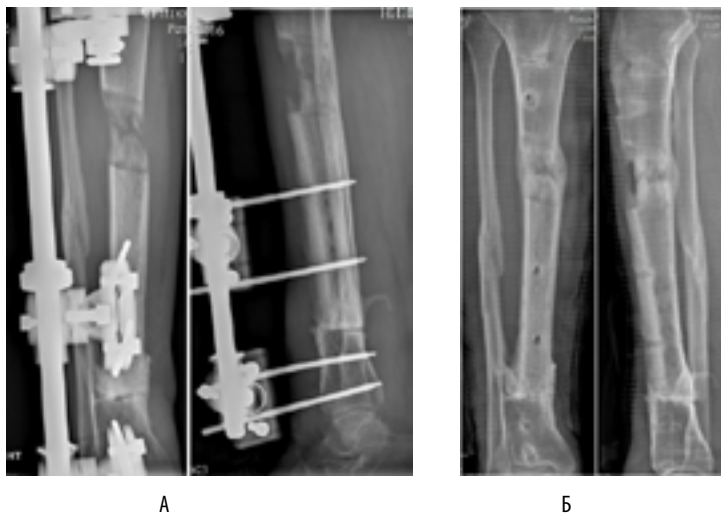
**Рис. 2.** Рентгенограммы костей правой голени пациента Р. в двух проекциях через 10 суток после выполнения оперативного вмешательства (А) и через 5 месяцев после выполнения оперативного вмешательства (Б)

При выписке из стационара пациенту рекомендовалось: передвигаться при помощи костылей, умеренно нагружая оперированную конечность в пределах 30-50% от массы тела, проводить туалет кожных покровов в области установленных винтов Шанца, а также заниматься лечебной физкультурой для восстановления движений в коленном и голеностопном суставе. При контрольных осмотрах с кратностью в 2 недели пациент периодически жаловался на усиление болевого синдрома, как правило, на фоне поверхностных воспалительных изменений мягких тканей в зоне установки чрескостных стержней. В этом случае distraction приостанавливалась или замедлялась, проводились перевязки с раствором бетадина, УФО и УВЧ-терапия, назначались антибиотики широкого спектра действия с положительным эффектом.

Общий срок формирования distractionного регенерата до стыка промежуточного отломка с дистальным составил 5 месяцев (Рис. 2 А). На данном этапе пациент был повторно госпитализирован в стационар для выполнения этапного оперативного вмешательства. Было выполнено удаление рубцовых тканей между отломками большеберцовой кости, вскрытие костно-мозговых каналов, реваскуляризирующая остеоперфорация концов отломков, одномоментная компрессия. Послеоперационный период без осложнений. Далее была продолжена поддерживающая distraction по 1 мм в неделю с целью компрессии отломков большеберцовой кости в зоне резекции. Пациенту рекомендовано передвигаться с дополнительной опорой на костыли, полностью нагружая оперированную конечность. Через 10 месяцев после оперативного вмешательства на контрольных рентгенограммах костный регенерат выражен хорошо, отмечались признаки парциального заживления костной раны между дистальным и промежуточным фрагментами большеберцовой кости (Рис. 3 А).

Аппарат внешней фиксации был демонтирован с правой голени через 14 месяцев после выполнения оперативного вмешательства на фоне удовлетворительной рентгенологической картины формирования костного регенерата, отсутствия болевого

синдрома и патологической подвижности отломков при выполнении клинической пробы (Рис. 3 Б). В течение 2 месяцев после удаления конструкции пациент передвигался при помощи костылей, постепенно увеличивая нагрузку на правую ногу. Динамическое наблюдение за пациентом в течение 24 месяцев после операции подтвердило, что в результате проведенного хирургического лечения хронический воспалительный процесс большеберцовой кости был полностью купирован, восстановлена опорная функция правой нижней конечности с сохранением ее длины и удовлетворительного объема движений в коленном и голеностопном суставах.



**Рис. 3.** Рентгенограммы костей правой голени в двух проекциях пациента Р. через 10 месяцев после выполнения оперативного вмешательства (А), и через 1 месяц после демонтажа аппарата внешней фиксации (Б)

**Обсуждение.** Применение радикальных методик в хирургическом лечении рецидивирующих длительно существующих инфицированных ложных суставов нижних конечностей позволяет добиться наилучших результатов медицинской и социальной реабилитации пациентов [8, 19].

Ампутация конечности, как вариант радикальной операции при хроническом остеомиелите, применяются в 16,75 % случаев [20]. Альтернативный органосохраняющий метод радикального хирургического лечения – это сегментарная резекция поражённой кости с последующим замещением сформировавшегося дефекта по методу Илизарова [13, 12, 21].

Благоприятный исход лечения пациента Р. обеспечила агрессивная санация пораженного хронической инфекцией участка большеберцовой кости в виде сегментарной резекции на протяжении 6 см. Восстановление опорной функции конечности с сохранением ее длины было достигнуто за счет замещения сформировавшегося дефекта дистракционным регенератом. Для выполнения биллокального чрескостного остеосинтеза, применён внешний фиксатор MEFiSTO. Аппарат имеет легкосплавную цельнометаллическую резьбовую основу, к которой с помощью модульных элементов прикрепляются чрескостные фиксирующие стержни. Устройство обеспечило стабильность сегмента на весь период формирования костного регенерата и заживление костной раны между дистальным и промежу-

точным фрагментами большеберцовой кости за счет введения достаточного количества винтов Шанца. Возможность фиксации чрескостных стержней под разными углами на модульных элементах позволила установить их вне зоны рубцовых изменений мягких тканей по передненаружной поверхности голени. Достаточная простота конструкции обеспечила возможность пациенту самостоятельно выполнять дистракцию в аппарате при удлинении промежуточного фрагмента. Монолатеральная компоновка устройства обеспечила возможность восстановления практически полного объема движений в коленном и голеностопном суставах в период фиксации в аппарате.

**Заключение.** Приведенное клиническое наблюдение подтверждает, что радикальный подход в лечение инфицированных ложных суставов длинных костей имеет высокий потенциал в реабилитации пациентов с данной патологией. Современные внешние монолатеральные стержневые устройства с возможностью формирования дистракционного регенерата удобны в клиническом применении, и создают достаточно комфортные условия для пациента в период их использования.

Работа выполнена в рамках темы «Совершенствование методов диагностики, лечения и профилактики травм и заболеваний опорно-двигательной и нервной систем» инициативного плана НИИТОН СГМУ (регистрационный номер АААА-А18-118060790019-0).

#### Для цитирования:

Гражданов К.А., Шпиняк С.П., Барабаш Ю.А., Кауц О.А., Зуев П.П., ХИРУРГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТА С ЛОЖНЫМ СУСТАВОМ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №3. С. 5-10. [Grazhdanov K.A., Shpinyak S.P., Barabash Y.A., Kautz O.A., Zuev P.P., SURGICAL REHABILITATION OF A PATIENT WITH FALSE TIBIAL JOINT AFFECTED BY CHRONIC OSTEOMYELITIS (CASE REPORT). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №3. pp. 5-10]

#### Список литературы:

1. Выбор хирургической тактики при лечении больных остеомиелитом длинных костей в зависимости от характера поражения / Амирасланов Ю.А., Светухин А.М., Борисов И.В., Ушаков А.А. // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2008. № 9. С. 46-50.
2. Хронический остеомиелит: диагностика, лечение, профилактика (обзор литературы) / Винник Ю.С., Шишацкая Е.И., Маркелова Н.М., Зуев А.П. // *Московский хирургический журнал*. 2014ю Т. 2, № 36. С. 50-53.
3. Иштутов И.В., Алексеев Д.Г. Основные принципы озонотерапии в лечении пациентов с хроническим остеомиелитом // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2011. Т. 4, № 2. С. 314-320.
4. Александров К.М. Применение плазменного аутофибронектина в комплексном лечении хронического остеомиелита // *Сборник «Аспирантские чтения – 2014. Материалы конференции с международным участием «Молодые ученые 21 века – от современных технологий к инновациям», посвященной 95-летию СамГМУ*. Самарский государственный медицинский университет, Самара, 2014. С. 7-9.
5. Хронический остеомиелит. *Вестник Казахского Национального медицинского университета* / Альходжаев С.С., Жанкин Б.А., Толаматы Б.Б., Джаксыбаев М.Н. // *Бюллетень КГМУ*. 2016. Т. 3, № 1. С. 253-254.

6. Хирургическое лечение хронического остеомиелита / Гараев М.Р [и др.] // *Креативная хирургия и онкология*. 2019. Т. 9, № 3. С. 209-215.

7. Еремин А.В. Хирургическое лечение больных с гнойными осложнениями повреждений конечностей // *Сборник «Травматология и ортопедия: современность и будущее; материалы международного конгресса»*. СПб., 2003. С. 428.

8. Батаков Е.А., Иштутов И.В. Современные аспекты комплексного лечения хронического остеомиелита // *Казанский медицинский журнал*. 2008. Т. 89, № 1. С. 41-43.

9. Жидков С.А., Корзун А.Л. Комплексное лечение хронического остеомиелита нижних конечностей // *Хирургия. Восточная Европа* (электронный ресурс). Минск, 2012. Т. 3, № 3. С. 253-254.

10. Трушин П.В., Штофин С.Г., Головнев В.А. Результаты использования пористого никелида титана при лечении хронического остеомиелита // *Вестник новых медицинских технологий* (электронное издание). 2019. № 3. С. 73-78.

11. Гурин Н.Н. *Лечение ложных суставов, осложненных остеомиелитом*. СПб.: 2004. 272 с.

12. Зайцев А.Б., Митрофанов В.Н. Системный подход к реконструктивно-восстановительному лечению хронического остеомиелита голени // *Медицинский альманах*. 2010. Т. 11, № 2. С. 215-218.

13. Мартель И.И. Чрескостный остеосинтез по Илизарову в комплексном лечении больных с открытыми повреждениями конечностей // *Гений ортопедии*. 2011. № 2. С. 50-54.

14. Ефремов И.М., Сibaев Ф.Я., Шевалаев Г.А. Двухэтапный реостеосинтез у пациента с ложным суставом большеберцовой кости, осложненным хроническим послеоперационным остеомиелитом // *Травматология и ортопедия России*. 2018. Т. 24, № 1. С. 108-114.

15. Павлов Д.В., Новиков А.Е. Интрамедуллярный остеосинтез при лечении несросшихся переломов и ложных суставов большеберцовой кости // *Травматология и ортопедия России*. 2009. № 2. С. 106-111.

16. Результат этапного лечения хронического рецидивирующего остеомиелита голени / Афанасьев А.В., Божкова С.А., Артюх В.А., Солонин Л.Н. // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2017. Т. 176, № 1. С. 93-96.

17. Замена внешней фиксации на интрамедуллярный блокируемый штифт при открытых переломах длинных трубчатых костей у пострадавших с политравмой / Соколов В.А. [и др.] // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2007. №1. С. 3-7.

18. Emara K.M., Allam M.F. Ilizarov external fixation and then nailing in management of infected nonunions of the tibial shaft. *J.Trauma*. 2008;65(3): 685-691.

19. Радикальные операции в лечении пациентов с хроническим остеомиелитом нижних конечностей / Гребенников В.В. [и др.] // *Сборник тезисов VIII Всероссийской конференции общих хирургов с международным участием, посвященной 95-летию САМГМУ*, 2014. С. 185-187.

20. Jiang N. et al. Clinical characteristics and treatment of extremity chronic osteomyelitis in southern China. *Medicine*. 2015. 94(42): 1-7.

21. Билокальный остеосинтез при лечении дефектов большеберцовой кости методом удлинения одного из отломков / Киселев В.Я. [и др.] // *Аллергология и иммунология*. 2012. Т. 13, № 4. С. 329-330.

## References:

1. Amiraslanov Iu.A., Svetukhin A.M., Borisov I.V., Ushakov A.A. Vybor hirurgicheskoy taktiki pri lechenii bolnyh osteomielitom dlennyh kostey v zavisimosti ot haraktera porazheniya [Surgical tactics in treatment of osteomyelitis of long bones]. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* [Pirogov Russian Journal of Surgery], 2008, no. 9, pp. 46-50. (In Russian).

2. Vinnik Yu.S., Shishackaya E.I., Markelova N.M., Zuev A.P. Hronicheskij osteomielit diagnostika lechenie profilaktika obzor literatury [Chronic osteo-

myelitis: diagnostics, treatment, prevention (review)]. *Moskovskij hirurgicheskij zhurnal* [Moscow surgery journal], 2014, vol. 2, no. 36, pp. 50-53. (In Russian).

3. Ishutov I.V., Alexeev D.G. Osnovnye principy ozonoterapii v lechenii pacientov s hronicheskim osteomielitom [The basic principles of ozonotherapy in the treatment of patients with chronic osteomyelitis]. *Vestnik eksperimentalnoj i klinicheskoy hirurgii* [Bulletin of experimental and clinical surgery], 2011, vol. 4, no. 2, pp. 314-320. (In Russian).

4. Aleksandrov K.M. Primenenie plazmennogo autofibronektina v kompleksnom lechenii hronicheskogo osteomielita [Plasma autofibronectin for combination therapy of chronic osteomyelitis]. In: *Aspirantskie chteniya – 2014. Materialy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Molodye uchenye 21 veka ot sovremennyh tekhnologij k innovacijam», posvyashchennoj 95-letiyu SamGMU* [Proceedings of postgraduate students' conference with foreign participants «Young scientists of the 21st century – from modern technologies to innovations» on the 95th anniversary of Samara State Medical University]. Samara State Medical University, Samara, 2014, pp.7-9. (In Russian).

5. Alhodjayev S.S., Jankin B.A., Tolamatov B.B., Jaxybayev M.N. Hronicheskij osteomielit [Chronic osteomyelitis]. *Vestnik Kazahskogo Nacionalnogo Medicinskogo Universiteta* [Bulletin of Kazakh National Medical University], 2016, vol. 3, no. 1, pp. 253-254. (In Russian).

6. Garaev M.R., Pantelev V.S., Nartaylakov M.A., Dorofeev V.D., Inyushev D.V., Golkov D.S. Hirurgicheskoe lechenie hronicheskogo osteomielita [Surgical treatment of chronic osteomyelitis]. *Kreativnaya hirurgiya i onkologiya* [Creative Surgery and Oncology], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 209-215. (In Russian). doi: 10.24060/2076-3093-2019-9-3-209-215

7. Еремин А.В. Хирургическое лечение больных с гнойными осложнениями повреждений конечностей. Травматология и ортопедия: современность и будущее; материалы международного конгресса. СПб., 2003: 428.

Yeremin A.V. Hirurgicheskoe lechenie bolnyh s gnojnymi oslozhneniyami povrezhdenij konechnostej [Surgical management of patients with suppurative complications of the limb injuries]. *Travmatologiya i ortopediya sovremennost i budushchee materialy mezhdunarodnogo kongressa* [Traumatology and orthopedics: at present and in future; the international congress proceedings]. Saint-Petersburg. 2003: 428. (In Russian).

8. Batakov E.A., Ishutov I.V. Sovremennye aspekty kompleksnogo lecheniya hronicheskogo osteomielita [Modern aspects of complex treatment of chronic osteomyelitis]. *Kazanskij medicinskij zhurnal* [Kazan Medical Journal], 2008, vol. 89, no. 1, pp. 41-43. (In Russian).

9. Zhidkov S.A., Korzun A.L. Kompleksnoe lechenie hronicheskogo osteomielita nizhnih konechnostej [Complex treatment of chronic osteomyelitis in lower limbs]. *Hirurgiya. Vostochnaya Evropa (ehlektronnoe izdanie)* [Surgery. Eastern Europe (digital resource)]. Минск, 2012, vol. 3, no. 3, pp. 253-254. (In Russian).

10. Trushin P.V., Shtofin S.G., Golovnev V.A. Rezultaty ispolzovaniya poristogo nikelida titana pri lechenii hronicheskogo osteomielita [Results of use of porous titanium nickelide in the treatment of chronic osteomyelitis]. *Vestnik novyh medicinskih tekhnologij (ehlektronnoe izdanie)* [Journal of new medical technologies, eEdition], 2019, no. 3, pp. 73-78. (In Russian). doi: 10.24411/2075-4094-2019-16397

11. Gurin N.N. Lechenie lozhnyh sustavov oslozhnennyh osteomielitom [Treatment of false joints complicated by osteomyelitis]. Saint-Petersburg; 2004. 272 p.

12. Zajcev A.B., Mitrofanov V.N. Sistemnyj podhod k rekonstruktivno vosstanovitelnomu lecheniyu hronicheskogo osteomielita goleni [Comprehensive approach to reconstructive surgery of chronic lower leg osteomyelitis]. *Medicinskij almanah* [Medical almanac], 2010, vol. 11, no. 2, pp. 215-218. (In Russian).

13. Martel I.I. Chreskostnyj osteosintez po Ilizarovu v kompleksnom lechenii bolnyh s otkrytymi povrezhdeniyami konechnostej [Transosseous osteosynthesis according to Ilizarov in complex treatment of patients with open limb

injuries]. *Genij Ortopedii* [Orthopedic Genius], 2011, no. 2, pp. 50-54. (In Russian).

14. Efremov I.M., Sibaev F.Y., Shevalaev G.A. Dvuhehtapnyj reosteosintez u pacienta s lozhnym sustavom bolshebercovoj kosti oslozhnennym hronicheskim posleoperacionnym osteomielitom [Two-stage reosteosynthesis of tibia in the patient with fracture non-union complicated by postoperative osteomyelitis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia], 2018, vol. 24, no. 1, pp. 108-114. (In Russian). doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-1-108-114

15. Pavlov D.V., Novikov A.E. Intramedullyarnyj osteosintez pri lechenii nesrosshihsya perelomov i lozhnyh sustavov bolshebercovoj kosti [Locked intramedullary osteosynthesis in nonunion and pseudarthrosis of the tibia]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia], 2009, no. 2, pp. 106-111. (In Russian).

16. Afanasev A.V., Bozhkova S.A., Artyuh V.A., Solomin L.N. Rezultat ehtapnogo lecheniya hronicheskogo recidiviruyushchego osteomielita goleni [Outcome of staged treatment of chronic recrudescing lower leg osteomyelitis]. *Vestnik hirurgii im. I.I. Grekova* [Grekov's Bulletin of Surgery], 2017, vol. 176, no. 1, pp. 93-96. (In Russian).

17. Sokolov V.A., Ivanov P.A., Byalik E.I., Fain A.M., Didenko O.A. Zamena vneshnej fiksacii na intramedullyarnyj blokiruemyj shtift pri otkrytyh perelomah dlennyh trubchatyh kostej u postradavshih s politravmoj [Substitution of external fixation technique by intramedullary blocking nail in surgical patients with multiple injuries and open fractures of long bones]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova* [Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics], 2007, no. 1, pp. 3-7. (In Russian).

18. Emara K.M., Allam M.F. Ilizarov external fixation and then nailing in management of infected nonunions of the tibial shaft. *J.Trauma*, 2008, vol. 65, no. 3, pp. 685-691. doi: 10.1097/TA.0b013e3181569ecc

19. Grebennikov V.V., Sonis A.G., Stolyarov E.A., Ladonin S.V., Vovk E.A. Radikalnye operacii v lechenii pacientov s hronicheskim osteomielitom nizhnih konechnostej [Radical surgeries in treating patients with chronic osteomyelitis of lower limbs]. *Sbornik tezisov VIII Vserossijskoj konferencii obshchih hirurov s mezhdunarodnym uchastiem posvyashchennoj 95 letiyu SAMGMU* [Collection of abstracts of VIII All-Russia conference of general surgeons with foreign participants on the 95th Samara State Medical University], 2014, pp. 185-187. (In Russian).

20. Jiang N., Ma Y. F., Jiang Y., Zhao X. Q., Xie G., Hu Y. J., Qin C. H., Yu B. Clinical characteristics and treatment of extremity chronic osteomyelitis in southern China. *Medicine*, 2015, vol. 94, no. 42, pp. 1-7. doi: 10.1097/MD.0000000000001874.

21. Kiselev V.Ya., Melnichenko P.A., Izmajlov T.B., Zaznobin E.Yu., Izotov I.A., Zaharov V.P. Bilokalnyj osteosintez pri lechenii defektov bolshebercovoj kosti metodom udlineniya odnogo iz otlomkov [Bilocal osteosynthesis in the treatment of tibial defects by lengthening one of the fragments]. *Allergologiya i immunologiya* [Allergology and immunology], 2012, vol. 13, no. 4, pp. 329-330. (In Russian).

#### Авторы:

**Гражданов Константин Александрович**, к.м.н., старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №1 НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов 410002, Россия; e-mail bib@sarniito.com, т. 79063023094 (автор, ответственный за связь с редакцией)

**Шпиняк Сергей Петрович**, к.м.н., младший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №4 НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов 410002, Россия; e-mail sergos83@rambler.ru

**Барабаш Юрий Анатольевич**, д.м.н., главный научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №1 НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов 410002, Россия; e-mail yubarabash@yandex.ru

**Кауц Олег Андреевич**, к.м.н., старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №3 НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов 410002, Россия; e-mail oandreevich2009@yandex.ru

**Зуев Павел Павлович**, к.м.н., младший научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, врач-травматолог-ортопед НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов 410002, Россия; e-mail pasha.zuev@mail.ru

#### Authors:

**Grazhdanov Konstantin Aleksandrovich**, PhD (Med.), Senior Researcher in the Department of Innovative Projects for Traumatology and Orthopedics, trauma orthopedist in the TO Department No. 1 of the Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, str. N.G. Chernyshevskogo, 148, Saratov 410002, Russia; e-mail bib@sarniito.com

**Shpinyak Sergey Petrovich**, PhD (Med.), Junior Researcher in the Department of Innovative Projects for Traumatology and Orthopedics, trauma orthopedist in the TO Department No. 4 of the Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, str. N.G. Chernyshevskogo, 148, Saratov 410002, Russia; e-mail sergos83@rambler.ru

**Barabash Yuriy Anatolyevich**, Doctor of Medical Science, Chief Researcher in the Department of Innovative Projects for Traumatology and Orthopedics, trauma orthopedist in the TO Department No. 1 of the Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, str. N.G. Chernyshevskogo, 148, Saratov 410002, Russia; e-mail yubarabash@yandex.ru

**Kautz Oleg Andreevich**, PhD (Med.), Senior Researcher in the Department of Innovative Projects for Traumatology and Orthopedics, trauma orthopedist in the TO Department No. 3 of the Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, str. N.G. Chernyshevskogo, 148, Saratov 410002, Russia; e-mail oandreevich2009@yandex.ru

**Zuev Pavel Pavlovich**, PhD (Med.), Junior Researcher in the Department of Innovative Projects for Traumatology and Orthopedics, trauma orthopedist in the Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, str. N.G. Chernyshevskogo, 148, Saratov 410002, Russia; e-mail pasha.zuev@mail.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.11-22

УДК 616.728.2-089.87

© Кочиш А.А., Божкова С.А., 2020

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВИРУЮЩИМ ТЕЧЕНИЕМ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

КОЧИШ А.А.<sup>1,а</sup>, БОЖКОВА С.А.<sup>1,б</sup><sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, 195427, Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

ППИ в области ТБС является частым и тяжелым осложнением широко распространенных операций эндопротезирования ТБС, которое несет высокие риски инвалидизации и ранней смертности пациентов обсуждаемого профиля. Особую сложность в лечении представляют пациенты с хроническим рецидивирующим течением перипротезной инфекцией в области тазо-бедренного сустава, эффективность лечения которых составляет в среднем 60–70%. Целью публикации является обзор важнейших аспектов лечения пациентов с хронической рецидивирующей перипротезной инфекцией в области тазобедренного сустава и современных подходов к снижению риска развития ее рецидивов за счет рационального выбора saniрующих операций и оптимизации периоперационного ведения пациентов. В результате проведенного анализа раскрыто определение рецидива перипротезной инфекции по данным научных публикаций. Освещены факторы риска развития данного заболевания и используемые на сегодняшний день оперативные вмешательства. Особое внимание уделено нерешенным вопросам лечения профильных пациентов: дренирования операционных ран, модификации схем системного применения антикоагулянтов, влияние объема дефектов костей и мягких тканей, характера возбудителя и состояния пациента. Выполненный анализ научных публикаций продемонстрировал, что в настоящее время отсутствует научно обоснованный и проверенный в клинической практике алгоритм выбора тактики лечения, включая тип хирургического вмешательства при рецидивирующем течении ППИ ТБС. При этом эффективность применяемых подходов остается низкой и не удовлетворяет ни врачей, ни пациентов, что во многом обусловлено наличием множества недостаточно изученных вопросов по особенностям ведения данной категории пациентов, а также по влиянию тех или иных факторов на вероятность неудачного исхода лечения рецидивирующей ППИ.

**Ключевые слова:** рецидив; перипротезная инфекция; инфекция протезированного сустава; тазобедренный сустав; факторы риска.

## MODERN STATE OF PROBLEM FOR TREATING PATIENTS WITH RECURRENT HIP PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION (LITERATURE REVIEW)

KOCHISH A.A.<sup>1,а</sup>, BOZHKOVA S.A.<sup>1,б</sup><sup>1</sup> Vreden National Medical Research Centre of Trauma and Orthopaedics

### Abstract

Hip PJI is a frequent and severe complication of widespread hip arthroplasty surgeries that has high risks for disability and early mortality among particular patients. Patients with chronic recurrent hip PJI are the most complicated to treat. Their treatment efficiency is 60-70% on the average. The aim of the study is to review the most significant aspects of treating patients with chronic recurrent hip PJI and modern options for the relapse risk decrease by approving the rational choice of sanating operations and optimizing the perioperative course. The definition of PJI recurrence is revealed in the result of the performed analysis. Development risk factors of this disease and currently used surgical interventions are elucidated. The authors paid a special attention to the unresolved issues of the treatment: closed suction drainage, modification of systemic anticoagulants schemes, influence of soft and bone defects volumes, pathogen type and patients comorbidities. The performed analysis of scientific investigations revealed that there is no scientifically approved and clinically certified decision making treatment algorithm including the type of surgery for recurrent hip PJI cases. Wherein the efficiency of using approaches remains low and does not satisfy neither doctors nor patients. This situation is related with the amount of inappropriately investigated issues of perioperative management and besides of influences of different factors upon the failure coincidence of recurrent PJI treatment result

**Key words:** relapse; infection of replaced joint; periprosthetic joint infection; hip joint; risk factors.

**Введение.** Эндопротезирование (ЭП) тазобедренного сустава (ТБС) является в настоящее время наиболее частым методом лечения пациентов с поздними стадиями развития коксартроза [1]. По своей эффективности эта операция является самой успешной операцией XX века [2]. Поэтому количество ЭП ТБС

ежегодно растет во всем мире [3], а в нашей стране составляет около 70000 в год и имеет предпосылки к дальнейшему росту [4].

Однако с увеличением количества проведенных операций обсуждаемого типа неизбежно возрастает и число серьезных осложнений. Среди них перипротезная инфекция (ППИ) является,

<sup>а</sup> E-mail: kochishman@gmail.com<sup>б</sup> E-mail: linpharm-rniito@yandex.ru

пожалуй, наиболее грозным, так как, прежде всего, наблюдается достаточно часто: в 0,2% – 2,2% случаев после первичного ЭП ТБС и в 7% – 15% после ревизионных операций этого типа [5]. По частоте развития ППИ в области ТБС устойчиво занимает третье место среди причин ревизионных вмешательств после первичных операций, уступая только вывихам и асептической нестабильности компонентов эндопротезов, а в последние годы вышла на первое место среди причин неудач ревизионного эндопротезирования ТБС [6, 7]. Кроме того, обсуждаемое осложнение нередко приводит пациентов к инвалидизации [8], представляет непосредственную угрозу их жизни, вызывая летальные исходы в 10,6% случаев на протяжении первого года [9], а также является тяжелым бременем для системы здравоохранения, требуя высоких расходов на лечение профильных больных [10]. Таким образом, ППИ в области ТБС является частым и тяжелым осложнением широко распространенных операций эндопротезирования ТБС, которое несет высокие риски инвалидизации и ранней смертности пациентов обсуждаемого профиля [11, 12].

Особую сложность в лечении представляют пациенты с хроническим рецидивирующим течением ППИ в области ТБС [13]. Частота рецидивов после санирующих операций остается в последние годы достаточно высокой и варьирует по данным разных авторов от 3% до 35% [14, 15, 16]. Такой большой разброс в значениях обсуждаемого показателя обусловлен неоднородностью материалов, проанализированных в соответствующих публикациях, а также выраженной зависимостью рецидивов ППИ от ее типа, характера возбудителей и состояния самого пациента.

Следует отметить, что на фоне рецидивирующего течения ППИ в области ТБС прогрессивно ухудшается состояние пациентов, существенно снижается функция пораженных тазобедренных суставов, а риски инвалидизации и летальных исходов значительно возрастают [17, 18]. Так, в исследовании С.В. Barton et al. (2020) было показано, что хроническая ППИ в области тазобедренного или коленного сустава рецидивировала в 15% случаев на фоне стандартного двухэтапного хирургического лечения, при этом каждый пятый пациент с рецидивирующей ППИ умер в двухлетний период наблюдения [19]. По данным A. Trampruz et al. (2019) первый рецидив инфекции у пациентов с ППИ ТБС развился в 17% (n=16) наблюдений после выполнения санирующего этапа. Второй рецидив ППИ развился в 10% (n=9) случаев после выполнения реимплантации эндопротеза [20]. В своих исследованиях J. Parvizi et al. (2019) диагностировали рецидивы ППИ в области ТБС в 21% (n=133) случаев после проведенного двухэтапного лечения [21]. При этом после выполнения первого этапа рецидивирующая ППИ встретилась в 4% (n=26) случаев, а 5% (n=34) больных умерло в течение одного года после операции.

Анализ профильных публикаций свидетельствует о том, что на сегодняшний день факторы риска рецидивирования ППИ изучены явно недостаточно. Подавляющее большинство работ, посвящены факторам риска развития ППИ после первичного эндопротезирования ТБС [22, 23], при этом исследования, посвященные профилактике и лечению ее рецидивов, единичны [24, 25]. Кроме того, можно констатировать, что в настоящее

время не существует единого алгоритма лечения пациентов с рецидивирующей ППИ в области ТБС [26, 27]. Используемые в таких клинических ситуациях методики оперативного лечения не имеют четких и общепризнанных показаний и противопоказаний, а их эффективность изучена явно недостаточно. При этом доля больных, у которых удалось добиться эрадикации ППИ в области ТБС при ее рецидивирующем течении остается достаточно низкой и варьирует от 60% до 70% [28, 29]. Кроме того, функциональные исходы проведенного лечения далеко не всегда устраивают пациентов обсуждаемого профиля даже в случаях купирования рецидивирующего инфекционного процесса [30].

С учетом приведенных выше фактов **целью настоящей публикации** является обзор важнейших аспектов лечения пациентов с хронической рецидивирующей перипротезной инфекцией в области тазобедренного сустава и современных подходов к снижению риска развития ее рецидивов за счет рационального выбора санирующих операций и оптимизации периоперационного ведения пациентов.

**Определение рецидива перипротезной инфекции по данным научных публикаций.** Обсуждая проблему рецидивирующей перипротезной инфекции, прежде всего, необходимо уточнить само понятие рецидива ППИ. Следует отметить, что большинство современных исследователей рассматривают его в связи с успехом или неудачей проведенного радикального хирургического лечения [29]. При этом подразумевается, что консервативное лечение не может являться радикальным, так как не способно привести к эрадикации возбудителей и купированию ППИ. Поэтому, на наш взгляд, прогрессирование инфекционного процесса после проведенного консервативного лечения не может считаться рецидивом, а должно трактоваться как его обострение на фоне хронического течения [31, 32].

Успешное лечение ППИ, в том числе – в области ТБС, подразумевает эрадикацию всех возбудителей, которая проявляется нормотермией, заживлением операционной раны с отсутствием функционирующих свищевых ходов и других локальных признаков инфекционного процесса, вызванного тем же штаммом (или штаммами) патогенных микроорганизмов [33]. В ином случае, проведенное лечение считают неэффективным и ситуацию расценивают как развитие рецидива ППИ.

Кроме того, к признакам успешного лечения ППИ относят также отсутствие последующих оперативных вмешательств по поводу рецидива или смерти пациента, обусловленной инфекционными осложнениями, например, сепсисом или некротическим фасцитом [34]. Эти важные признаки характеризуют, по нашему мнению, отдельные частные случаи либо тяжелые осложнения рецидивов ППИ, которые являются основными критериями неудачи проведенного радикального хирургического лечения. Обсуждение критериев успешности лечения ППИ в рамках Второго международного консенсуса по мышечно-скелетной инфекции (2018) привело к выделению трех принципиально разных исходов: успешное лечение с контролем инфекции, неудачи в связи с неинфекционными причинами и неудачи, связанные с рецидивами ППИ. Необходимо отметить, что удаchi и неудачи в лечении ППИ рассматривают также с учетом времени, прошедшего после выполнения санирующей операции,

и подразделяют на краткосрочные – до 2 лет, среднесрочные – от 5 до 10 лет и отдаленные – свыше 10 лет [35].

При рассмотрении понятия рецидивов ППИ представляется важным учет спектра микробных возбудителей хронического инфекционного процесса и его изменений с течением времени. Например, в случаях возникновения признаков рецидива ППИ, изложенных выше, но вызванных другим патогенным и при отсутствии ранее выявленных возбудителей, на наш взгляд, следует говорить не о рецидиве, а о реинфекции, и, как считают, B.Zmistowski et al. (2013), о развитии новой ППИ [32]. Это уточнение может играть определенную роль при выборе лечебной тактики особенно в отношении назначаемой антибактериальной терапии.

Другой возможный вариант изменения спектра возбудителей ППИ, предполагающий присоединение новых патогенов к возбудителям, выделенным в период предшествующей госпитализации, напротив, целесообразно считать рецидивом ППИ, осложненным суперинфекцией. Необходимо принимать во внимание, в инфекционный процесс в ходе длительного безуспешного лечения зачастую вовлекаются нозокомиальные патогены, устойчивые к большинству антимикробных препаратов [26].

По нашему мнению, полирезистентный характер возбудителя ППИ, особенно при наличии микробных ассоциаций, во многом определяет риск развития рецидивов хронического инфекционного процесса, а вот состояние пациента и его иммунный статус могут влиять на риски развития реинфекции или суперинфекции, что следует учитывать при лечении профильных пациентов.

С учетом сказанного ранее, под рецидивом перипротезной инфекции, в том числе – в области ТБС, по нашему мнению, следует понимать факт возобновления после проведенного радикального хирургического лечения и курса этиотропной антибактериальной терапии инфекционного процесса с присущими ему клиническими, рентгенологическими и лабораторными признаками, вызванного теми же штаммами патогенных микроорганизмов или их комбинацией с дополнительно присоединившимися патогенами.

На наш взгляд, открытым остается вопрос, как трактовать развитие в раннем послеоперационном периоде после санирующей операции признаков острого инфекционного процесса: длительная лихорадка или ее появление после периода нормотермии, подъем СРБ (спустя 5 суток после операции), а также нарастание лейкоцитоза, гиперемии и отека в области послеоперационной раны, длительное раневое отделяемое, несостоятельность швов и пр. Чаще всего клиницисты говорят о рецидиве ППИ, однако, по сути, это является обострением инфекции, которое обусловлено присутствием оставшихся возбудителей и фрагментов их биопленок в области хирургического вмешательства и в сосудистом русле. Причиной этого может быть нерациональный тип выполненной операции, нерадикальность санирующего вмешательства, незавершенный курс антибактериальной терапии, а в ряде случаев – неправильный выбор антибиотиков или их режима дозирования [36]. В подавляющем большинстве таких случаев необходимо выполнение повторной ревизионной операции и коррекция антибактериальной

терапии с учетом вероятного участия микробных ассоциаций и резистентных возбудителей. На этапе удаления антимикробного спейсера и реимплантации эндопротеза выделение ранее установленного возбудителя из дооперационного аспириата или интраоперационного материала также следует расценивать как неудачу санирующего этапа и рецидив ППИ, что требует назначения этиотропной антибактериальной терапии.

В отсроченные и поздние сроки после одно- или двухэтапного лечения ППИ наиболее ранними клиническими признаками рецидива ППИ ТБС могут быть появление характерных жалоб пациента на боли, покраснение и отек в области пораженного сустава, которые должны послужить основанием для углубленного обследования с целью своевременной диагностики. Нередко при этом в области предшествовавших операций открывается свищ с гнойным отделяемым. В случае сообщения с полостью сустава или эндопротезом свищ является патогномичным признаком рецидива ППИ или реинфекции [37]. По-видимому, к диагностическим критериям отсроченного или позднего рецидива ППИ можно отнести те же показатели, что являются общепринятыми для диагностики ППИ. Большинство профессиональных ассоциаций считают «большими критериями» подтверждения ППИ помимо формирования свищевого хода, сообщающегося с эндопротезом или полостью сустава, двукратное выделение из области хирургического вмешательства ранее выявленного возбудителя перипротезной инфекции. При отсутствии больших признаков принимают во внимание сочетание «малых критериев» подозрения: повышенный уровень СРБ, СОЭ в сыворотке крови, увеличение количества лейкоцитов и доли полиморфноядерных нейтрофилов, а также уровня СРБ и лейкоцитарной эстеразы в суставном аспирате, повышение нейтрофилов в перипротезных тканях [37]. По мнению других авторов, рост высоковирулентных возбудителей (напр. *Staphylococcus aureus*) даже в одном биологическом образце или выявление в суставном аспирате большого количества лейкоцитов и/или повышения доли нейтрофильных гранулоцитов свидетельствует о наличии ППИ [38].

По нашему мнению, критерии оценки, разработанные для диагностики ППИ, имеют сходную диагностическую ценность для верификации рецидивов обсуждаемой хронической инфекции. Однако при учете исключительно лабораторных показателей необходимо помнить, что они могут превышать пороговые значения на протяжении 6 – 8 недель после санирующей операции [39].

По мнению ряда авторов, рецидив инфекционного процесса при ППИ можно сравнивать с рецидивами в онкологической практике [12]. При этом пациент и врач не просто возвращаются к исходной точке предыдущего этапа лечения. Возникает сложная психоэмоциональная обстановка, в ходе которой доктор должен убедить пациента в возможном успехе предстоящего лечения. С позиции хирурга сложности повторной санирующей операции, дающей надежду на успех купирования рецидивирующей ППИ, обусловлены возможной высокой кровопотерей, выраженным рубцовым процессом в области вмешательства, формированием значительных дефектов костей и мягких тканей. Кроме того, в таких клинических ситуациях, помимо са-

нирующего этапа, необходимо выполнение пластического этапа операции нередко с привлечением смежных специалистов. Поэтому лечение пациентов с рецидивирующей ППИ требует тщательной подготовки и мультидисциплинарного подхода, который возможен только в специализированных центрах [40].

**Факторы риска развития рецидивов перипротезной инфекции.** Необходимо особо отметить, что вопросы, связанные с профилактикой рецидивов ППИ в области ТБС, слабо отражены в современной ортопедической литературе, так как им были посвящены лишь отдельные разрозненные исследования. Так, в работе Лю Бо с соавт. (2014) было проведено изучение факторов риска развития рецидивов хронической ППИ в области ТБС после выполнения санирующих операций с установкой антимикробного цементного спейсера (АЦС). При этом были определены следующие факторы риска рецидива инфекции: наличие микробных ассоциаций возбудителей ППИ, высокий дооперационный уровень С-реактивного белка в сыворотке крови ( $>15$  мг/л), СОЭ ( $>35$  мм/ч), высокий индекс массы тела ( $>28$ ), а также тип ранее перенесенной операции в области ТБС – первичная или ревизионная артропластика (ОР=2,07) [41].

Зарубежные исследователи выделяют схожие факторы риска рецидивирования ППИ. В частности, С.В. Barton et al. (2020) установили статистически значимое влияние на рецидивы полимикробной микрофлоры [19], количества предшествующих операций в области ТБС и 3-ей степени состояния пораженной конечности по E.J. McPherson [42]. По мнению J. Mortazavi et al. (2012) риск рецидивов ППИ повышают наличие резистентных к антибиотикам возбудителей, ожирение и выраженная сопутствующая патология [43].

Влиянию возбудителей ППИ на исходы лечения в последнее время посвящено достаточно много публикаций [44, 45]. В частности, было показано, что грамотрицательные (Гр-) микроорганизмы представляют сложность для подбора антибактериальной терапии в связи с присущими им механизмами защиты [46]. Наличие микробных ассоциаций так же определяет неблагоприятный прогноз для лечения. После изучения особенностей патогенеза заболевания было установлено, что микробные ассоциации способны создавать многослойные биопленки на компонентах эндопротезов, препятствующие проникновению внутрь этих колоний большинства антибиотиков [47]. В этой связи в специальной научной литературе в последние годы вполне закономерно появился новый термин «difficult to treat» (ДТТ), характеризующий трудноизлечимую перипротезную инфекцию (ТИПИ), вызванную трудными для эрадикации возбудителями (ТЭВ), устойчивыми к антибиотикам с антибиопленочной активностью [48, 49]. К таковым в настоящее время относят: рифампицин-устойчивые стафилококки и/или ампициллин-резистентные энтерококки и/или ципрофлоксацин-устойчивые грамотрицательные бактерии и/или грибы рода *Candida*.

Кроме того, по современным представлениям рецидивы ППИ неразрывно связаны с количеством и особенностями ранее выполненных операций в области ТБС [22]. Санирующее вмешательство по определению является вторичным после эндопротезирования. Однако современная практика показывает, что санация может стать третьей, четвертой или даже пятой

по счету. Например, у пациентов с врожденным вывихом бедра эндопротезированию зачастую предшествуют открытые вправления бедренной кости и корригирующие остеотомии. У пострадавших с переломами проксимального отдела бедренной кости или вертлужной впадины до операции эндопротезирования ТБС обычно проводятся вмешательства, предполагающие остеосинтез и последующее удаление установленных металлоконструкций. Однако, несмотря на очевидное влияние данного фактора на развитие рецидивов ППИ, в специальной научной литературе имеются лишь единичные публикации, посвященные данному вопросу [50], который, несомненно, требует более глубокого изучения.

Свежий взгляд на проблему рецидивов ППИ внес обзор литературы (2020), проведенный группой авторов из берлинского центра Charite [24]. Ученые уделили особое внимание ошибкам на этапах лечения, выделив следующие ключевые пункты: нерациональная тактика лечения (50%), нерадикальная хирургическая обработка раны (33%), неадекватная антибиотикотерапия (30%) и недостаточное обследование с пропущенными очагами хронической гематогенной инфекции (13%). Тщательный анализ ошибок и выполнение алгоритма двухэтапного лечения позволили добиться ремиссии инфекционного процесса у 65 из 70 (93%) пациентов с рецидивирующей ППИ в области коленного и тазобедренного суставов. В.Ю. Мурылев с соавт. (2019) также обращают внимание на важность адекватной диагностики ППИ [9], которая позволила им сократить долю рецидивов в области ТБС в проспективной группе пациентов в 2,1 раза.

В целом анализ профильных научных публикаций показал, что факторы риска развития рецидивов ППИ разнообразны, мало изучены и вызывают интерес современных исследователей. Выявление среди них наиболее значимых модифицируемых факторов позволит влиять на исходы лечения этой сложной группы пациентов.

**Тактика лечения больных с рецидивами перипротезной инфекции в области тазобедренного сустава.** Лечение пациентов с хронической рецидивирующей ППИ в области ТБС в настоящее время не имеет единого стандарта и четкого алгоритма выбора конкретных лечебных мероприятий, согласованных большинством специалистов [31, 52]. На сегодняшний день в клинической практике при развитии рецидива ППИ чаще всего применяют следующие варианты оперативных вмешательств: переустановка антимикробного спейсера, резекционная артропластика ТБС, в том числе – с замещением дефектов тканей островковым лоскутом из латеральной широкой мышцы бедра, а также экзартикуляция в тазобедренном суставе [48, 53, 54, 55].

Следует отметить, что на первом этапе каждой из этих операций обязательно проводят радикальную хирургическую обработку (РХО) инфекционного очага, предполагающую, при возможности, удаление всех инородных тел и полное иссечение пораженных инфекцией тканей [24]. Этиотропная антибактериальная терапия является второй неотъемлемой частью комплексного лечения профильных пациентов. В идеале, корректный подбор терапии должен проводиться клиническим фармакологом с учетом множества факторов: выделенного возбудителя, возраста, веса и соматического состояния пациента,



мониторинга текущей эпидемиологической обстановки, а также доступности необходимых лекарственных препаратов.

При наличии противопоказаний для проведения радикального хирургического лечения пациентам обычно назначают длительную, иногда пожизненную супрессивную антибиотикотерапию, а с целью снижения риска системных осложнений в области ТБС формируют фистулу для создания оттока гнойного отделяемого [56]. Однако такой подход является, по сути, паллиативным, так как не способен обеспечить полную эрадикацию возбудителей ППИ и предупредить последующие обострения хронического инфекционного процесса. При этом пациент подвергается хронической инфекционной агрессии, которая неминуемо приводит к развитию амилоидоза и системным нарушениям.

Переустановка антимикробного спейсера является наиболее частым вариантом лечения рецидива ППИ в области ТБС [57]. В ходе таких операций обычно проводят РХО раны, заменяя ранее установленный антимикробный цементный спейсер (АЦС) на новый спейсер [58]. Основными целями применения такого АЦС является создание локального депо антимикробных средств, эффективных в отношении выделенных патогенов, уменьшение объема раневой полости, сформированной в результате РХО очага хронической инфекции, а также сохранение функции сустава при использовании артикулирующих спейсеров.

В исследовании J.Parvizi et al. (2019) было показано, что переустановка спейсера потребовалась в 16,9% (n=90) случаев из всех пациентов с установленным ранее АЦС в области тазобедренного или коленного сустава. При этом в 13,9% (n=74) случаев переустановка АЦС была вызвана рецидивами ППИ и лишь в 3% (n=16) обусловлена чисто механическими причинами, чаще всего – разрушением спейсера или его вывихами в ТБС [31]. Среди пациентов со вторым АЦС (n=90) купировать инфекционный процесс и выполнить резэндопротезирование ТБС удалось лишь у 37 (41%) пациентов. У 27 (30%) из них возникли противопоказания для реимплантации эндопротеза – декомпенсация сопутствующей патологии, отказ от продолжения лечения, необходимость в других операциях для сохранения конечности или наступила смерть. У 26 пациентов (29%) возник второй рецидив ППИ после ревизионного эндопротезирования. Сходные данные были представлены в 2018 году группой авторов под руководством S.Higuera et al [55]. Переустановка спейсера была выполнена в 17% случаев (n=59), а рецидив ППИ после трехэтапного лечения (с двумя АЦС) развился в 33% наблюдений – через 2 года и в 36% – через 5 лет соответственно.

Другим методом лечения пациентов обсуждаемого профиля является резекционная артропластика ТБС, в ходе которой удаляется эндопротез или ранее установленный АЦС без намерений последующего ревизионного эндопротезирования. В ортопедической литературе данная операция известна как операция Girdlestone [59]. Зарубежные авторы относят ее к разряду «операций по спасению конечности» (salvage procedures). По данным различных авторов эффективность эрадикации ППИ в области ТБС после выполнения операции Girdlestone варьирует от 80% до 90% [53, 60]. Однако функциональные ее результаты не всегда

оправдывают ожидания хирургов, так как около 45% возрастных пациентов не в состоянии ходить самостоятельно после данного вмешательства, а 29% больных передвигаются с дополнительной опорой на костыли. Суммарный балл по оценочной шкале Харриса варьирует у таких пациентов от 25 до 64, что соответствует критериям плохого функционального исхода в отношении ТБС [61].

С целью повышения эффективности купирования инфекционного процесса после резекционной артропластики ТБС при рецидивах ППИ отечественными авторами из НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р.Вредена была предложена и успешно внедрена в клиническую практику методика дополнительного замещения дефектов тканей в области пораженного тазобедренного сустава посредством транспозиции островкового лоскута, формируемого из латеральной широкой мышцы бедра (ЛШМБ) и перемещаемого на постоянной питающей сосудистой ножке, включающей нисходящую ветвь латеральной огибающей бедренную кость артерии и сопутствующие одноименные вены [62]. Эта операция обеспечивает, с одной стороны, заполнение глубоких полостей в области операционной раны и дренирование раневого экссудата через кровеносную систему пересаженного мышечного лоскута, а, с другой стороны – привносит в зону реконструкции надежно кровоснабжаемую мышечную ткань, способствующую подавлению инфекционного процесса за счет доставляемых в реципиентную область клеток иммунной системы и вводимых системно антибиотиков.

В течение 15 лет эта операция и показания к ней эволюционировали по мере накопления клинического опыта. Так, в 2004 данное вмешательство было предложено для замещения крупных полостей объемом более 150 – 200 мл в области ТБС у пациентов с хроническим остеомиелитом костей, образующих тазобедренный сустав. С 2010 года это вмешательство стали применять у больных с хронической рецидивирующей ППИ с двумя и более переустановками спейсера в анамнезе, что обеспечивало эрадикацию возбудителей инфекции с частотой, сопоставимой с таковой после переустановки АЦС. В 2015 году после прицельного изучения микробиологического спектра возбудителей ППИ у пациентов с рецидивирующим течением было обосновано новое показание – рецидив ППИ, вызванный трудными для эрадикации возбудителями. Проведенный в 2019 году сравнительный анализ результатов лечения профильных пациентов показал, что стойкая ремиссия наступила у 96,5% пациентов с рецидивами ППИ в области ТБС (n=75) при среднем сроке наблюдения 6 лет, что значимо ( $p < 0,05$ ) превысило эффективность переустановки АЦС, которая позволила достичь контроля над трудноизлечимой инфекцией только в 45,3% случаев [48, 63]. Недостатком резекционной артропластики с несвободной мышечной пластикой является существенное ухудшение функции оперированного сустава, однако, в случае стойкой ремиссии инфекционного процесса таким пациентам возможно установить эндопротез ТБС, что было выполнено в 5 случаях из 38 [2].

Другая группа российских ортопедов из НМИЦ травматологии и ортопедии им. Г.А.Илизарова предложила дополнять резекционную артропластику ТБС при ППИ наложением аппаратов внешней фиксации (АВФ) по методу Г.А. Илизарова [64]. Эта хирургическая технология обеспечивает стабильное

положение костных фрагментов и коррекцию механической оси нижней конечности, а также создает для нее возможность частичной опорной нагрузки. Применение данной методики позволило авторам достичь контроля над рецидивирующей ППИ в области ТБС в 85% клинических случаев [64]. К недостаткам данной методики можно отнести длительность курса стационарного лечения, которая составила в среднем 118 дней. При этом в среднем в течение 55 дней пациент был вынужден находиться в АВФ в громоздкой компоновке «таз-бедро». Указанные обстоятельства требуют более глубокого анализа перед широким внедрением обсуждаемой методики в широкую клиническую практику.

Экзартикуляция бедра в тазобедренном суставе рассматривается в наше время в качестве «операции отчаяния», но, все же, не исключается из арсенала хирургических методик при рецидивирующей ППИ. Показаниями для такой операции считаются следующие жизнеугрожающие состояния: сепсис, газовая гангрена и некротизирующий фасциит. Так, C.G.Fenelon et al. (1980) использовали данный метод хирургического лечения у 11 больных с тяжелой рецидивирующей инфекцией мягких тканей в области ТБС при значимой потере костной ткани и выраженных сосудистых нарушениях [54]. Несмотря на радикальность и эффективность данной методики в отношении эрадикации ППИ, в современном ортопедическом сообществе такая операция рассматривается как исключительная мера и выполняется, по сути, лишь по жизненным показаниям [65].

Таким образом, все широко применяемые методы лечения хронической рецидивирующей ППИ в области ТБС имеют свои преимущества и недостатки. Кроме того, в настоящее время можно констатировать наличие дефицита публикаций результатов исследований высокого или удовлетворительного методологического уровня по данной тематике, что оставляет нерешенными множество важных конкретных вопросов. Главным из них, на наш взгляд, представляется вопрос о наличии обоснованного и одобренного большинством специалистов алгоритма выбора тактики хирургического лечения пациентов с рецидивирующим течением ППИ в области ТБС.

**Нерешенные вопросы хирургического лечения и периоперационного ведения профильных пациентов.** Хирургическое лечение пациентов с рецидивами ППИ в области ТБС обычно сопряжено с целым рядом сложностей, обусловленных локальными патологическими изменениями в тканях, не только пораженных хроническим инфекционным процессом, но и подвергшихся нескольким предшествующим оперативным вмешательствам. Среди таких изменений, прежде всего, следует отметить множественные кожные рубцы, дефицит здоровой кожи и подкожной жировой клетчатки, наличие одного или нескольких свищевых ходов, рубцовую деформацию мышц, а также патологическую трансформацию нормальных топографо-анатомических взаимоотношений в области ТБС [66]. При этом особую сложность представляет наличие обширных костных дефектов в условиях хронического инфекционного процесса, протекающего с вовлечением костной ткани. Инфекционный остеолиз в сочетании с септической нестабильностью компонентов эндопротеза ТБС приводят к усиленному разрушению костной

ткани в проксимальном отделе бедренной кости и в области вертлужной впадины. Кроме того, в результате проведения повторной РХО очагов инфекции неизбежно увеличиваются дефекты различных тканей и, в том числе – костной [67].

В настоящее время считается, что эффективность санации очага хронической ППИ на первом этапе хирургического лечения профильных пациентов с установкой АЦС напрямую связана с радикальностью удаления всех нежизнеспособных и инфицированных тканей. При этом величина костных дефектов может существенно влиять на качество выполнения этого этапа. Большие костные дефекты характерны для пациентов с рецидивами ППИ в области ТБС [20]. Однако влияние их величины и локализации на эффективность хирургического лечения больных обсуждаемого профиля изучены совершенно недостаточно, что требует проведения новых целенаправленных исследований.

В исследованиях зарубежных авторов рецидивирующая ППИ с массивными костными дефектами является второй по частоте причиной установки онкологических эндопротезов, включая тотальное замещение бедренной кости, по неонкологическим показаниям [68]. Несмотря на впечатляющие реконструктивные возможности современной ортопедии, авторы указывают на огромный риск рецидива ППИ после таких операций – от 35% до 50% [69].

Необходимо отметить, что наличие обширной костной раны, неминуемо образующейся в результате проведения РХО у пациентов обсуждаемого профиля, закономерно приводит к формированию массивной гематомы, которая является благоприятной средой для роста патогенных микроорганизмов. Объем гематомы является мультифакторным показателем, который зависит от степени травматизации различных тканей, системной тромбопрофилактики и гемостатической терапии, а также от использованных методов локального гемостаза [70].

Использование системной тромбопрофилактики для снижения риска тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) является во всем мире стандартным подходом к периоперационному ведению пациентов при обширных ортопедических операциях на крупных суставах нижних конечностей. В настоящее время не подвергается сомнению положение о том, что системная тромбопрофилактика оказывает комплексное воздействие на итоговую кровопотерю при операциях эндопротезирования ТБС [71]. Однако стандартный протокол периоперационного ведения больных с ППИ не отличается от такового при обычном эндопротезировании ТБС. При этом дозировки антикоагулянтов и гемостатиков у пациентов, оперирующихся по поводу ППИ в области ТБС, рассчитаны на стандартные условия и не учитывают факторов риска со стороны инфицированной раны с соответствующими нарушениями локального гемостаза.

В исследовании Б.Г.Зиатдинова с соавт. (2016) было показано, что у пациентов с ППИ в области ТБС достоверно выше склонность к гиперкоагуляции и тромбоцитозу относительно пациентов с коксартрозом, что требует, по мнению автора, проведения у них более длительного курса профилактики ТЭЛА в сравнении с больными, перенесшими обычное ревизионное эндопротезирование ТБС [72]. Поэтому современное состояние обсуждаемой проблемы требует новых данных об эффективной-

сти и возможных путях коррекции схем тромбопрофилактики у пациентов с ППИ в области ТБС с учетом присущих им особенностей.

Для предотвращения нагноения гематом и их своевременного удаления из операционной раны в клинике используют различные дренажные системы, которые функционируют у профильных пациентов обычно в сроки от 1 до 4 суток после оперативных вмешательств. Следует отметить, что формирование гематомы в операционной ране у пациента с ППИ в области ТБС можно рассматривать, с одной стороны, как резервуар для размножения патогенных бактерий и фактор риска возникновения рецидивов инфекционного процесса [73]. С другой стороны, дренирование в течение нескольких суток на фоне введения антикоагулянтов увеличивает объем общей и послеоперационной кровопотери, что снижает иммунный статус пациента и, кроме того, приводит к необходимости переливания донорской крови. Кроме того, дренажи в инфицированной операционной ране снижают локальный антимикробный эффект установленного АЦС за счет выведения большего количества антибактериального препарата вместе с геморрагическим отделяемым [36]. Наконец, длительно функционирующий дренаж может стать «входными воротами» для патогенной госпитальной микрофлоры и причиной реинфицирования операционной раны [74]. Так, согласно данным П.М.Преображенского (2017) с соавт., сохранение дренажей при лечении ППИ в области коленного сустава на 4 – 7 суток повышает риск развития рецидивов ППИ в 2 раза, а дренирование более недели приводит к рецидиву почти в 7 раз чаще [75].

Современный подход подразумевает отказ от дренирования раны после первичной артропластики ТБС. В своем исследовании Р.М.Тихилов с соавт. (2012) показали, что отказ от использования дренажных систем после первичного эндопротезирования ТБС в комплексе с периоперационным применением транексамовой кислоты уменьшил интраоперационную кровопотерю в 2,2 раза и позволил существенно снизить потребность в аллогенной гемотрансфузии [76]. S.G.Fichman et al. (2016) видят необходимость в отказе от дренирования раны в ревизионной хирургии ТБС, отмечая отсутствие особых преимуществ при увеличенной дренажной кровопотери и необходимости гемотрансфузий [77].

Тем не менее, несмотря на обнадеживающие результаты отмены дренирования ран после асептического эндопротезирования ТБС, дренажи традиционно применяются в ходе лечения пациентов с ППИ обсуждаемой локализации [78]. При этом основная дискуссия ведется относительно эффективности применяемого антимикробного спейсера в комбинации с дренированием раны. Одни авторы говорят о снижении [79], а другие, наоборот, отмечают сохранение антибактериального эффекта АЦС [80] при его сочетании с дренированием. В целом, необходимо отметить, что у пациентов обсуждаемого профиля отказ от дренирования операционной раны не имеет научного обоснования и значимой доказательной базы в научной литературе.

Таким образом, периоперационное ведение пациентов с ППИ в области ТБС остается нерешенным и широко обсуждаемым специалистами вопросом, требующим проведения допол-

нительных исследований для обоснования рациональных схем тромбопрофилактики и режимов дренирования операционной раны. Такие исследования тем более важны для пациентов с хроническим рецидивирующим течением ППИ в области ТБС, поскольку в отношении этой категории больных указанные вопросы не только не изучались, но реально даже не поднимались.

**Заключение.** Завершая обсуждение научных публикаций, посвященных проблеме лечения пациентов с рецидивами ППИ в области ТБС, следует отметить, что именно качественно выполненная хирургическая операция с последующей этиотропной антибактериальной терапией является основой для успешной эрадикации возбудителей и купирования инфекционного процесса. Однако в настоящее время отсутствует научно обоснованный и проверенный в клинической практике алгоритм выбора тактики лечения, включая тип хирургического вмешательства при рецидивирующем течении ППИ ТБС. При этом эффективность применяемых подходов остается низкой и не удовлетворяет ни врачей, ни пациентов. Это во многом обусловлено наличием множества недостаточно изученных вопросов по особенностям ведения данной категории пациентов, а также по влиянию тех или иных факторов на вероятность неудачного исхода лечения рецидивирующей ППИ.

На наш взгляд, требуется изучение таких спорных моментов как необходимость дренирования операционных ран, модификации схем системного применения антикоагулянтов, прояснение вопроса о влиянии объема дефектов костей и мягких тканей, характера возбудителя и состояния пациента на успех выполнения того или иного оперативного вмешательства. Решение данных вопросов может помочь в обосновании выбора наиболее рациональной в тех или иных клинических ситуациях хирургической тактики с целью повышения эффективности лечения пациентов с рецидивирующим течением ППИ ТБС.

#### Для цитирования:

Кочиш А.А., Божкова С.А., СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЦИДИВИРУЮЩИМ ТЕЧЕНИЕМ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №3. С. 11-22. [Kochish A.A., Bozhkova S.A., MODERN STATE OF PROBLEM FOR TREATING PATIENTS WITH RECURRENT HIP PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION (LITERATURE REVIEW). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №3. pp. 11-22]

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

#### Список литературы:

1. McPherson K., Gon G., Scott M. International variations in a selected number of surgical procedures, 2013, OECD Health Working Papers, No. 61, OECD Publishing, Paris.
2. Learmonth I.D., Young C., Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*. 2007; 370(9597): 1508–1519 [doi:10.1016/S0140-6736(07)60457-7.]

3. Maradit Kremers H., Larson D.R., Crowson C.S., Kremers W.K. et al. Prevalence of total hip and knee replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2015 Sep 2;97(17):1386-97. [doi:10.2106/JBJS.N.01141]
4. Борисов Д.Б., Киров М.Ю. Эндопротезирование тазобедренного и коленного суставов: эпидемиологические аспекты и влияние на качество жизни // *Экология человека.* 2013 г. (8), 52-57.
5. Gwam C., Chukwuweike U. et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *The Journal of Arthroplasty.* 2017. Volume 32, Issue 7, 2088 – 2092 [doi:10.1016/j.arth.2017.02.046]
6. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? / Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ахмедиллов М.А. [и др.] // *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(4):9-27. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27]
7. Bozic, K. J., Kamath, A. F., Ong, K., Lau, E., Kurtz, S. et al. 2015. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clinical Orthopaedics and Related Research,* 473(6), 2131–2138. [doi:10.1016/j.arth.2017.02.046]
8. Helwig P., Morlock J., Oberst M., Hauschild O. et al. Periprosthetic joint infection - effect on quality of life. *Int Orthop.* 2014 May;38(5):1077-81. [doi:10.1007/s00264-013-2265-y]
9. 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 Dec 18;95(24):2177-84. [doi:10.2106/JBJS.L.00789]
10. Akindolire J., Morcos M.W., Marsh J.D., Howard J.L. et al. The economic impact of periprosthetic infection in total hip arthroplasty. *Can J Surg.* 2020 Jan 29;63(1):E52-E56 [doi:10.1503/cjs.004219]
11. Boddapati V., Fu M.C., Mayman D.J., Su E.P. et al. Revision total knee arthroplasty for periprosthetic joint infection is associated with increased post-operative morbidity and mortality relative to non-infectious revisions. *The Journal of Arthroplasty* 2017. [doi:10.1016/j.arth.2017.09.021]
12. Knebel C., Menzemer J., Pohlfig F, et al. Peri-prosthetic joint infection of the knee causes high levels of psychosocial distress: a prospective cohort study [published online ahead of print, 2020 Apr 13]. *Surg Infect (Larchmt).* 2020;10.1089/sur.2019.368 [doi:10.1089/sur.2019.368]
13. Brown T.S., Fehring K.A., Ollivier M., Mabry T.M. et al. Repeat two-stage exchange arthroplasty for prosthetic hip re-infection. *Bone Joint J.* 2018;100-B(9):1157-1161 [doi:10.1302/0301-620X.100B9.BJJ-2018-0470.R1]
14. Оценка эффективности двухэтапного хирургического лечения больных с перипротезной инфекцией коленного и тазобедренного суставов / Ермаков А.М., Ключин Н.М., Абабков Ю.В. [и др.] // *Гений ортопедии.* 2018. Т. 24. № 3. С. 321-326 [doi 10.18019/1028-4427-2018-24-3-321-326]
15. Павлов В.В., Петрова Н.В., Шералиев Т.У. Среднесрочные результаты двухэтапного лечения перипротезной инфекции // *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(4):109-116. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-109-116]
16. El Helou O.C., Berbari E.F., Lahr B.D., Marculescu C.E. et al. Management of prosthetic joint infection treated with two-stage exchange. *Curr Orthop Pract.* 2011;22:333-338 [doi:10.1097/BCO.0b013e318221813a]
17. Cahill J.L., Shadbolt B., Scarvell J.M., Smith P.N. Quality of life after infection in total joint replacement. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2008 Apr;16(1):58-65. [doi:10.1177/230949900801600115]
18. Jung J., Schmid N.V., Kelm J., Schmitt E., Anagnostakos K. Complications after spacer implantation in the treatment of hip joint infections. *Int J Med Sci.* 2009;6:265-273. [doi:10.7150/ijms.6.265]
19. Barton C.B., Wang D.L., An Q., Brown T.S. et al. Two-stage exchange arthroplasty for periprosthetic joint infection following total hip or knee arthroplasty is associated with high attrition rate and mortality. *J Arthroplasty.* 2020 May;35(5):1384-1389. [doi:10.1016/j.arth.2019.12.005]
20. Sigmund I.K., Winkler T., Önder N., Perka C. et al. Complications of resection arthroplasty in two-stage revision for the treatment of periprosthetic hip joint infection. *J Clin Med.* 2019 Dec 16;8(12). [doi:10.3390/jcm8122224]
21. Wang Q., Goswami K., Kuo F.C., Xu C. et al. Two-stage exchange arthroplasty for periprosthetic joint infection: the rate and reason for the attrition after the first stage. *J Arthroplasty.* 2019;34(11):2749-2756 [doi:10.1016/j.arth.2019.06.021]
22. 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:e0150866. [doi:10.1371/journal.pone.0150866]
23. Zhu Y., Zhang F., Chen W., Liu S. et al. Risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect.* 2015;89:82-89. [doi:10.1016/j.jhin.2014.10.008]
24. Kilgus S., Karczewski D., Passkönig C., Winkler T. et al. Failure analysis of infection persistence after septic revision surgery: a checklist algorithm for risk factors in knee and hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020 Apr 15. [doi:10.1007/s00402-020-03444-0]
25. Tikhilov R., Bozhkova S., Denisov A., Labutin D., Shubnyakov I. et al. Risk factors and a prognostic model of hip periprosthetic infection recurrence after surgical treatment using articulating and non-articulating spacers. *Int Orthop.* 2016 Jul;40(7):1381-7 [doi:10.1007/s00264-015-3072-4]
26. Estes C.S., Beauchamp C.P., Clarke H.D., Spangehl M.J. A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2029-2038. doi:10.1007/s11999-010-1293-9
27. Zmistowski B.M., Manrique J., Patel R., Chen A.F. Recurrent periprosthetic joint infection after irrigation and debridement with component retention is most often due to identical organisms. *J Arthroplasty.* 2016;31(9 Suppl):148-151. [doi:10.1016/j.arth.2016.05.040]
28. Анализ эффективности санирующих операций при параэндопротезной инфекции / Лю Бо, Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Божкова С.А. [и др.] // *Травматология и ортопедия России.* 2014; (2):22-29 [doi:10.21823/2311-2905-2014-0-2-22-29]
29. Triantafyllopoulos G.K., Memtsoudis S.G., Zhang W., Ma Y. et al. Periprosthetic infection recurrence after 2-stage exchange arthroplasty: failure or fate? *J Arthroplasty.* 2017 Feb;32(2):526-531 [doi:10.1016/j.arth.2016.08.002]
30. Jämsen E., Stogiannidis I., Malmivaara A., Pajamäki J. et al. Outcome of prosthesis exchange for infected knee arthroplasty: the effect of treatment approach. *Acta Orthop.* 2009;80:67-77. [doi:10.1080/17453670902805064]
31. Tan T.L., Goswami K., Kheir M.M., Xu C. et al. Surgical treatment of chronic periprosthetic joint infection: fate of spacer exchanges. *J Arthroplasty.* 2019 Sep;34(9):2085-2090.e1. The role of biofilm in the pathogenesis and treatment. *Infect Disord Drug Targets.* 2016;16(1):22-7. [doi:10.1016/j.arth.2019.04.016]
32. Zmistowski B., Tetreault M.W., Alijanipour P., Chen A.F. et al. Recurrent periprosthetic joint infection: persistent or new infection? *J Arthroplasty.* 2013;28(9):1486-1489. [doi:10.1016/j.arth.2013.02.021]
33. Diaz-Ledezma C., Higuera C.A., Parvizi J. Success after treatment of periprosthetic joint infection: a Delphi-based international multidisciplinary consensus. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:2374-2382 [doi:10.1007/s11999-013-2866-1]
34. Aalirezaie A., Bauer T.W., Fayaz H. et al. Hip and Knee Section, Diagnosis, Reimplantation: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty.* 2019;34(2S):S. 369-379. [doi:10.1016/j.arth.2018.09.021]
35. Парвизи Д., Герке Т. Материалы второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции. *Пер. с англ. под общей ред. Тихилова Р.М.* - СПб.: РНИИТО им. Р.Р.Вредена, 2019. – 314.
36. Anagnostakos K., Wilmes P., Schmitt E., Kelm J. Elution of gentamicin and vancomycin from polymethylmethacrylate beads and hip spacers in vivo. *Acta Orthop.* 2009;80(2):193-197 [doi:10.3109/17453670902884700]
37. Parvizi J., Tan T.L., Goswami K. et al. The 2018 Definition of periprosthetic hip and knee Infection: an evidence-based and validated criteria. *J Arthroplasty.* 2018;33(5):1309-1314.e2. [doi:10.1016/j.arth.2018.02.078]

38. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава / Винклер Т., Трампуш А., Ренц Н., Перка К. [и др.] // *Травматология и ортопедия России*. 2016;(1):33-45 [doi:10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45]
39. Shukla S.K., Ward J.P., Jacofsky M.C., Sporer S.M. et al. Perioperative testing for persistent sepsis following resection arthroplasty of the hip for periprosthetic infection. *J Arthroplasty*. 2010;25:87-91. [doi:10.1016/j.arth.2010.05.006]
40. Середа 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]
41. Эффективность первого этапа двухэтапной ревизии при параэндопротезной инфекции тазобедренного сустава / Лю Бо, Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Разоренов В.Л. [и др.] // *Травматология и ортопедия России*. 2014;(3):5-14. [doi:10.21823/2311-2905-2014-0-3-5-14]
42. McPherson E.J., Woodson C., Holtom P., Roidis N. et al. Periprosthetic total hip infection: outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res* 2002;8e15.
43. Mortazavi S.M., O'Neil J.T., Zmistowski B., Parvizi J. et al. Repeat 2-stage exchange for infected total hip arthroplasty: a viable option?. *J Arthroplasty*. 2012;27(6):923-6.e1. [doi:10.1016/j.arth.2011.11.006]
44. Leung F., Richards C.J., Garbuz D.S., Masri B.A. et al. Two-stage total hip arthroplasty: how often does it control methicillin-resistant infection?. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(4):1009-1015 [doi:10.1007/s11999-010-1725-6]
45. McLawhorn A.S., Nawabi D.H., Ranawat A.S. Management of resistant, atypical and culture-negative periprosthetic joint infections after hip and knee arthroplasty. *Open Orthop J*. 2016 Nov 30;10:615-632. [doi:10.2174/1874325001610010615]
46. Martínez-Pastor J.C., Munoz-Mahamud E., Vilchez F., Garcia-Ramiro S. et al. Outcome of acute prosthetic joint infections due to gram-negative bacilli treated with open debridement and retention of the prosthesis. *Antimicrob. Agents Chemother*. 2009; 53 (11): 4772-4777 [doi:10.1128/AAC.00188-09]
47. Antony S., Farran Y. Prosthetic joint and orthopedic device related infections. The role of biofilm in the pathogenesis and treatment. *Infect Disord Drug Targets*. 2016;16(1):22-27. [doi:10.2174/1871526516666160407113646]
48. Трудноизлечимая перипротезная инфекция тазобедренного сустава: результаты санирующих операций / Ливенцов В.Н., Божкова С.А., Кочиш А.Ю., Артюх В.А. [и др.] // *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):88-97. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-88-97]
49. Faschingbauer M., Bieger R., Kappe T., Weiner C. et al. Difficult to treat: are there organism-dependent differences and overall risk factors in success rates for two-stage knee revision? [published online ahead of print, 2020 Jan 20]. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;10.1007/s00402-020-03335-4. [doi:10.1007/s00402-020-03335-4]
50. Papadopoulos A., Ribera A., Mavrogenis A.F., Rodriguez-Pardo D. et al. Multidrug and extensively drug-resistant Gram-negative prosthetic joint infections: Role of surgery and impact of colistin administration. *Int J Antimicrob Agents*. 2019;53(3):294-301. [doi:10.1016/j.ijantimicag.2018.10.018]
51. Важность выполнения алгоритма диагностики поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава / Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Алексеев С.С., Сорокина Г.Л. [и др.] // *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):75-87. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87]
52. Adeli B., Parvizi J. The infected hip: a treatment algorithm // *Semin. Arthro*. 2011. Vol. 22. P. 100 – 102.
53. Castellanos J., Flores X., Llusà M., Chiriboga C. et al. The Girdlestone pseudarthrosis in the treatment of infected hip replacements. *Int Orthop*. 1998;22(3):178-181 [doi:10.1007/s002640050236]
54. Fenelon G.C., Von Foerster G., Engelbrecht E. Disarticulation of the hip as a result of failed arthroplasty. A series of 11 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1980;62-B:441-446.
55. George J., Miller E.M., Curtis G.L., Klika A.K. et al. Success of two-stage reimplantation in patients requiring an interim spacer exchange. *J Arthroplasty*. 2018 Jul;33(7S):S228-S232 [doi:10.1016/j.arth.2018.03.038]
56. Escudero-Sanchez R., Senneville E., Digumber M. et al. Suppressive antibiotic therapy in prosthetic joint infections: a multicentre cohort study. *Clin Microbiol Infect*. 2020;26(4):499-505. [doi:10.1016/j.cmi.2019.09.007]
57. Gomez M.M., Tan T.L., Manrique J., Deirmengian G.K., Parvizi J. The fate of spacers in the treatment of periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(18):1495-1502 [doi:10.2106/JBJS.N.00958]
58. Rosteius T., Jansen O., Fehmer T., Baecker H. et al. Evaluating the microbial pattern of periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Med Microbiol*. 2018;67(11):1608-1613. [doi:10.1099/jmm.0.000835]
59. Girdlestone G.R. The diagnosis and treatment of tuberculosis of the hip. London: Humphrey Milford, 1925.
60. Sharma H., Kakar R. Outcome of Girdlestone's resection arthroplasty following complications of proximal femoral fractures. *Acta Orthop Belg* 2006; 72:555-559.
61. Cordero-Ampuero J. Girdlestone procedure: when and why. *Hip Int*. 2012 Jul-Aug;22 Suppl 8:S36-9. [doi:10.5301/HIP.2012.9568]
62. Тихилов Р.М., Кочиш А.Ю., Разоренов В.Л. Использование островковых лоскутов из латеральной широкой мышцы бедра в лечении пациентов с гнойными осложнениями после эндопротезирования тазобедренного сустава. – *Травматология и ортопедия России*. – 2008. – № 4. – С. 7 – 14.
63. Резекционная артропластика с пересадкой островкового мышечного лоскута у больных с перипротезной инфекцией / Божкова С.А., Ливенцов В.Н., Кочиш А.Ю., Артюх В.А. [и др.] // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;(2):32-38 [doi:10.17116/hirurgia202002132]
64. Ключин Н.М., Абабков Ю.В., Ермаков А.М. Методики лечения больных с парапротезной инфекцией тазобедренного сустава с применением временных фиксирующих систем // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13305>.
65. Zalavras C.G., Rigopoulos N., Ahlmann E., Patzakis M.J. Hip disarticulation for severe lower extremity infections. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467. [doi:10.1007/s11999-009-0769-y]
66. Mahmoud S.S., Sukeik M., Alazzawi S., Shaath M., Sabri O. Salvage procedures for management of prosthetic joint infection after hip and knee replacements. *Open Orthop J*. 2016;10:600-614. Published 2016 Nov 30 [doi:10.2174/1874325001610010600]
67. Fountain J.R., Dalby-Ball J., Carroll F.A., Stockley I. The use of total femoral arthroplasty as a limb salvage procedure: the Sheffield experience. *J Arthroplasty*. 2007;22:663-639. [doi:10.1016/j.arth.2006.11.017]
68. Parvizi J., Tarity T.D., Slenker N. et al. Proximal femoral replacement in patients with non-neoplastic conditions. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(5):1036-1043. [doi:10.2106/JBJS.F.00241]
69. DeRogatis M.J., Issack P.S. Total femoral replacement as a salvage operation for the treatment of massive femoral bone loss during revision total hip arthroplasty. *JBJS Rev*. 2018;6(5):e9 [doi:10.2106/JBJS.RVW.17.00195]
70. Preventing venous thromboembolic disease in patients undergoing elective hip and knee arthroplasty. AAOs Evidence-based guideline and evidence report. Sep. 2011.
71. Профилактика венозных тромбозов и тромбоэмболических осложнений в травматологии и ортопедии. Российские клинические рекомендации / Под общей редакцией акад. Миронова С.П. // *Травматология и ортопедия России*. 2012 – 1 (63). Приложение.
72. Зиятдинов Б.Г., Ахтямов И.Ф. Факторы риска развития венозных тромбозов при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии*. 2016. N4 с.22-23.
73. Ахтямов И.Ф., Кузьмин И.И., Кузьмин О.И., Кислицын М.А. Роль аспирационного дренирования при эндопротезировании тазобедренно-

го сустава // *Казанский медицинский журнал*. 2005. Т.86, №6. Стр. 493 – 497.

74. Willett K.M., Simmons C.D., Bentley G. The effect of suction drains after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1988 Aug;70(4):607-10. 3403607.

75. Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю. Результаты этапного лечения пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава // *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):98-107. [doi:10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107]

76. Влияние различных факторов на кровопотерю при эндопротезировании тазобедренного сустава / Тихилов Р.М., Серебряков А.Б., Шубняков И.И., Плиев Д.Г. [и др.] // *Травматология и ортопедия России*. 2012. № 3. – С. 5-11 [doi:10.21823/2311-2905-2012--3-5-11]

77. Fichman S.G., Mäkinen T.J., Lozano B., Rahman W.A. et al. Closed suction drainage has no benefits in revision total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Int Orthop*. 2016;40:453–457 [doi:10.1007/s00264-015-2960-y]

78. Индивидуальные артикулирующие спейсеры в ревизионной хирургии тазобедренного сустава / Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Елизаров П.В. [и др.] // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2015. Т.1. №5 (313). С. 95-103.

79. Hsieh P.H., Huang K.C., Tai C.L. Liquid gentamicin in bone cement spacers: in vivo antibiotic release and systemic safety in two-stage revision of infected hip arthroplasty. *J Trauma*. 2009;66(3):804-80 [doi:10.1097/TA.0b013e31818896cc]

80. Xu C., Jia C.Q., Kuo F.C., Chai W. et al. Does the use of a closed-suction drain reduce the effectiveness of an antibiotic-loaded spacer in two-stage exchange Arthroplasty for Periprosthetic hip infection? A prospective, randomized, controlled study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):583. Published 2019 Dec 4. [doi: 10.1186/s12891-019-2974-5]

## References:

1. McPherson K., Gon G., Scott M. International variations in a selected number of surgical procedures, 2013, OECD Health Working Papers, No. 61, OECD Publishing, Paris.

2. Learmonth I.D., Young C., Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*. 2007; 370(9597): 1508–1519 [doi:10.1016/S0140-6736(07)60457-7.]

3. Maradit Kremers H., Larson D.R., Crowson C.S., Kremers W.K. et al. Prevalence of total hip and knee replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am*. 2015 Sep 2;97(17):1386-97. [doi:10.2106/JBJS.N.01141]

4. Borisov D.B., Kirov M.Ju. *Jendoprotezirovanie tazobedrennogo i kolennogo sustavov: jepidemiologicheskie aspekty i vlijanie na kachestvo zhizni* (Hip and knee total joint arthroplasty: epidemiologic aspects and influence on life quality). *Jekologija cheloveka*. 2013. (8), P. 52-57. (In Russ.)

5. Gwam S., Chukwuweike U. et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *The Journal of Arthroplasty*. 2017. Volume 32, Issue 7, 2088 – 2092 [doi:10.1016/j.arth.2017.02.046]

6. Shubnjakov I.I., Tihilov R.M., Denisov A.O., Ahmedilov M.A. et al. *Что izmenilos' v strukture revizionnogo jendoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava v poslednie gody?* (What has changed in structure of revision hip arthroplasty in last years?). *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2019;25(4):9-27. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27] (In Russ.)

7. Bozic, K. J., Kamath, A. F., Ong, K., Lau, E., Kurtz, S. et al. 2015. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 473(6), 2131–2138. [doi:10.1016/j.arth.2017.02.046]

8. Helwig P., Morlock J., Oberst M., Hauschild O. et al. Periprosthetic joint infection - effect on quality of life. *Int Orthop*. 2014 May;38(5):1077-81. [doi:10.1007/s00264-013-2265-y]

9. 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 Dec 18;95(24):2177-84. [doi:10.2106/JBJS.L.00789]

10. Akindolire J., Morcos M.W., Marsh J.D., Howard J.L. et al. The economic impact of periprosthetic infection in total hip arthroplasty. *Can J Surg*. 2020 Jan 29;63(1):E52-E56 [doi:10.1503/cjs.004219]

11. Boddapati V., Fu M.C., Mayman D.J., Su E.P. et al. Revision total knee arthroplasty for periprosthetic joint infection is associated with increased postoperative morbidity and mortality relative to non-infectious revisions. *The Journal of Arthroplasty*. 2017. [doi:10.1016/j.arth.2017.09.021]

12. Knebel C., Menzemer J., Pohlig F., et al. Peri-prosthetic joint infection of the knee causes high levels of psychosocial distress: a prospective cohort study [pub-lished online ahead of print, 2020 Apr 13]. *Surg Infect (Larchmt)*. 2020;10.1089/sur.2019.368 [doi:10.1089/sur.2019.368]

13. Brown T.S., Fehring K.A., Ollivier M., Mabry T.M. et al. Repeat two-stage exchange arthroplasty for prosthetic hip re-infection. *Bone Joint J*. 2018;100-B(9):1157-1161 [doi:10.1302/0301-620X.100B9.BJJ-2018-0470.R1]

14. Ermakov A.M., Kljushin N.M., Ababkov Ju.V. et al. *Ocenka jeffektivnosti dvuhjetapnogo hirurgicheskogo lechenija bol'nyh s periproteznoj infekciej kolennogo i tazobedrennogo sustavov* (Efficiency evaluation of two-stage hip and knee periprosthetic joint infection surgical treatment). *Genij ortopedii*. 2018. V. 24. № 3. P. 321-326 [doi 10.18019/1028-4427-2018-24-3-321-326] (In Russ.)

15. Pavlov V.V., Petrova N.V., Sheraliev T.U. *Srednesrochnye rezul'taty dvuh-jetapnogo lechenija periproteznoj infekcii* (Mid-term results of two-stage periprosthetic joint infection treatment). *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2019;25(4):109-116. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-109-116] (In Russ.)

16. El Helou O.C., Barbari E.F., Lahr B.D., Marculescu C.E. et al. Management of prosthetic joint infection treated with two-stage exchange. *Curr Orthop Pract*. 2011;22:333–338 [doi:10.1097/BCO.0b013e318221813a]

17. Cahill J.L., Shadbolt B., Scarvell J.M., Smith P.N. Quality of life after infection in total joint replacement. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2008 Apr;16(1):58-65. [doi:10.1177/230949900801600115]

18. Jung J., Schmid N.V., Kelm J., Schmitt E., Anagnostakos K. Complications after spacer implantation in the treatment of hip joint infections. *Int J Med Sci*. 2009;6:265–273. [doi:10.7150/ijms.6.265]

19. Barton C.B., Wang D.L., An Q., Brown T.S. et al. Two-stage exchange arthroplasty for periprosthetic joint infection following total hip or knee arthroplasty is associated with high attrition rate and mortality. *J Arthroplasty*. 2020 May;35(5):1384-1389. [doi:10.1016/j.arth.2019.12.005]

20. Sigmund I.K., Winkler T., Önder N., Perka C. et al. Complications of resection arthroplasty in two-stage revision for the treatment of periprosthetic hip joint infection. *J Clin Med*. 2019 Dec 16;8(12). [doi:10.3390/jcm8122224]

21. Wang Q., Goswami K., Kuo F.C., Xu C. et al. Two-stage exchange arthroplasty for periprosthetic joint infection: the rate and reason for the attrition after the first stage. *J Arthroplasty*. 2019;34(11):2749-2756 [doi:10.1016/j.arth.2019.06.021]

22. 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:e0150866. [doi:10.1371/journal.pone.0150866]

23. Zhu Y., Zhang F., Chen W., Liu S. et al. Risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect*. 2015;89:82-89. [doi:10.1016/j.jhin.2014.10.008]

24. Kilgus S., Karczewski D., Passkönig C., Winkler T. et al. Failure analysis of infection persistence after septic revision surgery: a checklist algorithm for risk factors in knee and hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020 Apr 15. [doi:10.1007/s00402-020-03444-0]

25. Tikhilov R., Bozhkova S., Denisov A., Labutin D., Shubnyakov I. et al. Risk factors and a prognostic model of hip periprosthetic infection recurrence after surgical treatment using articulating and non-articulating spacers. *Int Orthop*. 2016 Jul;40(7):1381-7 [doi:10.1007/s00264-015-3072-4]

26. Estes C.S., Beauchamp C.P., Clarke H.D., Spangehl M.J. A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2029–2038. doi:10.1007/s11999-010-1293-9
27. Zmistowski B.M., Manrique J., Patel R., Chen A.F. Recurrent periprosthetic joint infection after irrigation and debridement with component retention is most often due to identical organisms. *J Arthroplasty.* 2016; 31 (9 Suppl):148-151. [doi:10.1016/j.arth.2016.05.040]
28. Lju Bo, Tihilov R.M., Shubnjakov I.I., Bozhkova S.A. et al. *Analiz jeffektivnosti sanirujushhih operacij pri parajendoproteznoj infekcii* (Efficiency evaluation of sanitizing operations for paraprosthesis joint infection). *Travmatologija i ortopedija Rossii.* 2014; (2):22-29 [doi:10.21823/2311-2905-2014-0-2-22-29] (In Russ.)
29. Triantafyllopoulos G.K., Memtsoudis S.G., Zhang W., Ma Y. et al. Periprosthetic infection recurrence after 2-stage exchange arthroplasty: failure or fate? *J Arthroplasty.* 2017 Feb;32(2):526-531 [doi:10.1016/j.arth.2016.08.002]
30. Jämsen E., Stogiannidis I., Malmivaara A., Pajaniemi J. et al. Outcome of prosthesis exchange for infected knee arthroplasty: the effect of treatment approach. *Acta Orthop.* 2009;80:67–77. [doi:10.1080/17453670902805064]
31. Tan T.L., Goswami K., Kheir M.M., Xu C. et al. Surgical treatment of chronic periprosthetic joint infection: fate of spacer exchanges. *J Arthroplasty.* 2019 Sep;34(9):2085-2090.e1. The role of biofilm in the pathogenesis and treatment. *Infect Disord Drug Targets.* 2016;16(1):22-7. [doi:10.1016/j.arth.2019.04.016]
32. Zmistowski B., Tetreault M.W., Alijanipour P., Chen A.F. et al. Recurrent periprosthetic joint infection: persistent or new infection? *J Arthroplasty.* 2013;28(9):1486–1489. [doi:10.1016/j.arth.2013.02.021]
33. Diaz-Ledezma C., Higuera C.A., Parvizi J. Success after treatment of periprosthetic joint infection: a Delphi-based international multidisciplinary consensus. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:2374–2382 [doi:10.1007/s11999-013-2866-1]
34. Aalirezaie A., Bauer T.W., Fayaz H. et al. Hip and Knee Section, Diagnosis, Re-implantation: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty.* 2019;34(2S):S. 369-379. [doi:10.1016/j.arth.2018.09.021]
35. Parvizi J., Gehrke T. *Materialy vtoroj mezhdunarodnoj soglasitel'noj konferencii po skeletno-myshechnoj infekcii.* (Proceedings of the Second International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection). Translat. from English on gen. edit. by Tikhilov R.M. Spb.: RNIITO im. R.R.Vredena, 2019. – 314. (In Russ.)
36. Anagnostakos K., Wilmes P., Schmitt E., Kelm J. Elution of gentamicin and van-comycin from polymethylmethacrylate beads and hip spacers in vivo. *Acta Orthop.* 2009;80(2):193-197 [doi:10.3109/17453670902884700]
37. Parvizi J., Tan T.L., Goswami K. et al. The 2018 Definition of periprosthetic hip and knee Infection: an evidence-based and validated criteria. *J Arthroplasty.* 2018;33(5):1309-1314.e2. [doi:10.1016/j.arth.2018.02.078]
38. Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka K., Bozhkova S. *Klassifikacija i algoritm diagnostiki i lechenija periproteznoj infekcii tazobedrennogo sustava* (Classification and algorithm of hip periprosthetic joint infection diagnosis and treatment). *Travmatologija i ortopedija Rossii.* 2016;(1):33-45 [doi:10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45] (In Russ.)
39. Shukla S.K., Ward J.P., Jacofsky M.C., Sporer S.M. et al. Perioperative testing for persistent sepsis following resection arthroplasty of the hip for periprosthetic infection. *J Arthroplasty.* 2010;25:87–91. [doi:10.1016/j.arth.2010.05.006]
40. Sereida A.P., Bogdan V.N., Andrianova M.A., Berenshtejn M. *Lechenie peri-proteznaj infekcii: gde i kto?* (Periprosthetic joint infection treatment: where and who?) *Travmatologija i ortopedija Rossii.* 2019;25(4):33-55. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-33-55] (In Russ.)
41. Lju Bo, Tihilov R.M., Shubnjakov I.I., Razorenov V.L. et al. *Jeffektivnost' pervogo jetapa dvuhjetapnoj revizii pri parajendoproteznoj infekcii tazobedrennogo sustava* (First stage efficiency of two-stage revision for hip periprosthetic joint infection). *Travmatologija i ortopedija Rossii.* 2014;(3):5-14. [doi:10.21823/2311-2905-2014-0-3-5-14] (In Russ.)
42. McPherson E.J., Woodson C., Holtom P., Roidis N. et al. Periprosthetic total hip infection: outcomes using a staging system. *Clin Orthop Relat Res* 2002;8e15.
43. Mortazavi S.M., O'Neil J.T., Zmistowski B., Parvizi J. et al. Repeat 2-stage ex-change for infected total hip arthroplasty: a viable option?. *J Arthroplasty.* 2012;27(6):923-6.e1. [doi:10.1016/j.arth.2011.11.006]
44. Leung F., Richards C.J., Garbuz D.S., Masri B.A. et al. Two-stage total hip arthroplasty: how often does it control methicillin-resistant infection?. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(4):1009-1015 [doi:10.1007/s11999-010-1725-6]
45. McLawhorn A.S., Nawabi D.H., Ranawat A.S. Management of resistant, atypical and culture-negative periprosthetic joint infections after hip and knee arthroplasty. *Open Orthop J.* 2016 Nov 30;10:615-632. [doi:10.2174/1874325001610010615]
46. Martínez-Pastor J.C., Muñoz-Mahamud E., Vilchez F., García-Ramiro S. et al. Outcome of acute prosthetic joint infections due to gram-negative bacilli treated with open debridement and retention of the prosthesis. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2009; 53 (11): 4772–4777 [doi:10.1128/AAC.00188-09]
47. Antony S., Farran Y. Prosthetic joint and orthopedic device related infections. The role of biofilm in the pathogenesis and treatment. *Infect Disord Drug Targets.* 2016;16(1):22-27. [doi:10.2174/1871526516666160407113646]
48. Livencov V.N., Bozhkova S.A., Kochish A.Ju., Artjuh V.A. et al. *Trudnoizlechimaja periproteznaja infekcija tazobedrennogo sustava: rezul'taty sanirujushhih operacij* (Difficult-to-treat hip periprosthetic joint infection: results of sanitizing operations). *Travmatologija i ortopedija Rossii.* 2019;25(4):88-97. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-88-97] (In Russ.)
49. Faschingbauer M., Bieger R., Kappe T., Weiner C. et al. Difficult to treat: are there organism-dependent differences and overall risk factors in success rates for two-stage knee revision? [published online ahead of print, 2020 Jan 20]. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;10.1007/s00402-020-03335-4. [doi:10.1007/s00402-020-03335-4]
50. Papadopoulos A., Ribera A., Mavrogenis A.F., Rodriguez-Pardo D. et al. Multi-drug and extensively drug-resistant Gram-negative prosthetic joint infections: Role of surgery and impact of colistin administration. *Int J Antimicrob Agents.* 2019;53(3):294-301. [doi:10.1016/j.ijantimicag.2018.10.018]
51. Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Alekseev S.S., Sorokina G.L. *Vazhnost' vypolnenija algoritma diagnostiki pozdnej glubokoj periproteznoj infekcii tazobedrennogo sustava* (Importance of diagnostics algorithm performance for late deep hip periprosthetic joint infection). *Travmatologija i ortopedija Rossii.* 2019;25(4):75-87. [doi:10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87] (In Russ.)
52. Adeli B., Parvizi J. The infected hip: a treatment algorithm // *Semin. Arthro.* 2011. Vol. 22. P. 100 – 102.
53. Castellanos J., Flores X., Llusà M., Chiriboga C. et al. The Girdlestone pseudarthrosis in the treatment of infected hip replacements. *Int Orthop.* 1998;22(3):178-181 [doi:10.1007/s002640050236]
54. Fenelon G.C., Von Foerster G., Engelbrecht E. Disarticulation of the hip as a result of failed arthroplasty. A series of 11 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1980;62-B:441–446.
55. George J., Miller E.M., Curtis G.L., Klika A.K. et al. Success of two-stage reimplantation in patients requiring an interim spacer exchange. *J Arthroplasty.* 2018 Jul;33(7S):S228-S232 [doi:10.1016/j.arth.2018.03.038]
56. Escudero-Sanchez R., Senneville E., Dugumber M. et al. Suppressive antibiotic therapy in prosthetic joint infections: a multicentre cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2020;26(4):499-505. [doi:10.1016/j.cmi.2019.09.007]
57. Gomez M.M., Tan T.L., Manrique J., Deirmengian G.K., Parvizi J. The fate of spacers in the treatment of periprosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(18):1495-1502 [doi:10.2106/JBJS.N.00958]
58. Rosteius T., Jansen O., Fehmer T., Baecker H. et al. Evaluating the microbial pattern of periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Med Microbiol.* 2018;67(11):1608-1613. [doi:10.1099/jmm.0.000835]

59. Girdlestone G.R. The diagnosis and treatment of tuberculosis of the hip. London: Humphrey Milford, 1925.
60. Sharma H., Kakar R. Outcome of Girdlestone's resection arthroplasty following complications of proximal femoral fractures. *Acta Orthop Belg* 2006; 72:555-559.
61. Cordero-Ampuero J. Girdlestone procedure: when and why. *Hip Int*. 2012 Jul-Aug;22 Suppl 8:S36-9. [doi:10.5301/HIP.2012.9568]
62. Tihilov R.M., Kochish A.Ju., Razorenov V.L. *Ispol'zovanie ostrovkovykh loskutov iz lateral'noj shirokoj myshcy bedra v lechenii pacientov s gnojnyimi oslozhnenijami posle jendoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava* (Utilization of island flaps from vastus lateralis muscle for treating patients with purulent complications after total hip arthroplasty). *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2008. № 4. P. 7 – 14. (In Russ.)
63. Bozhkova S.A., Livencov V.N., Kochish A.Ju., Artjuh V.A. et al. *Rezekcionnaja artroplastika s peresadkoj ostrovkovogo myshechnogo loskuta u bol'nyh s periproteznoj infekciej* (Resection arthroplasty with island muscle flap transposition for periprosthetic joint infection treatment). *Hirurgija. Journal after N.I. Pirogova*. 2020;(2):32-38 [doi:10.17116/hirurgia202002132] (In Russ.)
64. Kljushin N.M., Ababkov Ju.V., Ermakov A.M. *Metodiki lechenija bol'nyh s paraproteznoj infekciej tazobedrennogo sustava s primeneniem vremennykh fiksirovannykh sistem* (Treatment methodologies of hip and knee paraprosthetic joint infection with utilization of temporary fixing systems). *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014. №3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13305>. (In Russ.)
65. Zalavras C.G., Rigopoulos N., Ahlmann E., Patzakis M.J. Hip disarticulation for severe lower extremity infections. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467. [doi:10.1007/s11999-009-0769-y]
66. Mahmoud S.S., Sukeik M., Alazzawi S., Shaath M., Sabri O. Salvage procedures for management of prosthetic joint infection after hip and knee replacements. *Open Orthop J*. 2016;10:600-614. Published 2016 Nov 30 [doi:10.2174/1874325001610010600]
67. Fountain J.R., Dalby-Ball J., Carroll F.A., Stockley I. The use of total femoral arthroplasty as a limb salvage procedure: the Sheffield experience. *J Arthroplasty*. 2007;22:663-639. [doi:10.1016/j.arth.2006.11.017]
68. Parvizi J., Tarity T.D., Slenker N. et al. Proximal femoral replacement in patients with non-neoplastic conditions. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(5):1036-1043. [doi:10.2106/JBJS.F.00241]
69. DeRogatis M.J., Issack P.S. Total femoral replacement as a salvage operation for the treatment of massive femoral bone loss during revision total hip arthroplasty. *JBJS Rev*. 2018;6(5):e9 [doi:10.2106/JBJS.RVW.17.00195]
70. Preventing venous thromboembolic disease in patients undergoing elective hip and knee arthroplasty. *AAOS Evidence-based guideline and evidence report*. Sep. 2011.
71. Mironov S.P. et al. *Profilaktika venoznyh tromboembolicheskikh oslozhnenij v travmatologii i ortopedii. Rossijskie klinicheskie rekomendacii* (Venous thromboembolic complications prophylaxis in trauma and orthopaedics. Russian clinical recommendations). *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2012 – 1 (63). Appendix. (In Russ.)
72. Ziatdinov B.G., Ahtjamov I.F. *Faktory riska razvitiya venoznyh trombozov pri pervichnom jendoprotezirovanii tazobedrennogo sustava* (Risk factors of venous thromboses during primary hip joint replacement). *Vestnik travmatologii i ortopedii*. 2016. N4 P.22-23. (In Russ.)
73. Ahtjamov I.F., Kuz'min I.I., Kuz'min O.I., Kislicyn M.A. *Rol' aspiracionnogo drenirovaniya pri jendoprotezirovanii tazobedrennogo sustava* (Closed suction drainage role during hip joint replacement). *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 2005. V.86, №6. P. 493 – 497. (In Russ.)
74. Willett K.M., Simmons C.D., Bentley G. The effect of suction drains after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1988 Aug;70(4):607-10. 3403607.
75. Preobrazhenskij P.M., Bozhkova S.A., Kazemirskij A.V., Goncharov M.Ju. *Rezultaty jetapnogo lechenija pacientov s periproteznoj infekciej posle jendoprotezirovaniya kolennogo sustava* (Stage treatment results of patients with periprosthetic joint infection after knee arthroplasty). *Travmatologija i ortope-*
- dija Rossii. 2017;23(1):98-107. [doi:10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107] (In Russ.)
76. Tihilov R.M., Serebrjakov A.B., Shubnjakov I.I., Pliev D.G. et al. *Vlijanie razlichnykh faktorov na krvopoterju pri jendoprotezirovanii tazobedrennogo sustava*. (Different factors influence on blood loss during hip joint arthroplasty). *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2012. N 3. – P. 5-11 [doi:10.21823/2311-2905-2012--3-5-11] (In Russ.)
77. Fichman S.G., Mäkinen T.J., Lozano B., Rahman W.A. et al. Closed suction drainage has no benefits in revision total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Int Orthop*. 2016;40:453-457 [doi:10.1007/s00264-015-2960-y]
78. Kavalerskij G.M., Murylev V.Ju., Rukin Ja.A., Elizarov P.V. *Individual'nye artikulirujushhie spejsery v revizionnoj hirurgii tazobedrennogo sustava*. (Individual articulating spacers in revision hip arthroplasty). *Fundamental'nye i prikladnye problemy tehniki i tehnologii*. 2015. V.1. №5 (313). P. 95-103. (In Russ.)
79. Hsieh P.H., Huang K.C., Tai C.L. Liquid gentamicin in bone cement spacers: in vivo antibiotic release and systemic safety in two-stage revision of infected hip arthroplasty. *J Trauma*. 2009;66(3):804-80 [doi:10.1097/TA.0b013e31818896cc]
80. Xu C., Jia C.Q., Kuo F.C., Chai W. et al. Does the use of a closed-suction drain reduce the effectiveness of an antibiotic-loaded spacer in two-stage exchange Arthroplasty for Periprosthetic hip infection? A prospective, randomized, controlled study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):583. Published 2019 Dec 4. [doi: 10.1186/s12891-019-2974-5]

#### Авторы:

**Кочиш Андрей Александрович** врач травматолог-ортопед отделения гнойной хирургии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, 195427, Санкт-Петербург, Россия

e-mail [kochishman@gmail.com](mailto:kochishman@gmail.com)

Кочиш Андрей Александрович <https://orcid.org/0000-0001-8573-1096>

**Божкова Светлана Анатольевна** д-р мед. наук, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, заведующая отделением клинической фармакологии, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, 195427, Санкт-Петербург, Россия

e-mail [clinpharm-miito@yandex.ru](mailto:clinpharm-miito@yandex.ru)

Божкова Светлана Анатольевна <https://orcid.org/0000-0002-2083-2424>

#### Authors:

**Kochish Andrey Alexandrovich** Orthopaedic surgeon, Department of septic surgery, Vreden National Medical Research Centre of Trauma and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia.

e-mail [kochishman@gmail.com](mailto:kochishman@gmail.com)

**Bozhkova Svetlana Anatol'evna** Doctor of Medical Science, Head of the Research Department of Prevention and Treatment of Wound Infection and Department of Clinical Pharmacology, Vreden National Medical Research Centre of Trauma and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia.

e-mail [clinpharm-miito@yandex.ru](mailto:clinpharm-miito@yandex.ru)



DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.23-30

УДК 611.018.4

© Садыков Р.И., Ахтямов И.Ф., 2020

## ЛОКАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ СТИМУЛЯЦИИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

САДЫКОВ Р.И.<sup>1,а</sup>, АХТЯМОВ И.Ф.<sup>1,б</sup><sup>1</sup> Казанский государственный медицинский университет, 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49

**Резюме** Помимо совершенствования способов репозиции и фиксации переломов актуальным направлением современных исследований является возможность применения локальных факторов стимуляции репаративного остеогенеза. Эти факторы классифицируются по механизму биологического действия на остеогенные, остеокондуктивные, остеоиндуктивные. В данной статье мы провели анализ научной литературы применения костной пластики (аутологичного и аллогенного костных трансплантатов), костных заменителей (демнерализованного костного матрикса (DBM), керамики и цемента на основе фосфата кальция, биоактивного стекла), синтетических факторов роста (костных морфогенетические белков (BMP), факторов роста фибробластов (FGF), сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF), тромбоцитарного фактора роста (PDGF) и инсулиноподобного фактора роста (IGF)), клеточной терапии (аутологичного концентрата аспирата костного мозга (BMAC), PRP-терапия). Значительный прогресс, достигнутый при использовании остеогенных, остеокондуктивных и остеоиндуктивных факторов при замедленной консолидации переломов все таки не подводит финишную черту в решении столь сложной проблемы. В настоящее время большой интерес представляет возможность местного применения бисфосфонатов как изолированно, так и в комбинации с другими компонентами. В статье продемонстрированы исследования локального применения бисфосфонатов (этидроната) в сочетании с ионами лантаноидов и кальцием при переломах у животных, и их положительного влияния на репаративный процесс.

**Ключевые слова:** замедленная консолидация переломов, локальные факторы стимуляции репаративного остеогенеза, ионы лантаноидов.

## LOCAL FACTORS OF STIMULATION OF REPARATIVE OSTEOGENESIS (LITERATURE REVIEW)

SADYKOV R.I.<sup>1,а</sup>, AKHTYAMOV I.F.<sup>1,б</sup><sup>1</sup> Kazan State Medical University, 49 Butlerov St., Kazan, Russia Federation, 420012

**Abstract** In addition to improving the methods of reduction and fixation of fractures, an urgent direction of modern research is the possibility of using local factors for stimulating reparative osteogenesis. These factors are classified according to the mechanism of biological action on osteogenic, osteoconductive, osteoinductive. In this article, we analyzed the scientific literature on the use of bone grafting (autologous and allogeneic bone grafts), bone substitutes (demineralized bone matrix (DBM), ceramics and cement based on calcium phosphate, bioactive glass), synthetic growth factors (bone morphogenetic proteins (BMP), fibroblast growth factors (FGF), vascular endothelial growth factor (VEGF), platelet-derived growth factor (PDGF) and insulin-like growth factor (IGF)), cell therapy (autologous bone marrow aspirate concentrate (BMAC), PRP therapy). The significant progress achieved with the use of osteogenic, osteoconductive osteoinductive factors with delayed fracture co-solidification still does not bring the finish line in solving such a complex problem. Currently, there is great interest in the possibility of topical administration of bisphosphonates, both alone and in combination with other components. The article demonstrates studies of the local use of bisphosphonates (etidronate) in combination with lanthanide ions and calcium in fractures in animals, and their positive effect on the reparative process.

**Key words:** delayed consolidation of fractures, local factors of stimulation of reparative osteogenesis, lanthanide ions.

### Введение

Помимо совершенствования способов репозиции и фиксации переломов актуальным направлением современных исследований является изучение механизмов репаративной регенерации костной ткани и способов влияния на нее. В настоящее время в этом плане активно изучаются возможности применения локальных факторов, которые можно использовать для восстановления и регенерации кости.

**Цель работы** - анализ литературных данных применения локальных факторов стимуляции репаративного остеогенеза.

Эти факторы классифицируются по механизму биологического действия на остеогенные, остеокондуктивные, остеоиндуктивные факторы [1]. Остеогенными факторами считают те, которые содержат жизнеспособные клетки (остеогенный предшественник) и способны к образованию кости. Это может быть аутологичный костный мозг либо аутологичная костная ткань. Остеоиндуктивные препараты содержат биологически активные субстанции – трофические факторы роста, способные стимулировать процессы пролиферации и дифференцировки клеток костной ткани. Остеокондуктивные материалы выполняют роль

<sup>а</sup> E-mail: rustiksadykov@mail.ru<sup>б</sup> E-mail: yalta60@mail.ru

имплантируемой матрицы, на которой в процессе прорастания сосудистого русла формируется новая кость [2].

### Костная пластика

Аутологичный костный трансплантат сочетает в себе все свойства, необходимые для биологического трансплантата: остеогенные, osteoconductive и osteoinductive [3]. Кортикальные структурные трансплантаты, используемые в качестве биологических пластинок или интрамедуллярной опоры в сочетании с другими устройствами внутренней фиксации, улучшают механическую стабильность [4]. Преимущества этого трансплантата относительно низкая стоимость, отсутствие передачи инфекций и иммунологического отторжения [5]. Недостатками являются ограниченный объем доступного трансплантата, недостаточная структурная поддержка, болевой синдром и заболеваемость донорского участка. Аллогенные костные трансплантаты (аллотрансплантат) доступны в различных формах и размерах, таких как кортикальный, губчатый, остеохондральный и цельный костный сегмент. Основным недостатком аллотрансплантата является потеря остеогенного потенциала из-за удаления костных клеток при подготовке трансплантата. Несмотря на это, костная пластика представляет собой дополнительную возможность при лечении патологических переломов на фоне остеопороза [6]. Несколько исследований показали, что аллотрансплантаты представляют собой надежное решение при лечении перипротезных переломов бедренной кости [7, 8].

### Костные заменители

Деминерализованный костный матрикс (DBM) представляет собой высоко переработанный аллотрансплантат, который содержит менее 5 % кальцифицированной целлюлярной субстанции, при этом сохраняются коллагены, неколлагеновые белки и факторы роста. Материалы аллотрансплантата DBM соответствуют принципам osteoconductive и osteoinductive заживления. Osteoconductive DBM достигается путем предоставления подходящей матрицы для клеток, osteoinductive мезенхимными клетками, которые стимулируются нативными биоактивными молекулами и дифференцируются в костеобразующие клетки, и могут запускать каскад эндохондральной ossification в месте имплантации. DBM, из-за его более низкой структурно-механической целостности, чем аутологичный костный трансплантат в основном применяется для заполнения дефектов кости. В литературе представлены ряд хороших результатов применения DBM для лечения переломов длинных трубчатых костей. Lindsey и соавт. сообщили о 90% сращении переломов длинных трубчатых костей после применения DBM по сравнению с 75% после аутогенной трансплантации подвздошного гребня. В другом сообщении было показано более короткое время заживления, когда атипичные подвздошные переломы бедренной кости лечили с применением DBM [9]. Однако клинический уровень доказательств, подтверждающих использование DBM в травматологической и ортопедической хирургии, ограничен и состоит в основном из низкокачественных и ретроспективных случаев, а итоговые оценки являются очень низкими [10].

Сульфат кальция, керамика и цемент на основе фосфата кальция, биоактивное стекло или их комбинации являются наиболее распространенными синтетическими заменителями костей. Все они имеют сходные механические характеристики и имеют целью имитировать osteoconductive свойства костного трансплантата и в основном используются в качестве наполнителей пустот при больших сегментарных дефектах [1]. Использование  $\beta$ -трикальцийфосфата в сочетании с деминерализованным костным матриксом было изучено при переломах бедренной и большеберцовой костей. Все переломы срослись без какого-либо повреждения имплантата [11]. Применение биоактивного стекла показало многообещающие результаты [12]. Более того, эти заменители могут сочетаться с биологически активными osteoinductive и остеогенными субстратами, такими как аспират костного мозга, плазма, обогащенная тромбоцитами, или BMP [1].

### Факторы роста

К синтетическим факторам роста относятся костные морфогенетические белки (BMP), факторы роста фибробластов (FGF), сосудистый эндотелиальный фактор роста (VEGF), тромбоцитарный фактор роста (PDGF) и инсулиноподобный фактор роста (IGF).

Семейство костных морфогенетических белков (BMP), главным образом BMP-2 и BMP-7, нашло широкое применение в области ортопедии [13]. BMP регулируют активность остеопрогениторных клеток и их дифференциацию в остеобласты и стимулируют пролиферацию хондроцитов во время образования эндохондральной кости. В экспериментальных моделях заживления переломов, BMP-2 и BMP-7 увеличивали количество хряща и образование костной ткани в костной мозоли и сокращали время, необходимое для достижения минерализации костной мозоли и ремоделирования кости [14]. В настоящее время для клинического применения доступны рекомбинантный человеческий BMP-2 (rhBMP-2, торговое название InFuse – производитель Medtronic Sofamor Danek, Memphis, USA), и BMP-7 (rhBMP-7, торговое название Ossigraft – производитель Stryker Biotech, Massachusetts, USA).

Несколько клинических исследований показали, что BMP-2 и BMP-7 сокращают время консолидации после хирургического лечения переломов большеберцовой кости и снижают риск возникновения новых переломов. Применение BMP для лечения переломов, по мнению ряда авторов, оказалось благоприятной альтернативой аутологичной костной пластике. В частности, применение BMP-2 приводило к тем же показателям консолидации (75–89%), что и при аутогенной трансплантации кости [15].

Проведено мультицентровое слепое рандомизированное контролируемое исследование – BESTT [16]. 450 человек с открытыми переломами костей голени были пролечены стандартным протоколизированным способом – первичная хирургическая обработка раны и интрамедуллярная фиксация. Все пациенты разделены на три равные группы. Представителям 1-й группы перед ушиванием раны в зону перелома вводили 0,75 мг/мл (0,75 мг белка на 1 мл кондуктора – коллагеновой губки) rhBMP-2, пациентам 2-й группы вводили 1,5 мг/мл rhBMP-2, в группе сравнения выполняли обычное ушивание раны. Отслежены ре-

зультаты в течение 12 месяцев после травмы. Отмечено значительное улучшение результатов лечения во 2-й группе с двойной дозировкой rhBMP-2. Так, в контроле повторное вмешательство в связи с несращением потребовалось у 46 % пациентов, а во 2-й группе – у 26 %. Также отмечен и более низкий уровень инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде во 2-й группе по сравнению с группой сравнения – 24 и 44%, соответственно.

G. Zimmermann с соавт [17] сопоставили эффективность применения rhBMP-7 и аутотрансплантатов в лечении ложных суставов и несращений большеберцовой кости. 82 пациентам была выполнена только костная аутопластика, из них у 28% через 4 месяца после вмешательства не было отмечено рентгенологических признаков консолидации, что потребовало повторных вмешательств. В аналогичной группе лиц с несращениями (26 человек) был использован имплантат с rhBMP-7 и сращение через 4 месяца наступило в 92 % наблюдений.

В 2011 г. сотрудниками НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи была запатентована уникальная технология получения рекомбинантных нативных белков BMP-2 и BMP-7 с использованием бактериального продуцента [18]. На основе данной технологии созданы инновационные пластические материалы с остеоиндуктивными свойствами. В частности, разработаны препараты серии «Гамалант», основу которых составляют синтетический нанокристаллический гидроксиапатит и высокоочищенный коллаген I типа. Эти компоненты выполняют остеокондуктивную функцию – роль матрицы, заполняющей костные дефекты, и обеспечивают адгезию и дифференцировку мезенхимальных клеток.

В качестве остеоиндуктивного компонента выступает rhBMP-2, получаемый микробиологическим синтезом в *E. coli*.

Хотя есть и другие исследования, которые показали противоречивые результаты. Аго и соавт. показали, что заживление открытых переломов большеберцовой кости не было значительно ускорено добавлением абсорбируемой коллагеновой губки, содержащей rhBMP-2 [19]. Lyon и соавт. продемонстрировал в двойном слепом рандомизированном контролируемом исследовании у 180 пациентов с закрытыми переломами большеберцовой кости, что время до полной консолидации значительно не уменьшилось на 2,0 мг / мл rhBMP-2 / CPM по сравнению с только интрамедуллярным остеосинтезом [20].

Так же эти авторы указывали на возникновение гетеротопических оссификаций у 18% пациентов с переломами большеберцовой кости, после применения BMP, хотя другие исследования не показали прямой корреляции [19, 20]. Кроме того применение BMP особенно не по назначению и в высоких дозировках повышало риск возникновения онкологических заболеваний, почечной и печеночной недостаточности и компартмент синдрома [21]. Использование рекомбинантного человеческого BMP-2 нуждается в дальнейшем изучении.

Рекомбинантный BMP-7 был изучен на 122 пациентах с несросшимися переломами большеберцовой кости [22]. Во всех случаях использовался заблокированный интрамедуллярный штифт, пациенты были рандомизированы на группы с рекомбинантным человеческим BMP-7 в коллагеновом носителе I типа либо с аутологичным костным трансплантатом. Через 9 месяцев

после лечения у 85% пациентов с аутологичным костным трансплантатом и 81% пациентов с BMP-7 отсутствовали боли в месте перелома. Аналогичным образом, у 85% пациентов с аутологичным костным трансплантатом и 75% пациентов с BMP-7 было достигнуто рентгенографически подтвержденное заживление костей. Хотя авторы пришли к выводу, что BMP-7 является безопасным и эффективным средством для лечения переломов большеберцовой кости, FDA не дало разрешения на использование BMP-7, поскольку улучшения по сравнению с аутотрансплантатом не было. BMP-7 одобрен в качестве альтернативы аутотрансплантату у пациентов, которым требуется ревизионный спондилодез поясничного отдела при невозможности забора аутокости и костного мозга и других принципиальных ограничениях.

Факторы роста фибробластов (FGF) секретируются моноцитами, мезенхимальными стволовыми клетками, остеобластами и хондроцитами с ранних стадий заживления переломов на протяжении всего процесса заживления. Kawaguchi и соавт. сообщили о результатах применения rhFGF для лечения перелома большеберцовой кости в клиническом исследовании, включавшем 70 пациентов [23]. Интрамедуллярный остеосинтез представлял собой стандартную помощь, затем пациентам случайным образом вводили либо плацебо, либо 0,8 мг rhFGF-2, либо 2,4 мг rhFGF-2 в месте перелома. При рентгенологическом анализе авторы обнаружили более короткое время заживления и более высокую частоту сращения переломов в обеих группах, получавших rhFGF, по сравнению с группой, получавшей только гидрогель. Так же не было никакой разницы в побочных эффектах между группами. Копылов В.А. и соавт. показали в эксперименте на 56 крысах, что метаболиты *Bacillus subtilis* 804, содержащие фактор роста фибробластов обладают стимулирующим действием на репаративный остеогенез и ускоряют консолидацию переломов [24].

Фактор роста тромбоцитов (PDGF) - это сигнальная молекула, которая выделяется дегранулирующими тромбоцитами на ранних стадиях заживления переломов благодаря своей важной роли в хемотаксисе. Хотя применение rhPDGF было одобрено FDA при артродезе голеностопного сустава [25], в настоящее время не существует агентов PDGF, специально одобренных для использования при консолидации переломов [1]. Точно так же было продемонстрировано, что фактор роста эндотелия сосудов обладает остеоиндуктивной функцией. Тем не менее, все доступные исследования были выполнены только на различных животных [26].

### Клеточная терапия

Аутологичный концентрат аспирата костного мозга (BMAC) продемонстрировал положительные результаты в лечении травм скелетно-мышечной системы. Костный мозг, в частности красный мозг, содержит 2 типа взрослых стволовых клеток: гемопоэтические стволовые клетки и мезенхимальные стволовые клетки (МСК). МСК обладают уникальными свойствами — способностью дифференцироваться в нескольких направлениях (фибробластическом, остеогенном, хондроцитарном и адипоцитарном), размножаться *in vitro*, оказывать иммуномо-

дулирующий и иммуносупрессивный эффекты. Это позволяет использовать их в качестве терапевтического агента в регенераторной медицине, в частности для оптимизации репаративного остеогенеза. Результаты экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют о положительном влиянии трансплантации МСК на течение репаративного процесса. Выявлено, что вследствие их остеогенной дифференцировки повышается пул остеобластов, объем новообразованной костной ткани и сокращаются сроки восстановления целостности кости [27]. Несомненными преимуществами использования МСК является малоинвазивность процедуры получения и возможность увеличения количества в процессе культивирования.

В настоящее время существуют разные способы использования МСК: – концентрированный пунктат (аспират) костного мозга имплантируют непосредственно в зону повреждения кости [28, 29]; – выделенные из спонгиозной костной ткани и культивированные МСК трансплантируют в зону повреждения; – системная мобилизация стволовых клеток и других клеток-предшественников костного мозга с использованием факторов роста. Сложность локального введения МСК непосредственно в открытую рану заключается в том, что клетки плохо удерживаются в зоне дефекта. Одно из решений данной проблемы — применение матриц, насыщенных суспензией костного мозга. Спектр материалов, использующихся в качестве подложки довольно широк, среди них: бета-трикальцийфосфат ( $\beta$ -ТКФ) [30], минерализованный губчатый матрикс [31], различные металлы с покрытием из титана [32] и др.

М. Jäger и соавт. [33] применяли МСК с подложками из коллагеновой губки или гидроксилатапата при хирургическом лечении пациентов с переломом. Через 6 мес. у всех пациентов рентгенологически зафиксирована консолидация отломков. Сокращение сроков образования костной ткани в области перелома отмечено при использовании в качестве матрицы гидроксилатапата по сравнению с применением коллагеновой губки (6,8 против 13,6 недель). Полное восстановление кости в этих группах зафиксировано через 17,3 и 22,4 недели соответственно. Авторы пришли к выводу, что сочетание МСК с подложкой из гидроксилатапата имеет остеоиндуктивный эффект.

Положительные результаты отмечено после инъекционного введения дифференцированных остеобластов, полученных после культивирования МСК, выделенных из тел позвонков поясничного отдела, в зону перелома длинных костей конечностей. Через 8 недель после операции отмечено сокращение сроков регенерации за счет ее оптимизации [34]. Использование культивированных МСК на подложке из гидроксилатапата для лечения дефектов костной ткани приводило к повышению остеointegrации имплантата, что положительно влияет на течение регенераторного процесса [35].

Хотя показания для использования ВМАС в лечении «свежих» переломов не так хорошо установлены, некоторые авторы описали первичную фиксацию переломов с помощью ВМАС-обогащенных аллотрансплантатов для сложных переломов костей с дефектом кости, как альтернативу аутогенным трансплантатам [36]. Роль ВМАС в лечении несросшихся переломах длинных трубчатых костей хорошо известна. ВМАС может применяться

как отдельно, так и в сочетании с обогащенными каркасами (аутогенными трансплантатами, аллотрансплантатами и DBM), PRP и BMP. В серии клинических случаев сообщалось, что инъекция аспирированного костного мозга имеет успех от 75% до 90% при лечении атрофических ложных суставов большеберцовых и плечевых костей [37, 38].

Одной из известных технологий местной стимуляции репаративного остеогенеза является PRP-терапия введение в зону перелома аутологичной, обогащенной тромбоцитами плазмы крови [39]. Биологическое обоснование его использования в заживлении костей включает локальную доставку цитокинов, которые выделяются из пула дегранулирующих тромбоцитов. Местные инъекции PRP направлены на имитацию и увеличение биологической функции гематомы в месте перелома. В частности, гранулы в тромбоцитах содержат и высвобождают PDGF, трансформирующий фактор роста бета 1 (TGF- $\beta$ 1), VEGF, эпидермальный фактор роста, фактор роста фибробластов и инсулиноподобный фактор роста, которые усиливают процесс заживления поврежденных тканей [40]. Хотя в ряде доклинических исследований сообщалось о положительных результатах использования PRP для ускорения сращения «свежего» перелома [41], его клиническое применение при переломах длинных костей в основном ограничивается лечением замедленносрастающих и несросшихся переломов. В проспективном исследовании применение PRP для лечения 94 несросшихся переломов длинных трубчатых костей привело к 87% частоте сращения через 4 месяца [42]. В рандомизированном контролируемом исследовании применения PRP при остеосинтезе для лечения 29 ложных суставов большеберцовой и бедренной костей, демонстрируется более высокая скорость заживления в группе PRP по сравнению с группой сравнения [43].

Но есть и противоречивые данные. В систематическом обзоре 2012 года Sheth и соавт. оценивали доказательства, подтверждающие использование аутологичной PRP для уменьшения боли и улучшения заживления при различных травматических повреждениях костей или мягких тканей [44]. Авторы включили в масштабный анализ 23 РКИ и 10 проспективных когортных исследований. Несмотря на отсутствие согласованности между показателями исхода, авторы пришли к выводу, что PRP не предлагает преимуществ по сравнению со стандартным лечением. На сегодняшний день надежные клинические доказательства использования обогащенной тромбоцитами плазмы для регенерации костной ткани практически отсутствуют.

Значительный прогресс, достигнутый при использовании остеоиндукторов и остеокондукторов для восстановления костных дефектов, все таки не подводит финишную черту в решении столь сложной проблемы [45-47].

В настоящее время большой интерес представляет возможность местного применения бисфосфонатов как изолированно, так и в комбинации с другими компонентами [48, 49]. Считается, что бисфосфонаты не влияют непосредственно на формирование кости, а увеличивают баланс кости просто путем ингибирования резорбции кости. Однако существуют исследования показывающие, что это может быть не совсем так. Морфологические данные об основной структурной единице предполагают

возможное увеличение образования в многоклеточной единице кости, подразумевая, что может иметь место некоторое стимулирующее влияние на формирование кости [50]. На клеточном уровне было показано, что бисфосфонаты *in vitro* увеличивают пролиферацию остеобластов и хрящевых клеток, а также биосинтез коллагена и остеокальцина костными клетками [51].

В экспериментах на животных было показано увеличение остеогенеза вокруг имплантатов при локальном использовании раствора бисфосфоната, при этом увеличение остеоинтеграции на границе «имплантат-кость» превосходило подобное явление при системном применении бисфосфонатов [49]. Появились работы о локальном применении бисфосфонатов при цементном эндопротезировании, в которых они были смешаны с костным цементом. Однако при этом было отмечено изменение характеристик самого цемента, что снижало его усталостную прочность, в связи с чем от этой идеи пришлось отказаться. Преимущественное использование бесцементных конструкций, невозможность применения бисфосфонатов в соединении с костным цементом, а также недостаточная эффективность соединения бисфосфонатов с гидроксипатитным покрытием подтолкнули ученых к разработке растворов бисфосфонатов для локального применения. [52]. Однако выявлено, что бисфосфонаты в качестве раствора не способны удерживаться в зоне травмы продолжительно [53].

Для изучения репаративного остеогенеза у 36 кроликов была использована экспериментальная модель несквозного дефекта большеберцовой кости [54]. В этот дефект в основной группе вводили этидронат (бисфосфонат первого поколения без содержания аминогруппы, механизмом действия которого является ингибирование резорбции кости посредством индукции апоптоза остеокластов) и кальций, а с целью удержания компонентов – лантаноиды, в группе сравнения ничего не вводилось. Лантаноиды это редкоземельные металлы, они являются эффективными катализаторами гидролитического расщепления фосфатно-эфирных связей [55]. Установлено, что лантаноидо-содержащие биокомпозиционные покрытия способны улучшать трофику границы кость-имплантат, ускоряют остеоинтеграцию и предотвращают воспалительные осложнения, вследствие антитромбоцитного действия. Лантаноиды способны оказывать антимикробное действие, повышать фагоцитарную активность лейкоцитов, в результате вызывают отторжение некротических тканей, способствуют пролиферации клеток, и как следствие, быстрое заживление раневой поверхности [56]. В результате этого исследования было показано, что дозированное применение препарата, содержащего этидронаты, ионы лантаноидов и кальций, эффективно уже на ранних сроках заживления небольших костных дефектов, выявлена достоверная выраженная разница в плотности костной ткани на ранних сроках процесса репаративной регенерации. Особенностью действия препарата было комплексное действие в виде: снижения интенсивности воспаления; ускорения репарации; влияния на остеогенез, который в подавляющем большинстве случаев был прямым.

Была показана способность препарата, содержащего этидронаты ионов лантаноидов и кальция, значительно стимулировать активность остеобластов и не оказывать при этом влияния на активность остеокластов *in vitro* [57].

В другом исследовании на 45 крысах оценивали изменения плотности костной ткани в области перелома при интрамедуллярном остеосинтезе на фоне локального введения компонентов на основе этидронатов, ионов лантаноидов и кальция в трех равных по количеству и сравнимых группах [58]. В группе сравнения эксперимент проведен без стимуляции репаративного процесса, в первой группе исследования были введены компоненты на основе этидронатов, ионов лантаноидов и кальция, во второй группе — введены компоненты с содержанием этидронатов и кальция (без ионов лантаноидов). В результате при введении этидронатов ионов лантаноидов и кальция была возможна более ранняя опора на оперируемую конечность. При введении данных компонентов плотность кортикальной пластинки на ранних сроках была статистически значимо выше на 20%, чем в группе сравнения, и на 24% больше, чем у животных в группе с введением этидронатов и кальция без ионов лантаноидов. К 30-м суткам плотность кортикальной пластинки в группе, где вводили компоненты с содержанием ионов лантаноидов, была выше на 37%, чем в двух других группах. Таким образом было выявлено положительное влияние исследуемых компонентов на формирование регенерата у крыс. Данные проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что параоссальное применение компонентов на основе этидронатов ионов лантаноидов и кальция сопровождается формированием в зоне остеотомии кортикальной пластинки с наиболее высокими показателями плотностных характеристик, а нормализация этих показателей в данной группе происходила быстрее, чем в группе с введением компонентов на основе этидронатов и кальция без содержания ионов лантаноидов.

#### Заключение:

Несмотря на постоянное совершенствование методов оперативного лечения переломов, применение современных материалов и технологий для внутреннего остеосинтеза, аппаратов внешней фиксации, основными осложнениями по-прежнему остаются замедленное сращение или несращение переломов. Проведенный анализ данных литературы свидетельствует о том, что актуальность применения локальных факторов, которые можно использовать для восстановления и регенерации кости в настоящее время весьма высока. Однако, несмотря на многочисленные исследования, многие вопросы остаются неразрешенными, и есть необходимость в их продолжении.

#### Для цитирования:

Садьков Р.И., Ахтямов И.Ф., ЛОКАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ СТИМУЛЯЦИИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №3. С. 23-30. [Sadykov R.I., Akhtyamov I.F., LOCAL FACTORS OF STIMULATION OF REPARATIVE OSTEOGENESIS (LITERATURE REVIEW) *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №3. pp. 23-30]

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки  
**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

## Список литературы / References:

1. J.G. Calcei, S.A. Rodeo Orthobiologics for bone healing Clin. Sports Med., 38 (2019), pp. 79-95, 10.1016/j.csm.2018.08.005
2. Zwigenberger S., Nich C., Valladares R.D. et al. Recommendations and considerations for the use of biologics in orthopedic surgery // Bio Drugs. 2012. Vol. 26, No. 4. P. 245–256.
3. Z.X.H. Lim, B. Rai, T.C. Tan et al. Cool. Autologous bone marrow clot as an alternative to autograft for bone defect healing. BONE JOINT RES 2019;8:107–117. DOI: 10.1302/2046-3758.83.BJR-2018-0096.R1.
4. S. Kashayi- Chowdojirao, A. Vallurupalli, V.K. Chilakamarri et al. Role of autologous non-vascularised intramedullary fibular strut graft in humeral shaft nonunions following failed plating J. Clin. Orthop. Trauma., 8 (2017), pp. S21-S30, 10.1016/j.jcot.2016.12.006
5. Shibuya N., Jupiter D.C. Bone graft substitute: allograft and xenograft. Clin Podiatr Med Surg. 2015; 32(January (1)):21–34
6. G. Marongiu, M. Mastio, A. Capone Current options to surgical treatment in osteoporotic fractures Aging Clin. Exp. Res., 25 (2013), pp. 15-17, 10.1007/s40520-013-0081-2
7. A. Capone Periprosthetic fractures: epidemiology and current treatment Clin. Cases Miner. Bone Metab., 14 (2017), p. 189, 10.11138/ccmbm/2017.14.1.189
8. G. Marongiu, D. Podda, M. Mastio et al. Long-term results of isolated acetabular revisions with reinforcement rings: a 10- to 15-year follow-up HIP Int (2019), 10.1177/ 1120700018802750
9. N. Kulachote, P. Sangasoongsong, N. Sirisreetreerux, et al. Demineralized bone matrix add-on for acceleration of bone healing in atypical subtrochanteric femoral fracture: a consecutive case-control study Biomed. Res. Int., 2016 (2016), p. 4061539, 10.1155/2016/4061539
10. J. van der Stok, K.A. Hartholt, D.A.L. Schoenmakers et al. The available evidence on demineralised bone matrix in trauma and orthopaedic surgery Bone Joint Res, 6 (2017), pp. 423-432, 10.1302/2046-3758.67.BJR-2017-0027.R1
11. M.A. Ayoub, M.A. El-Rosasy Hybrid grafting of post-traumatic bone defects using  $\beta$ -tricalcium phosphate and demineralized bone matrix Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol., 24 (2014), pp. 663-670, 10.1007/s00590-013-1253-7
12. R. Civinini, A. Capone, C. Carulli et al. The kinetics of remodeling of a calcium sulfate/calcium phosphate bioceramic J. Mater. Sci. Mater. Med., 28 (2017), p. 137, 10.1007/s10856-017-5940-5
13. G.M. Calori, M. Colombo, M. Bucci et al. Clinical effectiveness of Osigraft in long-bones non-unions Injury, 46 (2015), pp. S55-S64, 10.1016/S0020-1383(15)30056-5
14. Y.Y. Yu, S. Lieu, C. Lu, C. Colnot Bone morphogenetic protein 2 stimulates endochondral ossification by regulating periosteal cell fate during bone repair Bone, 47 (2010), pp. 65-73, 10.1016/j.bone.2010.03.012
15. F.M. Klenke, K.A. Siebenrock Osteology in orthopedics – bone repair, bone grafts and bone graft substitutes Ref. Modul. Biomed. Sci, Elsevier (2016), pp. 1-15, 10.1016/B978-0-12-801238-3.99488-1
16. Govender S., Csimma C., Genant H.K. et al. Recombinant human bone morphogenetic protein-2 for treatment of open tibial fractures: A prospective, controlled, randomized study of four hundred and fifty patients // J. Bone Jt. Surg. Am. 2002. Vol. 84. P. 2123–2134.
17. Zimmermann G., Wagner C., Scheckenbecher K. et al.. Treatment of tibial shaft non-unions: bone morphogenetic proteins versus autologous bone graft // Injury. 2009. Vol. 40 (Suppl. 3).P. 50–53
18. Бартов М.С., Карягина А.С., Громов А.В и др. Остеопластические препараты нового поколения «Гамалант», содержащие факторы роста и регенерации костной ткани // Кафедра травматологии и ортопедии. 2012. № 2. С. 21–25 [Bartov M.S., Karyagina A.S., Gromov A.V et.al Osteoplastic preparations of a new generation “Gamalant” containing growth factors and bone tissue regeneration // The Department of Traumatology and Orthopedics. 2012; 2: 21–25 (In Russ.)]
19. H.T. Aro, S. Govender, A.D. Patel et al. Recombinant human bone morphogenetic protein-2: a randomized trial in open tibial fractures treated with reamed nail fixation J. Bone Jt. Surgery-American, 93 (2011), pp. 801-808, 10.2106/JBJS.I.01763
20. T. Lyon, W. Scheele, M. Bhandari et al. Efficacy and safety of recombinant human bone matrix for closed tibial diaphyseal fracture J Bone Jt. Surg Am., 95 (2013), pp. 2088-2097, 10.1016/S0021-9355(13)73952-3
21. E.A. Barcak, M.J. Beebe Bone morphogenetic protein Orthop. Clin. North Am., 48 (2017), pp. 301-309, 10.1016/j.ocl.2017.03.004
22. Friedlaender GE, Perry CR, Cole JD, et al. Osteogenic protein-1 (bone morphogenetic protein-7) in the treatment of tibial nonunions. J Bone Joint Surg Am. 2001; 83-A Suppl 1 (Pt 2):S151-S158.
23. H. Kawaguchi, H. Oka, S. Jinguishi, et al. A local application of recombinant human fibroblast growth factor 2 for tibial shaft fractures: a randomized, placebo-controlled trial J. Bone Miner. Res., 25 (2010), pp. 2735-2743, 10.1002/jbmr.146
24. Копылов В.А., Миханов В.А., Сафронов А.А. Лечение открытых переломов с помощью метаболитов *Bacillus subtilis* 804, содержащих фактор роста фибробластов. *Гений ортопедии*. 2016;(2):78-83. [V.A. Kopylov, V.A. Mikhanov, A.A. Safronov Treatment of open fractures using *Bacillus subtilis* 804 metabolites containing the fibroblast growth factor. *Genij-ortopedii*. 2016;(2):78-83. (In Russ.)] doi: 10.18019/1028-4427-2016-2-78-83.
25. C.W. DiGiovanni, S.S. Lin, J.F. Baumhauer, et al. Recombinant human platelet-derived growth factor-BB and beta-tricalcium phosphate (rhPDGF-BB/ $\beta$ -TCP): an alternative to autogenous bone graft J. Bone Jt. Surgery-American, 95 (2013), pp. 1184-1192, 10.2106/JBJS.K.01422
26. E.G. Buettmann, J.A. McKenzie, N. Migotsky, et al. VEGFA from early osteoblast lineage cells (Osterix+) is required in mice for fracture healing J. Bone Miner. Res., 34 (2019), pp. 1690-1706, 10.1002/jbmr.3755
27. Н. А. Корж, П. М. Воронцов, И. В. Вишнякова, Е. М. Самойлова Инновационные методы оптимизации регенерации кости: мезенхимальные стволовые клетки (сообщение 2) (обзор литературы) *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2018. № 1 с 105-116 [N. A. Korzh, P.M. Vorontsov, I. V. Vishnyakova, E. M. Samoilova. Innovative methods for optimization of bone regeneration: mesenchymal bone cells (part 2) (literature review) *Ortopediia travmatologija i protezirovanie* 2018;(1):105-116. (In Russ.)]
28. A. Marmotti, L. de Girolamo, D. E. Bonasi Bone marrow derived stem cells in joint and bone diseases: a concise review Int. Orthop. — 2014. — Vol. 9 (38). — P. 1787–1801. — DOI: 10.1007/s00264-014-2445-4.
29. J. Du, Z. Shan, P. Ma et al. Allogeneic bone marrow mesenchymal stem cell transplantation for periodontal regeneration J. Dent. Res. — 2014. — Vol. 2 (93). — P. 183–188. — DOI: 10.1177/0022034513513026
30. K. A. Saad, A. G. Abu-Shahba, E. A. ElDrieny et al. Evaluation of the role of autogenous bone-marrow-derived mesenchymal stem cell transplantation for the repair of mandibular bone defects in rabbits. J. Craniomaxillofac. Surg. — 2015. — Vol. 7 (43). — P. 1151–1160. — DOI: 10.1016/j.jcms.2015.04.013
31. T. Caralla, P. Joshi, S. Fleury et al. In vivo transplantation of autogenous marrow-derived cells following rapid intraoperative magnetic separation based on hyaluronan to augment bone regeneration Tissue Eng. Part A. — 2013. — Vol. 1–2 (19). — P. 125–134. — DOI: 10.1089/ten.tea.2011.0622
32. J.E. Lee, S.J. Heo, J.Y. Koak Bone regeneration with rabbit bone marrow-derived mesenchymal stem cells and bone graft materials // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. — 2012. — Vol. 6 (27). — P. 1389–1399.
33. M. Jäger, M. Herten, U. Fochtmann et al. Bridging the gap: bone marrow aspiration concentrate reduces autologous bone grafting in osseous defects // J. Orthop. Res. — 2011. — Vol. 2 (29). — P. 173–180. — DOI: 10.1002/jor.21230.
34. S. J. Kim, Y. W. Shin, K. H. Yang et al. A multi-center, randomized, clinical study to compare the effect and safety of autologous cultured osteoblast

- (Ossron) injection to treat fractures // BMC Musculoskelet. Disord. — 2009. — Vol. 10. — P. 20–27. — DOI: 10.1186/1471-2474-10-20
35. M. Marcacci, E. Kon, V. Moukachev et al. Stem cells associated with macroporous bioceramics for long bone repair: 6- to 7-year outcome of a pilot clinical study // Tissue Engineering. — 2007. — Vol. 13 (5). — P. 947–955. — DOI: 10.1089/ten.2006.0271.
36. P.C. Schottel, S.J. Warner Role of bone marrow aspirate in orthopedic trauma Orthop. Clin. North Am., 48 (2017), pp. 311-321, 10.1016/j.ocl.2017.03.005
37. M. Rupp, C. Biehl, M. Budak et al. Diaphyseal long bone nonunions — types, aetiology, economics, and treatment recommendations Int. Orthop. (2018), 10.1007/s00264-017-3734-5
38. P. Desai, S.M. Hasan, L. Zambrana et al. Bone mesenchymal stem cells with growth factors successfully treat nonunions and delayed unions HSS J., 11 (2015), pp. 104-111, 10.1007/s11420-015-9432-1
39. Блаженко А.Н., Родин И.А., Понкина О.Н. и др. Влияние А-PRP-терапии на репаративную регенерацию костной ткани при свежих переломах костей конечностей. *Инновационная медицина Кубани*. 2019;15(3):32-38. [Blazhenko A.N., Rodin I.A., Ponkina O.N. et al. The effect of A-PRP-therapy on reparative regeneration of bone tissue with acute bone fractures of the limbs. *Innovacionnaya medicina Kubani* 2019;15(3):32-38. (In Russ.)] DOI: 10.35401/2500-0268-2019-15-3-32-38
40. J.H. Oh, W. Kim, K.U. Park, et al. Comparison of the cellular composition and cytokine-release kinetics of various platelet-rich plasma preparations Am. J. Sports Med., 43 (2015), pp. 3062-3070, 10.1177/0363546515608481
41. D. Wang, S.A. Rodeo Platelet-rich plasma in orthopaedic surgery JBJS Rev, 5 (2017), p. e7, 10.2106/JBJS.RVW.17.00024
42. R. Malhotra, V. Kumar, B. Garg et al. Role of autologous platelet-rich plasma in treatment of long-bone nonunions: a prospective study Musculoskelet. Surg., 99 (2015), pp. 243-248, 10.1007/s12306-015-0378-8
43. A. Duramaz, H.T. Ursavaş, M.G. Bilgili et al. Platelet-rich plasma versus exchange intramedullary nailing in treatment of long bone oligotrophic nonunions Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol., 28 (2018), pp. 131-137, 10.1007/s00590-017-2024-7
44. Ujash Sheth, Nicole Simunovic, Guy Klein et al. Efficacy of Autologous Platelet-Rich Plasma Use for Orthopaedic Indications: A Meta-Analysis, The Journal of Bone & Joint Surgery: February 15, 2012 - Volume 94 - Issue 4 - p 298-307 doi: 10.2106/JBJS.K.00154
45. Талашова И.А., Осипова Н.А., Кононович Н.А. Сравнительная количественная оценка репаративного процесса при имплантации биокompatционных материалов в костные дефекты // *Гений ортопедии*. 2012. № 2. С. 68 [I.A. Talashova, E.V. Osipova, N.A. Kononovich. Comparative quantitative evaluation of reparative process for implantation of biocomposition materials into bone defects. *Genij-ortopedii*. 2012;(2):68. (In Russ.)]
46. Цыплаков Д.Э., Изосимова А.Э., Шакирова Ф.В., Ахтямов И.Ф., Гатина Э.Б. Морфометрическое обоснование остеосинтеза с использованием имплантатов с покрытием нитридами титана и гафния // *Казанский медицинский журнал*. 2016. № 4. С. 585-591 [Tsyplakov D.E., Izosimova A.E., Shakirova F.V., Akhtyamov I.F., Gatina E.B. Morphometric justification of osteosynthesis using implants coated with titanium and hafnium nitrides // *Kazan medical journal*. 2016;(4):585-591. (In Russ.)]
47. Шастов А.Л. Проблема замещения посттравматических дефектов длинных костей в отечественной травматологии – ортопедической практике (обзор литературы) // *Гений ортопедии*. — 2018. — Т.24. - №2. — С. 252–257. [Shastov A.L. Management of posttraumatic long bone defects in the national orthopedic practice (literature review). *Genij Ortopedii*. 2018;24(2):252-257. (In Russ.)], DOI 10/18019/1028-4427-2018-24-2-252-257
48. С.С. Родионова, М.В. Лекишвили, Е.Д. Склянчук и др., Перспективы локального применения антирезорбтивных препаратов при повреждениях и заболеваниях костей скелета (обзор литературы) // *Вестник травматологии и ортопедии им.Н.Н.Приорова*. - 2014. - № 4. - С. 83-89. [S.S. Rodionova, M.V. Lekishvili, E.D. Sklianchuk, et al. Prospects for local using anti-resorption preparations for skeletal bone injuries and diseases (a review of the literature) *Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova*. 2014; (4): 83-89. (In Russ.)]
49. Barradas A.M., Yuan H., Blitterswijk C.A., et al. Osteoinductive biomaterials: current knowledge of properties, experimental models and biological mechanisms. *Eur Cell Mater*. 2011;21:407-429
50. R.W. Boyce, C.L. Paddock, J.R. Gleason et al. The effects of risedronate on canine cancellous bone remodeling: three-dimensional kinetic reconstruction of the remodeling site // *J Bone Miner Res*. — 1995. - Vol.10. — P.211–221.
51. Endo N, Rutledge SJ, Opas EE, et al. Human protein tyrosine phosphatase- $\zeta$ : alternative splicing and inhibition by bisphosphonates // *J Bone Miner Res*. — 1996. — Vol.11. — P.535–543.
52. Лекишвили М.В., Склянчук Е.Д., Акатов В.С., и др. Костнопластические остеиндуктивные материалы в травматологии и ортопедии. *Гений ортопедии*. 2015; (4): 61-67. [Lekishvili M.V., Sklianchuk E.D., Akatov V.S., et al. Osteoplastic osteoinductive materials in traumatology and orthopaedics. *Genij Ortopedii*. 2015;(4): 61-67. (In Russ.)] doi: 10.18019/1028-4427-2015-4-61-67.
53. Масленникова Д.А., Слесарев С.М., Слесарева Е.В., и др. Изучение характера распределения солей лютеция изменений в органах и тканях крыс после их введения. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2017;(2):135-143. [Maslennikova D.A., Slesarev S.M., Slesareva E.V. et al. Lutetium biodistribution in rat organ and tissue and consecutive changes after lutetium salt injection. *Ulyanovsk Medico-biological Journal*. 2017;(2):135-143. (In Russ.)]
54. Ахтямов И.Ф., Житлова Е.А., Цыплаков Д.Э. и др. Рентгеноморфологические параллели остеорегенеративного процесса при использовании препарата на основе этидронатов лантаноидов Политравма. — 2017. — No4. — С. 16-22 [Akhtyamov I.F., Zhitlova E.A., Tsyplakov D.E. et al. X-ray and morphological parallels of the osteoregenerative process after using the agent based on ion lanthanide etidronate. *Polytrauma*. 2017;(4):16-22. (In Russ.)]
55. Н.С. Рукк, Г.Н. Апрышко, А.Ю. Скрыбина Перспективность создания противоопухолевых лекарств на основе координационных соединений элементов IIIВ – группы // *Российский биотерапевтический журнал*. — 2014. — Т.13. - №2. — С. 47 – 50. [N.S. Rukk, G.N. Apryshko, A.Yu. Skryabina Preparation perspectives of antitumor drugs on the basis of the IIIВ group elements coordination compounds. *Rossiiskij bioterapevticheskij zhurnal*. 2014;13(2):47-50. (In Russ.)]
56. Е.С. Качесова, Е.А. Шевченко, О.А. Успенская. Новая схема комплексного лечения агрессивных форм пародонтита // *Современные технологии в медицине*. — 2017. — Т.9. — №4. — С. 209 – 216. DOI: 10.17691/stm2017.9.4.26 [E.S. Kachesova, E.A. Shevchenko, O.A. Uspenskaya A new regimen of complex therapy for aggressive periodontitis. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2017;9(4):209-216. (In Russ.)]
57. С.В. Бойчук, Е.А. Житлова, Ф.В. Шакирова, Д.Э. Цыплаков, И.Ф. Ахтямов Комплексный подход к изучению препарата, содержащего этидронаты ионов лантаноидов и кальция, invitro и invivo // *Гений ортопедии*. - 2019. - Т.25. - №4. - С.561-568. [S.V. Boichuk, E.A. Zhitlova, F.V. Shakirova, D.E. Tsyplakov, I.F. Akhtyamov. A comprehensive approach to the in vitro and in vivo study of a preparation containing etidronate of lanthanide and calcium ions. *Genij Ortopedii*. 2019;25(4):561-568. (In Russ.)] DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-4-561-56
58. Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Коробейникова Д.А., Хань Хао Чжи, Садыков Р.И. Влияние компонентов на основе ионов лантаноидов и кальция на плотность костной ткани при переломе бедренной кости у животных. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(1): 138-146. [Akhtyamov I.F., Shakirova F.V., Korobeynikova D.A., Han Hao Zhi, Sadykov R.I. Effect of preparations based on lanthanide ions and calcium on the bone density in rats with a femur fracture. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2020;26(1):138-146.] 10.21823/2311-2905-2020-26-1-138-146

**Авторы:**

**Садыков Рустем Ильгизович** — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, e-mail: rustiksadykov@mail.ru

**Ахтямов Ильдар Фуатович** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, e-mail: yalta60@mail.ru

**Authors:**

**Sadykov R.I.** — assistant of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States Kazan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: rustiksadykov@mail.ru

**Akhtyamov I.F.** — D. Med. Sc., Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Extreme States Kazan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, e-mail: yalta60@mail.ru



DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.31-38

УДК 611.711.5-6 – 616.001.5-089

© Островский В.В., Лихачев С.В., Бажанов С.П., Джумагишиев Д.К., Бахарев Р.М., Зарецков В.В., 2020

## НЕСТАБИЛЬНОЕ НЕОСЛОЖНЕННОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЕРЕХОДНОГО ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

ОСТРОВСКИЙ В.В.<sup>1,а</sup>, ЛИХАЧЕВ С.В.<sup>1,б</sup>, БАЖАНОВ С.П.<sup>1,с</sup>, ДЖУМАГИШИЕВ Д.К.<sup>1,д</sup>, БАХАРЕВ Р.М.<sup>1,е</sup>, ЗАРЕЦКОВ В.В.<sup>1,2,ф</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» МЗ РФ, Саратов, Россия

<sup>2</sup>Кафедра травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» МЗ РФ, Саратов, Россия

**Резюме.** На сегодняшний день хирургическое лечение пациентов с повреждениями, локализованными в переходном шейно-грудном отделе позвоночника, представляет собой актуальную проблему. Тактика вмешательств по настоящее время является предметом дискуссий. Это связано с технической сложностью доступа, обусловленной топографической анатомией этой области, необходимостью обеспечения высокой механической стабильности системы позвоночник-имплантат при малой площади контакта кости с металлоконструкцией, обусловленной небольшими размерами позвонков, а также с тяжестью возможных осложнений.

В структуре реконструктивной хирургии данных повреждений можно выделить вмешательства, выполняемые из заднего и переднего доступов, а также комбинированные операции. Выбор методики инструментирования и оптимального типа хирургического доступа к телам позвонков переходного шейно-грудного отдела обусловлен характером повреждения, особенностями анатомии больного, и, безусловно, опытом оперирующего хирурга.

Представленный клинический случай демонстрирует успешную хирургическую реконструкцию при редко встречающемся повреждении – неосложнённом переломовывихе на уровне переходного шейно-грудного отдела позвоночника. Предоперационное планирование обеспечило выбор адекватного анатомии пациента хирургического доступа. У данного пациента полностью реализованы репозиционные и стабилизирующие возможности изолированной вентральной хирургии при нестабильном повреждении переходного шейно-грудного отдела. Получены оптимальные функциональные результаты с полным восстановлением оси и стабильности позвоночника при отсутствии осложнений в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** переходный шейно-грудной отдел, переломовывих позвоночника, спондилосинтез.

## UNSTABLE UNCOMPLICATED INJURY OF CERVICOTHORACIC JUNCTION. A CLINICAL CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW

OSTROVSKIY V.V.<sup>1,а</sup>, LIKHACHEV S.V.<sup>1,б</sup>, BAZHANOV S.P.<sup>1,с</sup>, DZHUMAGISHIEV D.K.<sup>1,д</sup>, BAKHAREV R.M.<sup>1,е</sup>, ZARETSKOV V.V.<sup>1,2,ф</sup>

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Traumatology and Orthopedics Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, Saratov, Russia

**Abstract.** The management of patients with injuries of the cervicothoracic junction is a challenging issue nowadays, and the surgery technique is under discussion. This is explained by the complexity of the approach due to the gross anatomy of the area as well as the need for providing good mechanical stability of the spine-implant system with a small contact area of the bone with the metal construction due to small sizes of the vertebrae and the severity of possible complications.

Surgical interventions with anterior and posterior approaches as well as combination surgeries are worth distinguishing among other reconstructive surgeries for this type of injuries. The choice of instrumentation and the appropriate type of surgical approach to the bodies of cervicothoracic junction vertebrae depends on the type of injury, the patient's anatomic features, and certainly the operating surgeon's experience.

<sup>а</sup> E-mail: sarniito@yandex.ru

<sup>б</sup> E-mail: Likha4@mail.ru

<sup>с</sup> E-mail: baj.s@mail.ru

<sup>д</sup> E-mail: ddinislam@mail.ru

<sup>е</sup> E-mail: r-m-bax@yandex.ru

<sup>ф</sup> E-mail: vzaretskov@mail.ru

The clinical case we report about is an example of successful surgical reconstruction for a rare injury – uncomplicated dislocation fracture in cervicothoracic junction. Pre-surgical planning enabled finding a surgical approach best suited to the patient's anatomy. The repositioning and stabilizing potentials of the isolated ventral surgery for unstable injury of the cervicothoracic junction were delivered in the patient completely. The outcome involved optimal functional results with the complete recovery of the spine axis and stability with no post-surgery complications.

**Key words:** cervico-thoracic junction, dislocation-fracture of the spine, spondylosynthesis.

**Введение.** Повреждения переходного шейно-грудного отдела позвоночника требуют особого подхода к диагностике и хирургическому лечению в силу анатомических и биомеханических особенностей этой зоны. В настоящее время единого мнения о количестве позвонков, входящих в переходный шейно-грудной отдел позвоночника, не существует. По данным различных авторов он состоит из C7-Th1, C6-Th2 или C6-Th3 сегментов [1]. Переломы, локализованные на уровне C6-Th3, составляют около 3,5% всех повреждений позвоночного столба [2]. При этом в 60-83% случаев они сопровождаются неврологическим дефицитом [3]. В первую очередь это обусловлено относительно узким позвоночным каналом и небольшими резервными пространствами спинного мозга на этом уровне [4], а также особенностями кровоснабжения спинного мозга, а именно наличием зоны «водораздела». В частности, терминальные ветви позвоночных, подключичных артерий питают каудальную часть шейного утолщения спинного мозга, а ниже уровня Th4 позвонка кровоснабжение осуществляется за счет ветвей межреберных артерий [5].

Шейно-грудная переходная зона имеет и морфометрические особенности: верхнегрудные позвонки по линейным и угловым параметрам ближе к субаксиальному шейному отделу. Так, в работе Stanescu et al. (1994) на основании морфометрии 16 позвоночных столбов сделан вывод о схожести длины ножки дуги и высоты ламины C7 и Th1 позвонков. Кроме того, несмотря на статистически значимое увеличение ширины ножки Th1 по сравнению с ножкой C7 (7,8 против 6,5 мм,  $p < 0,05$ ), ширина ножки уменьшается между Th2 и Th5 таким образом, что она более напоминает шейный отдел позвоночника чем грудной [6]. Клиническим следствием подобных морфологических закономерностей является преобладание в этой переходной зоне повреждений по типу переломовывиха, оскольчатого перелома тела позвонка, а также его подвывиха в дугоотростчатых суставах. Кроме того, переход от шейного лордоза к грудному кифозу, когда мобильный шейный отдел граничит с ригидным грудным, способствует достаточно высокому риску развития посттравматической кифотической деформации.

Следует отметить, что травматические повреждения переходного шейно-грудного отдела позвоночника по типу переломовывиха достаточно редкое явление. Evans D.K. (1983) сообщает о 2,4 % данных травматических деструкций этой зоны среди 587 пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника за 26-и летний период наблюдений [7]. Nichols S.G. et al. (1987) выявил 9% подобных разрушений позвоночного столба больных с переломами шейно-грудной локализации [8]. В публикации Amin A. et al. (2005) среди 432 пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой шейно-грудного перехода переломовывихи выявлены у 4,49% обследованных [2]. Еще более редкой ситуацией является неосложненные повреждения этой локализации. Так, в публикации Lenoir T. et al. (2006) у всех 37

пациентов диагностирован неврологический дефицит [9]. Аналогичная картина неврологического статуса 21 пациента с данным повреждением в статье Ramieri A. et al. (2011) и 6 пациентов, описанных Han Y. et al. (2017) [10,11]. Упоминание одного клинического случая неосложненной шейно-грудной дислокации встречается в работе Resnik D.K. (2002) у пациента на фоне анкилозирующего спондилита, Ohya J. et al. (2017) подробно описывает неосложненное нестабильное повреждение анкилозированного на фоне дегенеративных процессов позвоночника на уровне C7-Th1 у больного 97 лет [12,13]. Zhao L. et al. (2010) сообщает об одном неврологически интактном (ASIA E) пациенте в группе из 26 больных с переломовывихами в переходном шейно-грудном отделе [14].

Таким образом, неосложненный переломовывих на уровне переходного шейно-грудного отдела позвоночника в клинической практике встречается достаточно редко. Целью данной публикации является анализ диагностики и хирургического лечения пациента с переломовывихом C7 позвонка (C7-Th1:C(Th1:A3) N0M1 по классификации AOSpine).

**Описание клинического случая.** В институт обратился пациент М., 42 лет, с жалобами на интенсивные боли в области переходного шейно-грудного отдела позвоночника, усиливающиеся в положении стоя и при движениях. Травма получена 3 недели назад в результате ДТП. Пациент был доставлен в стационар по месту жительства. После рентгенографии шейного и грудного отделов позвоночника в 2-х проекциях установлен диагноз «закрытая неосложненная травма капсульно-связочного аппарата шейного отдела позвоночника». Получал амбулаторно нестероидные противовоспалительные препараты, физиофункциональное лечение. Шейный отдел позвоночника иммобилизован воротником Шанца. Интенсивность болевого синдрома прогрессировала. Пациенту, учитывая данные анамнеза и клинического осмотра, выполнена компьютерная томография (КТ) переходного шейно-грудного отдела позвоночника (Рис. 1). Протокол исследования: тело C7 позвонка смещено кпереди на 0,8 см. Определяется перелом нижне-дорзального угла тела C7 позвонка со смещением фрагментов. Перелом передне-верхнего угла тела Th1 позвонка со смещением фрагментов. Перелом остистых отростков C6, C7 позвонков со смещением фрагментов. Оскольчатый перелом правой половины дуги, верхне- и нижнесуставного отростка справа со смещением фрагментов. Оскольчатый перелом левого верхнесуставного отростка C7 позвонка. Определяется неконгруэнтность дугоотростчатых суставов C7-Th1. На этом уровне деформированы межпозвонковые отверстия. Отек паравerteбральных мягких тканей.

Следует отметить, что на предоставленных пациентом рентгенограммах, выполненных в день травмы, признаков повреждения позвоночника не определяется вследствие наложения «теней» головок плечевых костей на C7-Th3 позвонки (Рис. 2.)

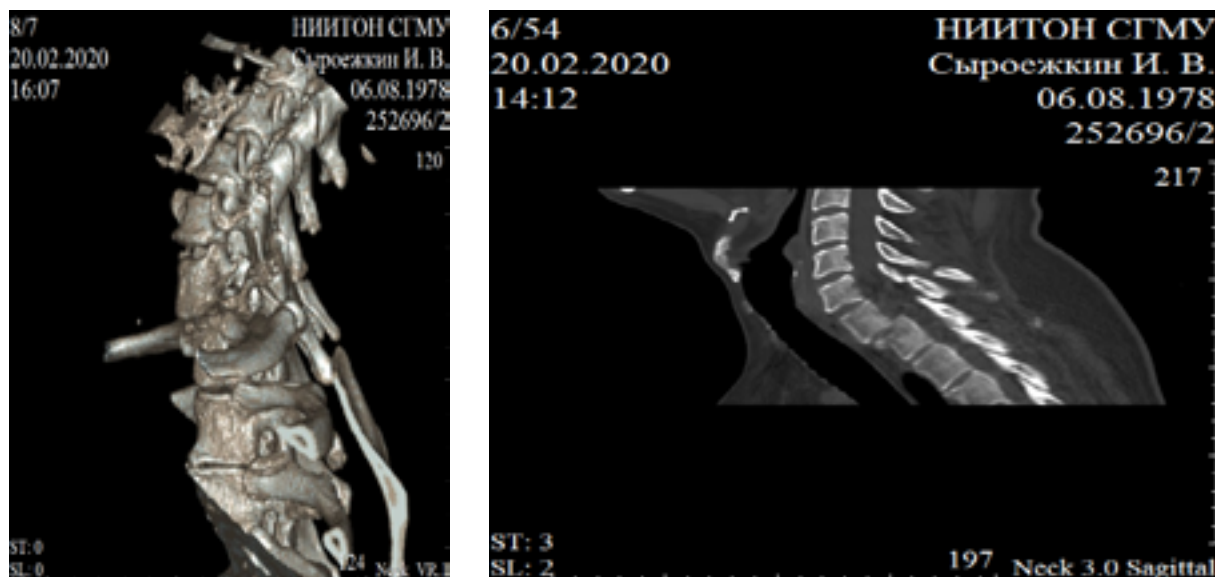


Рис. 1. Компьютерная томография переходного шейно-грудного отдела позвоночника больного М.



Рис. 2. Рентгенограммы шейного и переходного шейно-грудного отдела позвоночника больного М. в 2 проекциях.

Пациент осмотрен неврологом. Двигательных и чувствительных нарушений не выявлено.

По системе AOSpine повреждение классифицировано как (C7-Th1:C(Th1:A3) N0M1. Учитывая анамнез, клиническую картину, данные КТ, определившей нестабильный характер травмы, принято решение о выполнении репозиционно-стабилизирующего спондилосинтеза.

В ходе предоперационного планирования рассматривался вопрос выбора хирургического доступа к телам C7-Th2 позвонков.

Отсутствие необходимости выполнения манубрио- или стернотомии у данного пациента для достижения Th2 позвонка каудально было обосновано по методу Karikari I.O. (2010) [15]. Для этого при осуществлении планирования анализируется сагиттальная реконструкция КТ переходного шейно-грудного отдела позвоночника, выполненная с захватом рукоятки грудины. Самая нижняя линия, проведенная через центр межпозвоночного диска параллельно к смежным замыкательным пластинкам позвонков, проходящая выше яремной вырезки грудины,

является границей хирургической доступности позвонков шейно-грудного переходного отдела позвоночника (Рис. 3). Таким образом, оптимально-достаточным доступом для выполнения спондилосинтеза у данного пациента является стандартный вариант доступа по Fielding – Stillwell [16] (Рис. 4).



**Рис. 3.** Схема определения хирургической доступности позвонков переходного шейно-грудного отдела позвоночника по Karikari I.O. (2010).

Операция выполнена в положении больного на спине с валиком, уложенным между лопатками вдоль оси позвоночника. Эндотрахеальный (ТВА+ИВЛ) наркоз. После обработки и ограничения операционного поля выполнен продольный разрез кожи и подкожной жировой клетчатки справа по медиальной границе проекции грудино-ключично-сосцевидной мышцы от перстневидного хряща до яремной вырезки длиной 5 см. Тупо разведены волокна подкожной мышцы шеи, идентифицирован передний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Рассечен поверхностный листок глубокой фасции шеи, после пальцевой диссекции рассечена претрахеальная фасция, затем смещены латерально грудино-ключично-сосцевидная мышца и сосудисто-нервный пучок, а грудино-подъязычная, грудино-щитовидная мышцы, трахея и пищевод – медиально. Лигирована и пересечена нижняя щитовидная артерия. Рассечена предпозвоночная фасция. Визуализировано смещенное кпереди тело С7 позвонка. Диссекция длинных мышц шеи, скелетированы передние поверхности

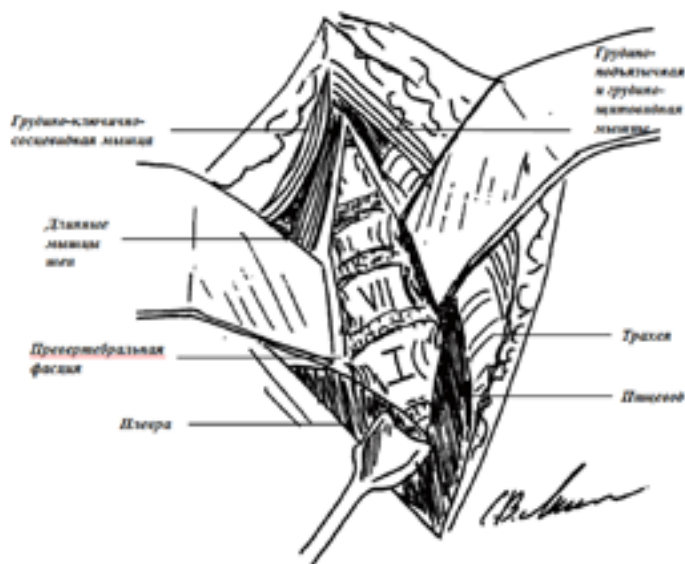
С7-Th1-Th2 позвонков (Рис. 4). Дискэктомия С7-Th1, подвывих сохраняется. Дискэктомия Th1-Th2. Резекция тела Th1 позвонка. Подвывих устранен. Выполнен опорный корпородез имплантатом MESH, заполненным аутокостью резецированного тела Th1 позвонка, фиксация бисегментарной пластиной длиной 42,5 мм в сегментах С7-Th2. Контроль стабильности металлоконструкции. Рентгенконтроль. Контроль гемостаза. Рана ушита послойно. Йод, спирт, асептическая повязка. Интраоперационных осложнений нет. Продолжительность операции составила 80 минут, кровопотеря 150 мл.

Послеоперационная КТ и рентгенография представлены на рисунках 5 и 6.

Послеоперационный период без осложнений, пациент активизирован в воротнике «Филадельфия» и выписан из стационара на 10-е сутки после операции.

Амбулаторно пациент получал восстановительное лечение в объеме магнитотерапии на область вмешательства, электростимуляции паравerteбральных мышц (1 месяц после выписки), затем – лечебная гимнастика под контролем методиста. Ежеквартальный рентгенологический контроль в течение года не выявил развития нестабильности металлоконструкции.

Спустя 6 месяцев после вмешательства пациент вернулся к прежней трудовой деятельности.



**Рис. 4.** Хирургический доступ к телам C7-Th2 позвонков по Fielding – Stillwell.

**Дискуссия.** Хирургическое лечение повреждений переходных зон позвоночника, а в частности переходного шейно-грудного отдела позвоночника, имеет свои особенности [17,18]. Это связано со сложной топографической анатомией этой области, необходимостью обеспечить высокую механическую стабильность системы позвоночник-имплантат при малой площади контакта кости с металлоконструкцией, обусловленной небольшими размерами позвонков, а также с тяжестью возможных осложнений.

В структуре реконструктивной хирургии данных повреждений можно выделить вмешательства, выполняемые из заднего и переднего доступов, а также комбинированные операции.

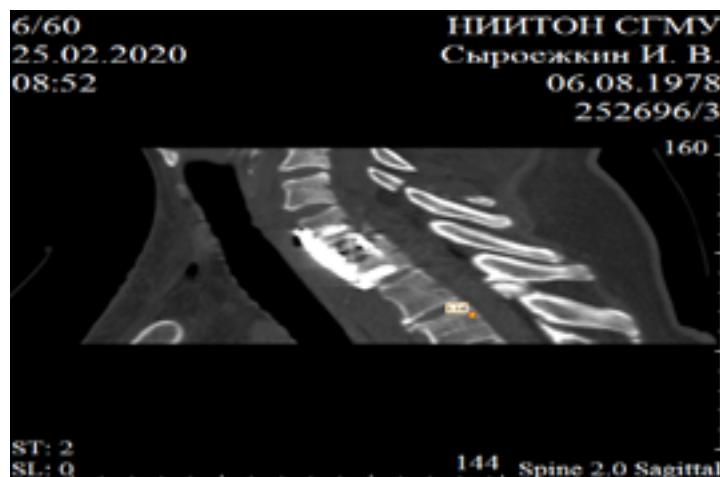


Рис. 5. Компьютерная томография переходного шейно-грудного отдела позвоночника больного М. после операции.

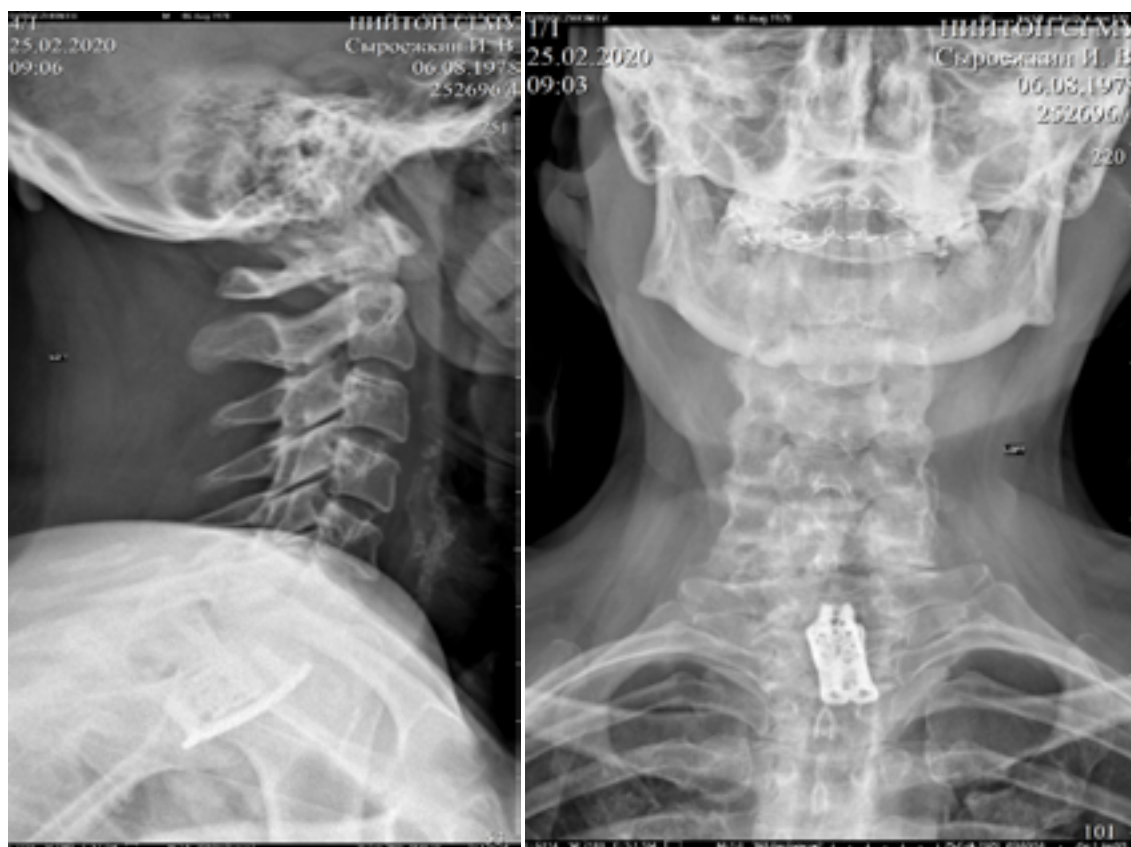


Рис. 6. Рентгенограммы переходного шейно-грудного отдела позвоночника больного М. в 2 проекциях после операции.

Дорзальное инструментирование переходного шейно-грудного отдела позвоночника выполняется из стандартного срединного заднего доступа, однако имеет свои особенности. Основные – преимущественное использование полисегментарных металлоконструкций, разнообразие техник введения винтов (транспедикулярное, в боковые массы шейных позвонков, интраламнарные винты на уровне С7, Th1, Th2), использование ламинарных крючков, необходимость применения стержней с переменным диаметром или коннекторов по типу «домино», обеспечивающих стыковку стержней различного диаметра

[19,20,21]. Наиболее адекватно изолированное применение дорзальной фиксации, по мнению Ramiey A. et al. (2011), при повреждениях типа В (по классификации Magerl) [10].

Ряд авторов считает предпочтительным и патогенетически обоснованным выполнять реконструктивное вмешательство непосредственно на телах позвонков [22-25]. При этом преимуществом вентрального подхода к хирургии поврежденных переходного шейно-грудного отдела позвоночника является возможность одновременной имплантации вентральной фиксирующей системы и эндопротеза тела позвонка. Ограничива-

ющим фактором выступает сложность осуществления доступа. У части пациентов для адекватного выделения передних поверхностей тел С7-Th2 позвонков достаточно доступа Fielding – Stillwell, описанного авторами в 1976 г., при этом нижняя граница доступа ограничивается вырезкой рукоятки грудины [16]. У большинства больных обнажение тел Th2-Th3 позвонков возможно только с использованием методик, предполагающих остеотомию или резекцию грудины, ребер, ключицы. Доступ к переходному шейно-грудному отделу позвоночника, основанный на срединной стернотомии, описан впервые в 1957 г. Cauchoux и Binet [26]. Для методики была характерна чрезвычайная травматичность и высокий уровень осложнений. Срединную стернотомию также использовал Hodgson A.R. et al. (1960), сообщая о 40% летальных исходов [27]. Sundaresan et al. (1984) применил трансклавикулярно-трансманибуриальный доступ, получив обнажающие результаты в виде снижения уровня ассоциированных с доступом осложнений [28]. При осуществлении доступа по Sundaresan из Т-образного кожного разреза резецируется стернальный конец правой ключицы и значительная часть рукоятки грудины. Доступ, однако, сопровождается высоким риском развития несращения ключицы, формирования нестабильности ключично – акромиального сочленения. Эволюцией доступа является описанный в 1995 г. Darling G.E. et al. вариант, включающий продольный кожный разрез и комбинацию стандартного шейного доступа с парциальной резекцией рукоятки грудины [29]. Доступ позволяет достичь Th4 позвонка каудально. В настоящее время, в зависимости от уровня повреждения, для достижения позвонков шейно-грудного переходного отдела используются преимущественно доступы, отличающиеся объемом хирургического воздействия на рукоятку грудины – от частичной резекции кости в зоне вырезки рукоятки грудины до срединной продольной остеотомии рукоятки, после чего осуществляется диссекция и ретракция органов верхнего средостения. При выполнении одноэтапных реконструктивных вмешательств из переднего доступа, как правило, выполняется субтотальная или тотальная резекция поврежденного позвонка, позволяющая осуществить адекватное устранение вертебро-медуллярного конфликта, после чего опорный корпородез реализуется костными алло- или аутотрансплантатами, имплантатами типа MESH или лифт-системами. В дополнение, в большинстве случаев, используется фиксация наkostной пластиной с винтами.

Комбинированные вмешательства позволяют достичь равновесия в зоне спондилодеза, и, как следствие, более высокой стабильности. Также уменьшается объем диссекции органов средостения и обнажения передней поверхности позвоночного столба ввиду необходимости скелетирования исключительно зоны повреждения. Следует отметить также и высокие репозиционные возможности подобного подхода. При этом продолжительность вмешательства и кровопотеря, разумеется, увеличиваются [11, 14,21,30].

Выбор варианта вентрального хирургического доступа возможен с использованием как вышеописанного способа Karikari, так и альтернативных методик, базирующихся на анализе линейных и угловых параметров [31]. По данным исследования

XU H.M. et al. (2019), у большинства пациентов доступ к позвоночнику ограничен грудиной до Th1 позвонка каудально [32].

В анамнезе пациента М, представленного в нашем клиническом примере, обращает на себя внимание не выявленная при первичном обследовании в стационаре по месту жительства нестабильная травма позвоночника. Это связано с недостаточной чувствительностью рентгенографии в отношении патологии шейно-грудного переходного отдела позвоночника. При подозрении на травму этой локализации наиболее обоснованным методом диагностики является КТ [33,34].

Анатомические особенности представленного пациента позволили из доступа Fielding – Stillwell адекватно скелетировать передние поверхности тел С7, Th1, Th2 позвонков. Предоперационное планирование по Karikari позволило избежать выполнения избыточной в данном случае манубриотомии, снизив тем самым травматичность вмешательства. Резекция тела находящегося в подвыихе Th1 позвонка обеспечила в достаточной мере мобилизацию позвоночно-двигательных сегментов С7-Th1 и Th1-Th2 и коррекцию застарелой посттравматической деформации позвоночника. Костный дефект замещен опорным имплантатом типа MESH. Использована стандартная пластина для спондилосинтеза шейно-грудного отдела. Верхней базой для бисегментарной пластины послужило тело С7 позвонка, нижней – тело Th2 позвонка.

Заключение. Обязательным условием для адекватного выявления переломов и переломовывихов, локализованных в переходном шейно-грудном отделе, а также для предоперационного планирования является выполнение компьютерной и/или магнитно-резонансной томографии. Предоперационное планирование обеспечило выбор адекватного анатомии пациента хирургического доступа. Полностью реализованы репозиционные и стабилизирующие возможности изолированной вентральной хирургии при нестабильном повреждении переходного шейно-грудного отдела типа С (по AOSpine). При минимальной травматичности вмешательства получен хороший рентгенологический и функциональный результат оперативного лечения, позволивший пациенту вернуться к прежней трудовой деятельности.

#### Для цитирования:

Островский В.В., Лихачев С.В., Бажанов С.П., Джумагишиев Д.К., Бахарев Р.М., Зарецков В.В., НЕСТАБИЛЬНОЕ НЕОСЛОЖНЕННОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЕРЕХОДНОГО ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №3. С. 31-38. [Ostrovskij V.V., LIKHACHEV S.V., Bazhanov S.P., Dzhumagishiev D.K., Bakharev R.M., ZARETSKOV V.V. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №3. pp. 31-38]

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Funding:** the study had no sponsorship.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest.

**Авторский вклад:** концепция и дизайн публикации – Островский В.В., Лихачев С.В.; сбор и анализ литературных данных – Бажанов С.П., Джумагишиев Д.К.; анализ и интерпретация интроскопических методов исследования – Бахарев Р.М., Лихачев С.В.; написание статьи – Островский В.В., Лихачев С.В., Зарецков В.В.; утверждение рукописи для публикации – Островский В.В., Бажанов С.П.

## Список литературы/References:

1. Schroeder G.D., Kepler C.K., Koerner J.D., Oner F.C., et al. Can a thoracolumbar injury severity score be uniformly applied from T1 to L5 or are modifications necessary? *Global Spine J.* 2015; 5 (4): P. 339-345. doi:10.1055/s-0035-1549035
2. Amin A., Saifuddin A. Fractures and dislocations of the cervicothoracic junction. *J Spinal Disord Tech.* 2005; 18 (6): P. 499-505. doi: 10.1097/01.bsd.0000156831.76055.f0
3. Vaccaro A., Cotler J.M., Lin S. Spinal disorders at the cervicothoracic junction. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994; 19 (22): P. 2557-2564. doi: 10.1097/00007632-199411001-00011
4. Vaccaro A.R., Nachwalter R.S., Klein G.R., Sowards J.M., et al. The significance of thoracolumbar spinal canal size in spinal cord injury patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001; 26 (4): P. 371-376. doi: 10.1097/00007632-200102150-00013
5. Rickenbacher J., Landolt A.M., Theiler K. Applied anatomy of the back. New York: Springer-Verlag; 1985.
6. Stanescu S., Ebraheim N.A., Yeasting R., Bailey A.S., Jackson W.T. Morphometric evaluation of the cervico-thoracic junction. Practical considerations for posterior fixation of the spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994; 19 (18): P. 2082-2088. doi: 10.1097/00007632-199409150-00014
7. Evans D.K. Dislocations at the cervicothoracic junction. *J Bone Joint Surg Br.* 1983; 65 (2): P. 124-127
8. Nichols C.G., Young D.H., Schiller W.R. Evaluation of cervicothoracic junction injury. *Ann Emerg Med.* 1987; 16 (6): P. 640-642. doi: 10.1016/s0196-0644(87)80060-4
9. Lenoir T., Hoffmann E., Thevenin-Lemoine C., Lavelle G., Rillardon L., Guigui P. Neurological and functional outcome after unstable cervicothoracic junction injury treated by posterior reduction and synthesis. *Spine J.* 2006; 6 (5): P. 507-513. doi: 10.1016/j.spinee.2005.12.010
10. Ramieri A., Domenicucci M., Ciappetta P., Cellocco P., et al. Spine surgery in neurological lesions of the cervicothoracic junction: multicentric experience on 33 consecutive cases. *Eur Spine J.* 2011; 20 (Suppl 1): P. 13-19. doi: 10.1007/s00586-011-1748-z
11. Han Y., Ma X.L., Hu Y.C., Miao J., et al. Circumferential reconstruction of subaxial cervical and cervicothoracic spine by simultaneously combined anterior-posterior approaches in the sitting position. *Orthop Surg.* 2017; 9 (3): P. 263-270. doi: 10.1111/os.12341
12. Resnick D.K. Anterior cervicothoracic junction corpectomy and plate fixation without sternotomy. *Neurosurg Focus.* 2002; 12 (1): E7. doi:10.3171/foc.2002.12.1.8
13. Ohya J., Bray D.P., Magill S.T., Vogel T.D., et al. Mini-open anterior approach for cervicothoracic junction fracture: technical note. *Neurosurg Focus.* 2017; 43 (2): E4. doi:10.3171/2017.5.FOCUS17179
14. Zhao L.J., Xu R.M., Ma W.H., Jiang W.Y. Evaluation of the value of pedicle screws for cervicothoracic fracture-dislocation. *Orthop Surg.* 2010; 2 (1): P. 27-31. doi:10.1111/j.1757-7861.2009.00061.x
15. Karikari I.O., Powers C.J., Isaacs R.E. Simple method for determining the need for sternotomy/manubriotomy with the anterior approach to the cervicothoracic junction. *Neurosurgery.* 2009; 65 (6 Suppl): E165-E166. doi: 10.1227/01.NEU.0000347472.07670.EB
16. Fielding J., Stillwell W. Anterior cervical approach to the upper thoracic spine. A case report. *Spine.* 1976; 1: P. 158-160.
17. Повреждения переходного груднопоясничного отдела позвоночника: библиометрический анализ англоязычной литературы / С.В. Лихачев, В.В. Зарецков, А.Е. Шульга, С.А. Грамма [и др.] // *Хирургия позвоночника.* 2018. Т. 15, № 4. С. 52-69. doi: 10.14531/2018.4.52-69.
18. Хирургическое лечение пострадавших с дистракционными и трансляционными повреждениями позвоночника грудной и поясничной локализации/ Дулаева А.К., Аликов З.Ю., Горанчук Д.В., Дулаева Н.М. [и др.] // *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2016. Спецвыпуск. С. 95.
19. Wilson P.J., Selby M.D. C7 intra-laminar screws for complex cervicothoracic spine surgery-a case series. *J Spine Surg.* 2017; 3 (4): P. 561-566. doi: 10.21037/jss.2017.10.05
20. Kretzer R.M., Hu N., Kikkawa J., Garonzik I.A. Surgical management of two- versus three-column injuries of the cervicothoracic junction: biomechanical comparison of translaminar screw and pedicle screw fixation using a cadaveric model. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010; 35 (19): E948-E954. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c9f56c
21. Osterhoff G., Ryang Y.M., von Oelhafen J., Meyer B., Ringel F. Posterior multilevel instrumentation of the lower cervical spine: is bridging the cervicothoracic junction necessary? *World Neurosurg.* 2017; 103: P. 419-423. doi:10.1016/j.wneu.2017.04.029
22. Lee J., Paeng S.H., Lee W.H., Kim S.T., et al. Cervicothoracic junction approach using modified anterior approach: j-type manubriotomy and low cervical incision. *Korean J Neurotrauma.* 2019; 15 (1): P. 43-49. doi:10.13004/kjnt.2019.15.e8
23. Liu Y.L., Hao Y.J., Li T., Song Y.M., et al. Trans-upper-sternal approach to the cervicothoracic junction. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467 (8): P. 2018-2024. doi: 10.1007/s11999-008-0469-z
24. Luk K.D., Cheung K.M., Leong J.C. Anterior approach to the cervicothoracic junction by unilateral or bilateral manubriotomy: a report of five cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84: P. 1013-1017. doi: 10.2106/00004623-200206000-00017
25. Fuentes S., Malikov S., Blondel B., Métellus P., et al. Cervicosternotomy as an anterior approach to the upper thoracic and cervicothoracic spinal junction. *J Neurosurg Spine.* 2010; 12 (2): P. 160-164. doi: 10.3171/2009.9.SPINE09471
26. Cauchoix J., Binet J.P. Anterior surgical approaches to the spine. *Ann R Coll Surg Engl.* 1957; 21: P. 234-243.
27. Hodgson A.R., Stock F.E., Fang H.S., Ong G.B. Anterior spinal fusion. The operative approach and pathological findings in 412 patients with Pott's disease of the spine. *Br J Surg.* 1960; 48: P. 172-178.
28. Sundaresan N., Shah J., Feghali J.G. A transsternal approach to the upper thoracic vertebrae. *Am J Surg.* 1984; 148: 473-477.
29. Darling G.E., McBroom R., Perrin R. Modified anterior approach to the cervicothoracic junction. *Spine.* 1995; 20: P. 1519-1521.
30. Sapkas G., Papadakis S., Katonis P., Roidis N., et al. Operative treatment of unstable injuries of the cervicothoracic junction. *Eur Spine J.* 1999; 8 (4): P. 279-283. doi: 10.1007/s005860050174
31. Teng H., Hsiang J., Wu C., Wang M., et al. Surgery in the cervicothoracic junction with an anterior low suprasternal approach alone or combined with manubriotomy and sternotomy: an approach selection method based on the cervicothoracic angle. *J Neurosurg Spine.* 2009; 10 (6): P. 531-542. doi: 10.3171/2009.2.SPINE08372
32. Xu H.M., Hu F., Wang X.Y., Tong S.L. Magnetic resonance-based morphological features of the manubrium and the surgeons' view line: when to use manubriotomy? *World Neurosurg.* 2019; Jan. doi: 10.1016/j.wneu.2019.01.055
33. Jelly L.M., Evans D.R., Easty M.J., Coats T.J., et al. Radiography versus spiral CT in the evaluation of cervicothoracic junction injuries in polytrauma patients who have undergone intubation. *Radiographics.* 2000; 20 Spec No.: S251-S262. doi: 10.1148/radiographics.20.suppl\_1.g00oc20s251
34. Karahalios D.G., Mansour N.H., Girardot E.A., Turner R.C. Overcoming challenges associated with upright imaging of the cervicothoracic junction: a case report involving a novel repurposing of the O-arm. *Int J Med Robot.* 2013; 9 (2): P. 148-151. doi: 10.1002/rcs.1491

**Авторы:**

**Островский Владимир Владимирович** – к. м. н., директор НИИ-ТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов, 410002, Россия, e-mail: sarniito@yandex.ru

**Лихачев Сергей Вячеславович** – к.м.н., старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, врач-травматолог-ортопед отдела организации госпитализации и реабилитации НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов, 410002, Россия, e-mail: likha4@mail.ru

**Бажанов Сергей Петрович** – д.м.н., начальник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, врач-нейрохирург НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов, 410002, Россия, e-mail: baj.s@mail.ru

**Джумагишиев Динислам Каирбекович** – к.м.н., заведующий отделением нейрохирургии, врач-нейрохирург НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов, 410002, Россия, e-mail: ddinislam@mail.ru

**Бахарев Роман Михайлович** – врач-нейрохирург отдела организации госпитализации и реабилитации НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов, 410002, Россия, e-mail: r-m-bax@yandex.ru

**Зарецков Владимир Владимирович** – д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, врач-травматолог-ортопед НИИТОН СГМУ, ул. им. Н.Г. Чернышевского, 148, г. Саратов, 410002, Россия; профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ул. Большая Казачья, 112, г. Саратов, 410012, Россия, e-mail: vzaretskov@mail.ru

**Authors:**

**Ostrovskij Vladimir Vladimirovich** – PhD in Medical Science, Director of Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, N.G. Chernyshevskogo str., 148, Saratov, 410002, Russia, e-mail: sarniito@yandex.ru

**Likhachev Sergey Vyacheslavovich** – PhD in Medical Science, Senior Researcher in the Department of Innovative Projects for Neurosurgery and Vertebrology, Trauma Orthopedist in the Department of Patient Admission and Rehabilitation Management, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, N.G. Chernyshevskogo str., 148, Saratov, 410002, Russia, e-mail: likha4@mail.ru

**Bazhanov Sergey Petrovich** – Doctor of Medical Science, Head of the Department of Innovative Projects for Neurosurgery and Vertebrology, Neurosurgeon of the Diagnostic Center, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, N.G. Chernyshevskogo str., 148, Saratov, 410002, Russia, e-mail: baj.s@mail.ru

**Dzhumagishiev Dinislam Kairbekovich** – PhD in Medical Science, Head of the Department of Neurosurgery, Neurosurgeon, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, N.G. Chernyshevskogo str., 148, Saratov, 410002, Russia, e-mail: ddinislam@mail.ru

**Bakharev Roman Mikhailovich** – Neurosurgeon in the Department of Patient Admission and Rehabilitation Management, Scientific Re-

search Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, N.G. Chernyshevskogo str., 148, Saratov, 410002, Russia, e-mail: r-m-bax@yandex.ru

**Zaretskov Vladimir Vladimirovich** – Doctor of Medical Science, Leading Research Assistant in the Department of Innovative Projects for Neurosurgery and Vertebrology, Trauma Orthopedist Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, N.G. Chernyshevskogo str., 148, Saratov, 410002, Russia; Professor of Traumatology and Orthopedics Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», the Russian Federation Ministry of Healthcare, Bolshaya Kazachya str., 112, Saratov, 410012, Russia, e-mail: vzaretskov@mail.ru



DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.39-45

УДК 616.718

© Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Абдулхабилов М.А., Петровский Р.А., Момбеков А.О., Овчаренко А.В., 2020

## ФИКСАЦИЯ ПЕРЕЛОМА ЛОННОЙ КОСТИ ИМПЛАНТАТОМ, ИЗГОТОВЛЕННЫМ С ПОМОЩЬЮ 3D ПЕЧАТИ

СОЛОД Э.И.<sup>1,2,3\*</sup>, ЛАЗАРЕВ А.Ф.<sup>3</sup>, АБДУЛХАБИРОВ М.А.<sup>1,2</sup>, ПЕТРОВСКИЙ Р.А.<sup>1</sup>, МОМБЕКОВ А.О.<sup>1</sup>, ОВЧАРЕНКО А.В.<sup>4</sup><sup>1</sup> ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, 117198, Россия<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, 129327, Россия<sup>3</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, 127299, Россия<sup>4</sup> ГБУЗ КО «Калужская областная клиническая больница скорой медицинской помощи им. К.Н. Шевченко, ул. Октябрьская, 3, Калуга, 248000, РФ

### Резюме

**Введение.** Сложная анатомия переднего отдела тазового кольца и механика распределения нагрузки предъявляет специфические требования для имплантатов. Технологии 3D печати позволяют в короткие сроки изготавливать имплантаты с заданными параметрами. В то время как аддитивные технологии широко используются в ортопедии, опыт применения у пациентов с переломами тазового кольца ограничен.

**Цель.** Представить клинический опыт использования имплантата для фиксации перелома лонной кости, изготовленного методом 3D печати.

**Материал и методы.** Клинический случай лечения пациента 42 лет с кататравмой в результате падения с третьего этажа. При поступлении инициировано лечение по протоколу ATLS. Установлен диагноз: Перелом костей таза АО/ОТА 61-B2.1c, 61-A2.1. Алкогольное опьянение. Хронический вирусный гепатит С. Госпитализирован в отделение интенсивной терапии. Через 8 суток с момента травмы выполнена окончательная фиксация лонной кости изготовленным с помощью 3D печати штифтом, остеосинтез боковых масс крестца канюлированным винтом 7.3 мм. В первые сутки после операции пациент активизирован с помощью костылей. Ранний послеоперационный период без осложнений.

**Выводы.** Аддитивные технологии облегчают процессы разработки новых имплантатов и их внедрение в клиническую практику. Предложенный стержень позволяет успешно стабилизировать костные отломки лонных костей. Использование аддитивных технологий при переломах костей таза имеет прикладное значение, что требует дальнейшего изучения.

**Ключевые слова:** перелом, лонная кость, тазовое кольцо, аддитивные технологии.

## FIXATION OF A PUBIC BONE FRACTURE WITH AN IMPLANT MADE BY 3D PRINTING

SOLOD E.I.<sup>1,2,3\*</sup>, LAZAREV A.F.<sup>3</sup>, ABDULKHABIROV M.A.<sup>1,2</sup>, PETROVSKIY R.A.<sup>1</sup>, MOMBEKOV A.O.<sup>1</sup>, OVCHARENKO A.V.<sup>4</sup><sup>1</sup> PFUR, Miklukho-Maklaya str. 6, Moscow, 117198, Russia;<sup>2</sup> A.K. Eramishantsev City Clinical Hospital, Lenskaya str., 15, Moscow, 129327, Russia<sup>3</sup> N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Priorova str., 10, Moscow, 127299, Russia<sup>4</sup> K.N. Shevchenko Kaluga Regional Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Oktyabr'skaya str., 3, Kaluga, 248000, Russia.

### Abstract

**Introduction:** The complex anatomy of the anterior pelvic ring and the mechanics of load distribution impose specific requirements for implants. 3D printing technologies make it possible to produce implants with specified parameters in a short time. While additive technologies are widely used in orthopedics, experience in patients with fractures of the pelvic ring is limited.

**Objective:** To present the clinical case of using a 3D-printed implant for fixation of a pubic bone fracture.

**Materials and methods:** A clinical case of a 42-year-old patient treated with a catatrauma as a result of a fall from the third floor. On admission, treatment was initiated using the ATLS protocol. Diagnosed with Fracture of the pelvic bones AO / OTA 61-B2.1c, 61-A2.1. Alcoholic intoxication. Chronic viral hepatitis C. Hospitalized in the intensive care unit. After 8 days from the moment of injury, the final fixation of the pubic bone was performed with a 3D-printed nail, osteosynthesis of the lateral sacral masses with a 7.3 mm cannulated screw. On the first day after the operation, the patient was activated with crutches. Early postoperative period without complications.

**Conclusion:** Additive technologies facilitate the development of new implants and their introduction into clinical practice. The proposed rod makes it possible to successfully stabilize bone fragments of the pubic bones. The use of additive technologies for fractures of the pelvic bones is of practical importance, which requires further study.

**Key words:** fracture, pubic bone, pelvic ring, additive technology

### Введение

Современная КТ и МРТ 3D-визуализация позволяют детализировано реконструировать анатомию пациента. В 1984 г. Ch. Hall разработал метод лазерной стереолитографии, позволя-

ющий переводить цифровые изображения в физические объемы. [1]

Последнее десятилетие технологии 3D-печати находят все более широкое применение в травматологии и ортопедии.

дии [2]. Возможно, как изготовление пластиковых моделей костей, облегчающие предоперационное планирование, так и индивидуальных металлических имплантатов из титанового или хром-молибденового порошка [3]. Отработаны технологии производства индивидуальных имплантатов и различных инструментов с помощью 3D-печати [4].

Аддитивные технологии широко применяются в области протезирования суставов [5]. Индивидуально изготовленные ножки для эндопротезов тазобедренных суставов обеспечивают лучшую первичную стабильность и снижают микроподвижность за счет более плотного прилегания в костномозговом канале и возможности формирования поверхности с разной пористостью для усиления остеоинтеграции [6]. При наличии костных дефектов, прочность фиксации и биоинтеграция окружающих тканей при использовании высокопористых титановых имплантатов, изготовленных с помощью аддитивных технологий, выше, чем при эндопротезировании имплантатами с стандартной пористостью. [7]. Аддитивные технологии позволяют также облегчить протезирование голеностопного и коленного суставов [8, 9].

Отечественные публикации, связанные с аддитивными технологиями в травматологии и ортопедии, в основном посвящены проблемам эндопротезирования суставов и лечению деформаций позвоночника [10, 11, 12]. Для остеосинтеза переломов лонных костей предложены фиксация канюлированными винтом, подкожной транспедикулярной системой INFIX, фото-

динамическая стабилизация [13,14,15]. Отечественными авторами разработан способ остеосинтеза переломов лонной кости штифтом с блокированием Pu-Lock.[16]. Сложная анатомия переднего отдела тазового кольца и механика распределения нагрузки предъявляет специфические требования для имплантатов. Технологии 3D печати позволяют в короткие сроки изготавливать имплантаты с заданными параметрами.

Нами представлен клинический случай малоинвазивной фиксации перелома лонной кости имплантатом, изготовленным с помощью 3D печати.

### Материал и методы

Мужчина 42 лет, кататравма в результате падения с третьего этажа. Госпитализирован бригадой СМП. Иницировано лечение по протоколу ATLS. [17] При поступлении АД – 110/80 мм рт. ст.; PS – 107 уд/мин., ЧДД – 21 в мин. Психоэмоциональное возбуждение. Осмотрен мультидисциплинарной бригадой, начата инфузионная терапия и седация пациента. Учитывая стабильное состояние по шкале Раре-Krettek [18] сразу выполнено пан-КТ (компьютерная томография всего тела). Установлен диагноз: «Перелом боковой массы крестца справа Denis I, перелом верхней ветви лонной кости слева Nakatani II. Оскольчатый перелом крыла подвздошной кости слева. АО/ОТА 61-B2.1с, 61-A2.1. Алкогольное опьянение. Хронический вирусный гепатит С. Артроз правого тазобедренного сустава 3 стд.» [19][20][21] (Рис.1).



Рис. 1. КТ таза 3D-реконструкция: а – проекция «вход в таз» б – обзорная проекция.

Пациент госпитализирован в отделение интенсивной терапии, где развилось абстинентное состояние с делирием, в связи с чем окончательную стабилизацию тазового кольца пришлось отложить. Во время предоперационного планирования принято решение о выполнении малоинвазивной фиксации как заднего, так и переднего отделов тазового кольца. За счет стабилизации переднего отдела тазового кольца происходит равномерное распределение нагрузки, что позволяет проводить раннюю активизацию без болевого синдрома и минимизировать риски миграции фиксаторов [22, 23]. Совместно с инженерами ФГУП «ЦИТО» нами разработан стержень для фиксации переломов лонных костей. Спроектирована STL-модель стержня (Рис. 2).

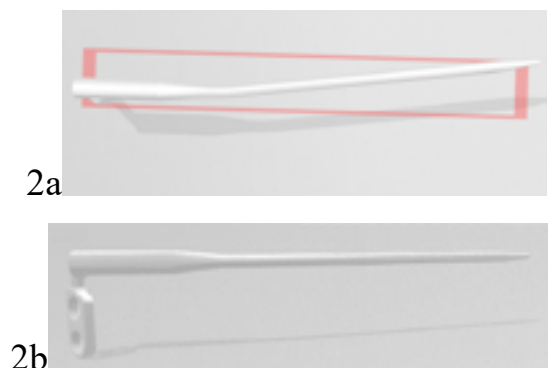


Рис.2. STL-модель стержня а – вид сверху б вид спереди



**Рис. 3.** Изготовленный стержень: а - вид спереди; б - вид сверху

На восьмые сутки после травмы выполнены остеосинтез лонной кости штифтом слева.

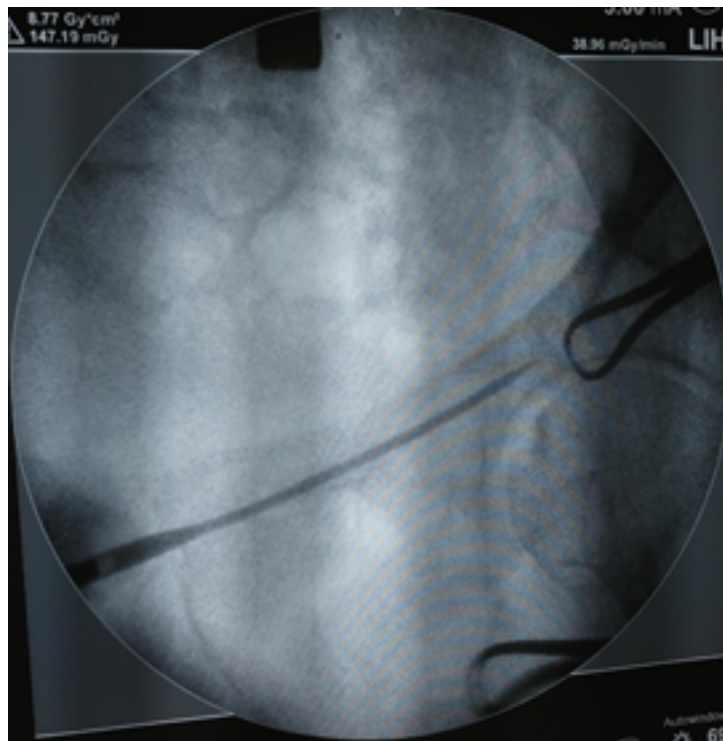
Хирургическая техника установки штифта: Вертикальным доступом 3 см в проекции лонного симфиза остро и тупо обнажены мягкие ткани в направлении лонного бугорка. Выполнено ретроградное введение направляющей спицы 3.2 мм в проксимальный отломок, с последующим рассверливанием точки входа канюлированным сверлом диаметром 5 мм. (Рис.4)



**Рис. 4.** Интраоперационная флюороскопия, рассверливание точки входа по направляющей спице.

Затем с использованием динамического ЭОП контроля в рентгенологических проекциях «вход» и «выход из таза» вне-

дрили фиксирующий стержень в проксимальный отломок в направлении крыши вертлужной впадины до момента достижения наконечником фиксирующего стержня сурсила - рентгенологического отображения самой нагружаемой зоны крыши вертлужной впадины. (Рис.5)



**Рис. 5.** Интраоперационная флюороскопия, контроль экстраартикулярного расположения штифта в комбинированной «выход-запирательной» проекции.

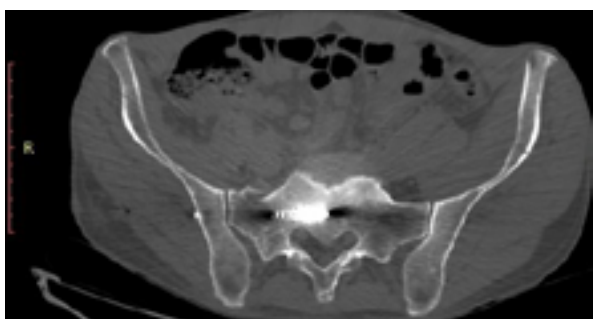
После выполнения ЭОП контроля расположения стержня в «запирательной» и «комбинированной выход-запирательной» и «выход-подвздошной» рентгенологических проекциях и убедившись в расположении блокирующей накладки на теле лонной кости, в резьбовые отверстия вкручены направляющие втулки под сверло диаметром 2.8 мм. Используя втулки как направляющие рычаги, выполнено моделирование блокирующей пластинки в коронарной плоскости для ее более анатомичного прилегания к кости. По направляющим втулкам, под ЭОП контролем в проекции «вход в таз» сверлом 2.8 мм сформировали 2 канала для блокирующих винтов. С помощью измерителя определена необходимая длина винтов. Защитные втулки удалены. Под контролем глаза выполнено блокирование штифта двумя блокируемыми винтами 3.5 мм длиной 14 и 12 мм с помощью отвертки с динамическим ограничением 1.5 Нм. ЭОП контроль. (Рис. 6)

Затем выполнена малоинвазивная фиксация боковой массы крестца канюлированным винтом справа. Послойное ушивание ран. Кровопотеря 50 мл. Назначен послеоперационный КТ контроль с целью определения положения имплантатов. (Рис.7)

Пациент активизирован на следующие сутки после оперативного лечения. (Рис.8)



**Рис. 6.** Интраоперационная флюороскопия, окончательный вид в проекции «выход из таза»



5а



5б

**Рис. 7.** Послеоперационная КТ. А - аксиальный срез, визуализирующий внутрикостное, экстраканальное расположение винта. Б – Коронарный срез, визуализирующий экстраартикулярное расположение штифта.



**Рис. 8.** Активизация с помощью костылей в первые сутки после операции.

Ранний послеоперационный период без осложнений. Выписан на 12-е сутки после травмы, даны рекомендации.

#### Обсуждение

Несмотря на существование 3D-печати с 1980-х гг., широкое применение в медицине происходит только в последнее десятилетие. Использование аддитивных технологий признано надежным и точным методом диагностики и лечения сложных ортопедических случаев [24]. Технологии 3D-печати обеспечивают возможность для ортопедов и инженеров проводить независимую разработку инновационных медицинских изделий [25].

Представленный нами клинический случай демонстрирует возможность использования аддитивных технологий у паци-

ентов с переломами лонных костей. Соответствие индивидуальным анатомическим особенностям значительно облегчает оперативное вмешательство при остеосинтезе переднего отдела тазового кольца. В настоящее время повсеместное использование аддитивных технологий затруднено ввиду сложности технологического процесса. Публикации, посвященные переломам костей таза, в основном касаются опыта применения полимерных моделей таза с целью предоперационного планирования и премоделирования пластин. Так, L. Cai с соавторами сообщают, что использование 3D-моделей с целью предоперационного планирования позволяет уменьшить лучевую нагрузку и длительность операции при малоинвазивном остеосинтезе нестабильных переломов костей таза. В то же время клинические результаты и качество репозиции в группе без использования 3D-моделей значительно не отличались [26]. Также отмечаются преимущества использования 3D-моделей с целью предоперационного планирования при погружном остеосинтезе через мини-доступы и при остеосинтезе застарелых переломов костей таза [27, 28]. Интересен опыт использования индивидуально изготовленных полимерных направителей, для единовременной фиксации как заднего, так и переднего тазового полукольца, позволяющий безопасно, быстро и с минимальной лучевой нагрузкой выполнять фиксацию нестабильных переломов костей таза. [29] Использование кастомизированных имплантатов из титановых сплавов, изготовленных по технологии DMLS или EBM (Electron Beam Melting), электронно-лучевой плавки, становится всё более популярным [30]. Изготавливаемые имплантаты должны быть биосовместимыми и подвергаться стерилизации [31]. Регулируемое текстурирование поверхности и зональное распределение жесткости у кастомизированных имплантатов позволяют достичь лучшей остеоинтеграции, избежать зон концентрации нагрузки и развития стресс-шилдинг синдрома [30].

Проанализировав публикации, связанные с 3D-печатью, C. Krettek и N. Bruns пришли к выводу, что степень доказательности публикаций низкая и присутствует множество методологических упущений. В то же время авторы отмечают важность данных работ, т.к. аддитивные технологии обладают огромным потенциалом [32]. В нашем исследовании представлен один клинический случай, и экстраполировать полученные результаты не представляется возможным. Однако мы убеждены в том, что аддитивные технологии дают беспрецедентные возможности для развития травматологии и ортопедии, что требует их активного внедрения.

**Выводы:** Аддитивные технологии облегчают процессы разработки новых имплантатов и их внедрение в клиническую практику. Предложенный стержень позволяет успешно стабилизировать костные отломки лонных костей. Использование аддитивных технологий при переломах костей таза имеет прикладное значение, что требует дальнейшего изучения.

#### Вклад авторов:

Солод Э.И. – разработка дизайна исследования, проведение оперативного вмешательства, интерпретация полученных данных, редактирование.

Лазарев А.Ф. – коррекция и окончательная редакция.

Петровский Р.А. – обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи, интерпретация полученных данных.

Абдулхабирова М.А. – коррекция и окончательная редакция.

Момбеков А.О. – коррекция и окончательная редакция.

Овчаренко А.В. – сбор и обработка материала.

#### Для цитирования:

Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Абдулхабирова М.А., Петровский Р.А., Момбеков А.О., Овчаренко А.В., ФИКСАЦИЯ ПЕРЕЛОМА ЛОННОЙ КОСТИ ИМПЛАНТАТОМ, ИЗГОТОВЛЕННЫМ С ПОМОЩЬЮ 3D ПЕЧАТИ // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №3. С. 39-45. [Solod E.I., Lazarev A.F., Magomed A.A., Petrovskiy R.A., Mombekov A.O., Ovcharenko A.V., Fixation of a pubic bone fracture with an implant made by 3D printing *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №3. pp. 39-45]

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

#### Список литературы/References:

1. Snyder T. J., Andrews, M., Weislogel M., Moeck P, Stone-Sundberg J, Birkes D. et al. 3D Systems' Technology Overview and New Applications in Manufacturing, Engineering, Science, and Education. *3D printing and additive manufacturing*. 2014;1(3):169–176. doi: 10.1089/3dp.2014.1502
2. Wong T.M., Jin J., Lau T.W., Fang C., Yan C.H., Yeung K., To M., Leung F. The use of three-dimensional printing technology in orthopaedic surgery. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017 Jan;25(1):2309499016684077. doi: 10.1177/2309499016684077.
3. Woo S.H., Sung M.J., Park K.S., Yoon T.R. Three-dimensional-printing Technology in Hip and Pelvic Surgery: Current Landscape. *Hip Pelvis*. 2020;32(1):1-10. doi: 10.5371/hp.2020.32.1.1.
4. Bruns N., Krettek C. [3D-printing in trauma surgery : Planning, printing and processing]. *Unfallchirurg*. 2019;122(4):270-277. (In German). doi: 10.1007/s00113-019-0625-9.
5. Trauner K.B. The Emerging Role of 3D Printing in Arthroplasty and Orthopedics. *J Arthroplasty*. 2018;33(8):2352-2354. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.033.
6. Abdelaal O., Darwish S., El-Hofy H., Saito Y. Patient-specific design process and evaluation of a hip prosthesis femoral stem. *Int J Artif Organs*. 2019; 42(6):271-290. doi: 10.1177/0391398818815479.
7. Тихилов Р.М., Конев В.А., Шубняков И.И., Денисов А.О., Михайлова П.М., Билык С.С. и др. Аддитивная технология в полном восстановлении функции сустава при эндопротезировании (экспериментальное исследование). *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;(5):52-56. doi: 10.17116/hirurgia201905152. Tikhilov R.M., Konev V.A., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Mikhailova P.M., Bilyk S.S. et al. [Additive technologies for complete recovery of joint function in revision endoprosthesis surgery (experimental trial)]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova [Pirogov Russian Journal of Surgery]*. 2019;(5):52-56. (In Russian) doi: 10.17116/hirurgia201905152.
8. Belvedere C., Siegler S., Fortunato A., Caravaggi P., Liverani E., Durante S. et al. New comprehensive procedure for custom made total ankle replacements: medical imaging, joint modeling, prosthesis design, and 3D printing. *J Orthop Res*. 2019;37(3):760-768. doi: 10.1002/jor.24198.
9. Sporer S., MacLean L., Burger A., Moric M. Evaluation of a 3D-printed total knee arthroplasty using radiostereometric analysis: assess-

ment of highly porous biological fixation of the tibial baseplate and metal-backed patellar component. *Bone Joint J.* 2019;101-B(7 Supple C):40–47 doi: 10.1302/0301-620X.101B7.BJJ-2018-1466.R1.

10. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Билык С.С., Тихилов Р.М. Современные технологии лечения тяжелых костных дефектов в области вертлужной впадины: какие проблемы решают индивидуальные имплантаты? Политравма. 2017;(1):72-81. Kovalenko A.N., Shubnyakov I.I., Bilyk S.S., Tikhilov R.M. [The modern treatment technologies for severe acetabular bone defects: which problems are solved by custom implants?]. *Polytrauma [Polytrauma]*. 2017;(1):72-81. (In Russian).

11. Коваленко А.Н., Джавадов А.А., Шубняков И.И., Билык С.С., Денисов А.О., Черкасов М.А. и др. Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2019;25(3):37-46. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46. Kovalenko A.N., Dzhevadov A.A., Shubnyakov I.I., Bilyk S.S., Denisov A.O., Cherkasov M.A. et al. [Mid-term Outcomes of Using Custom-Made Implants for Revision Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2019;25(3):37-46. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46.

12. Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Шкарубо А.Н., Доценко В.В., Еськин Н.А., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Аддитивные технологии в хирургии деформаций позвоночника. Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. 2018;(3-4):19-29. doi: 10.17116/vto201803-04119. Kuleshov A.A., Vetrile M.S., Shkarubo A.N., Docenko V.V., Es'kin N.A., Lisyanskiy I.N., Makarov S.N. [Additive technologies in surgical treatment of spinal deformities]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]*. 2018;(3-4):19-29. (In Russian). doi: 10.17116/vto201803-04119.

13. Routt, M. L. C., Simonian, P. T., & Grujic, L. (1995). Preliminary Report: The Retrograde Medullary Superior Pubic Ramus Screw for the Treatment of Anterior Pelvic Ring Disruptions: A New Technique. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 9(1), 35–44. doi:10.1097/00005131-199502000-00006

14. Vaidya R, Colen R, Vigdorichik J, Tonnos F, Sethi A. Treatment of unstable pelvic ring injuries with an internal anterior fixator and posterior fixation: initial clinical series. *J Orthop Trauma*. 2012 Jan;26(1):1-8. doi: 10.1097/BOT.0b013e318233b8a7. PMID: 22048183.

15. Oikonomidis S, Alabsi A, Ashqar G, Graf M, Sobottke R. Intra-medullary Stabilization of Pubic Ramus Fractures in Elderly Patients With a Photodynamic Bone Stabilization System (IlluminOss). *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2019;10:2151459318824904. Published 2019 Apr 25. doi:10.1177/2151459318824904

16. Иванов П.А., Заднепровский Н.Н., Неведров А.В., Каленский В.О. Внутрикостная фиксация переломов лонной кости штифтом с блокированием: первый клинический опыт. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):111-120. doi:10.21823/2311-2905-2018-24-4-111-120

Ivanov P.A., Zadneprovsky N.N., Nevedrov A.V., Kalensky V.O. Pubic Rami Fractures Fixation by Interlocking Intramedullary Nail: First Clinical Experience. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(4):111-120. (In Russian) doi:10.21823/2311-2905-2018-24-4-111-120

17. Galvagno S.M., Nahmias J.T., Young D.A. Advanced Trauma Life Support® Update 2019. *Anesthesiology Clinics*. 2019;37(1):13-32. doi:10.1016/j.anclin.2018.09.009.

18. Pape H.C., Krettek C. [Management of fractures in the severely injured influence of the principle of «damage control orthopaedic surgery»]. *Unfallchirurg*. 2003;106(2):87-96. doi: 10.1007/s00113-003-0580-2.

19. Meinberg E.G., Agel J, Roberts C., Karam M.D., Kellam J.F. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018;32:71-76. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063.

20. Denis F, Davis S., Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;227:67-81. PMID: 3338224.

21. Starr A. J., Nakatani T., Reinert C. M., Cederberg K. Superior Pubic Ramus Fractures Fixed With Percutaneous Screws: What Predicts Fixation Failure? *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2008;22(2):81-87. doi:10.1097/bot.0b013e318162ab6e .

22. Донченко С.В., Дубров В.Э., Голубятников А.В., Черняев А.В., Кузькин И.А., Алексеев Д.В., Лебедев А.Ф. Способы окончательной фиксации тазового кольца, основанные на расчетах конечно-элементной модели. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2014;(1):38-44. doi: 10.32414/0869-8678-2014-1-38-44. Donchenko S.V., Dubrov V.E., Golubyatnikov A.V., Chernyaev A.V., Kuz'kin I.A., Alekseev D.V., Lebedev A.F. [Techniques for final pelvic ring fixation based on the method of finite element modeling]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]*. 2014;(1):38-44. (In Russian). doi: 10.32414/0869-8678-2014-1-38-44.

23. Bodzay T, Sztrinkai G., Pajor S., Gál T., Jónás Z., Erdős P., Váradi K. Does surgically fixation of pubic fracture increase the stability of the operated posterior pelvis? *Eklek Hastalik Cerrahisi*. 2014;25(2):91-95. doi: 10.5606/ehc.2014.20.

24. Zou Y, Han Q, Weng X, Zou Y, Yang Y, Zhang K. et al. The precision and reliability evaluation of 3-dimensional printed damaged bone and prosthesis models by stereo lithography appearance. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(6):e9797. doi:10.1097/MD.0000000000009797.

25. Hoang D, Perrault D, Stevanovic M., Ghiassi A. Surgical applications of three-dimensional printing: a review of the current literature & how to get started. *Ann Transl Med*. 2016;4(23):456. doi: 10.21037/atm.2016.12.18.

26. Cai L, Zhang Y, Chen C., Lou Y, Guo X, Wang J. 3D printing-based minimally invasive cannulated screw treatment of unstable pelvic fracture. *J Orthop Surg Res*. 2018;13(1):71. doi: 10.1186/s13018-018-0778-1.

27. Zeng C., Xiao J, Wu Z, Huang W. Evaluation of three-dimensional printing for internal fixation of unstable pelvic fracture from minimal invasive para-rectus abdominis approach: a preliminary report. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(8):13039-13044.

28. Wu X.B., Wang J.Q., Zhao C.P., Sun X., Shi Y., Zhang Z.A. et al. Printed three-dimensional anatomic templates for virtual preoperative planning before reconstruction of old pelvic injuries: initial results. *Chin Med J (Engl)*. 2015;128(4):477-482. doi: 10.4103/0366-6999.151088.

29. Chen K., Yao S., Yang F, Drepaul D, Telemacque D., Zhu F. et al. Minimally Invasive Screw Fixation of Unstable Pelvic Fractures Using the “Blunt End” Kirschner Wire Technique Assisted by 3D Printed External Template. *Biomed Res Int*. 2019;2019:1524908. doi: 10.1155/2019/1524908.

30. Fang C., Cai H., Kuong E., Chui E., Siu Y.C., Ji T., Drstvenšek I. Surgical applications of three-dimensional printing in the pelvis and acetabulum: from models and tools to implants. *Unfallchirurg*. 2019;122(4):278-285. doi: 10.1007/s00113-019-0626-8.

31. Wong K.C. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthop Res Rev*. 2016;8:57-66. doi: 10.2147/ORR.S99614.

32. Krettek C., Bruns N. [Current concepts and new developments of 3D printing in trauma surgery]. *Unfallchirurg*. 2019;122(4):256-269. doi: 10.1007/s00113-019-0636-6.

## Авторы:

**Солод Эдуард Иванович** — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии РУДН; врач травматолог-ортопед, НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; научный консультант 2-го травматологического отделения ГКБ им. А.К. Ерамишанцева

**Лазарев Анатолий Федорович** — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением, НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова

**Абдулхабир Магомед Абдулхабирович** — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии РУДН; научный консультант 2-го травматологического отделения ГКБ им. А.К. Ерамишанцева;

**Момбеков Артур Оморович** – канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии РУДН; консультант МОКДЦД;

**Петровский Роман Александрович** — аспирант кафедры травматологии и ортопедии РУДН

**Овчаренко Антон Васильевич** — начальник центра травматологии БСМП им. К.Н. Шевченко

#### **Authors:**

**Eduard I. Solod** — Dr. Sci. (Med.), professor, Chair of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University; trauma and orthopaedic surgeon, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics; scientific consultant, Eramishantsev City Clinical Hospital

**Anatoliy F. Lazarev** — Dr. Sci. (Med.), professor, Head of the Department, Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics

**Magomed A. Abdulkhabirov** — Cand. Sci. (Med.), assistant professor, Chair of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University; scientific consultant, Eramishantsev City Clinical Hospital

**Artur O.Mombekov** - Cand. Sci. (Med.), assistant professor, Chair of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University; consultant MOKDCD

**Roman A. Petrovskiy** — postgraduate, Chair of Traumatology and Orthopaedics, RUDN University

**Anton V. Ovcharenko** — head, center of traumatology, Hospital of Emergency Medical Care

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.46-51

УДК 617.3

© Мартыненко Д.В., Волошин В.П., Шевырев К.В., Ошкуков С.А., Степанов Е.В., 2020

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ОДНОСТОРОННЕГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПРИ КОКСАРТРОЗЕ

*МАРТЫНЕНКО Д.В.<sup>1,а</sup>, ВОЛОШИН В. П.<sup>1,б</sup>, ШЕВЫРЕВ К. В.<sup>1,с</sup>, ОШКУКОВ С. А.<sup>1,д</sup>, СТЕПАНОВ Е. В.<sup>2,е</sup>*<sup>1</sup>Кафедра травматологии и ортопедии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва, 129110, Россия<sup>2</sup>Отделение травматологии и ортопедии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва, 129110, Россия

### Резюме

В работе проанализированы основные функциональные характеристики системы локомоции до и после эндопротезирования тазобедренного сустава, определенные аппаратными методами с использованием комплекса исследования ходьбы «Биомеханика» МБН.

Материалы и методы. Интерпретация результатов биомеханического исследования пациентов с патологией тазобедренных суставов аппаратными средствами проведена на основании данных подометрии, гониометрии и динамометрии после их статистической обработки. В работе оценивались функциональные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава, характеризующие реакцию системы локомоции на нагрузку и подвижность в протезированном тазобедренном суставе.

Время контакта конечностей с опорной поверхностью оценивали по периодам опоры и периодам одиночной опоры, а также по времени перекатов стоп. Для характеристики силы контакта конечностей с опорной поверхностью оценивали два стандартных показателя: динамическую опороспособность конечности и переменные динамические нагрузки. Исследование подвижности протезированного тазобедренного сустава дополнялось определением скоростей угловых перемещений в суставе.

Результаты. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава повышает симметричность ходьбы и снижает хромоту, переводя ее из явной в скрытую. В 42 % случаев конечность на стороне эндопротезирования оставалась после операции менее опорной.

Динамическая опороспособность в течение 14 месяцев после эндопротезирования восстанавливается до нижних границ нормы.

Подвижность протезированного тазобедренного сустава в течение 20 месяцев восстанавливается, но не достигает нормальных значений. Наблюдение за восстановлением скоростей угловых перемещений в тазобедренном суставе показало их увеличение в два раза в течение первых 14 месяцев после операции.

Заключение. На основании полученных данных можно сделать вывод о целесообразности проведения эндопротезирования тазобедренного сустава пациентам на более ранней стадии развития коксартроза, до развития у них выраженных анатомо-функциональных изменений.

**Ключевые слова:** биомеханика ходьбы; коксартроз; тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава

## FUNCTIONAL RESULTS OF PRIMARY UNILATERAL HIP ARTHROPLASTY FOR ARTHROSIS OF THE HIP JOINT

*MARTYNENKO D. V.<sup>1,а</sup>, VOLOSHIN V. P.<sup>1,б</sup>, SHEVYREV K. V.<sup>1,с</sup>, OSHKUKOV S. A.<sup>1,д</sup>, STEPANOV E. V.<sup>1,е</sup>*<sup>1</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI); 61/2 Shchepkina ul., Moscow, 129110, Russian Federation

### Abstract

In this study, the main functional characteristics of the locomotion system were analyzed before and after hip joint replacement using the Biomechanics walking research complex. Evaluation of the results of a biomechanical study of patients with hip joint pathology with hardware was based on the methodology for processing podometry, goniometry and dynamometry data, including a number of calculations and processing of the results using descriptive statistics methods. The data processing technique includes the assessment of all necessary parameters expressing the response of the locomotion system to the load and the characteristic of mobility in the hip joints. Total hip arthroplasty makes walking more symmetrical and reduces lameness, making it hidden. In 42 % of cases, the limb on the side of the endoprosthesis remained in support. Dynamic supportability within 14 months after arthroplasty is restored to the lower limits of the norm. The mobility of the prosthetic hip joint improves for 20 months, but does not reach normal values. Observation of the restoration of the angular displacement velocities in the hip joint showed their double increase during the first 14 months after the operation. The results of the study require further reflection to develop practical recommendations for the surgical treatment of patients with coxarthrosis and their subsequent rehabilitation. Based on the data obtained, it can be concluded that the hip joint endoprosthesis are appropriate for patients at an earlier stage of coxarthrosis, before they develop severe anatomical and functional changes

**Key words:** biomechanics of walking; arthrosis of the hip joint; total arthroplasty of the hip joint

<sup>а</sup> E-mail: ant0708@yandex.ru<sup>б</sup> E-mail: viktor\_voloshin@mail.ru<sup>с</sup> E-mail: skv-moniki@yandex.ru<sup>д</sup> E-mail: sergey0687@mail.ru<sup>е</sup> E-mail: evstepanov@list.ru



## Введение

Деформирующий коксартроз – хроническое полиэтиологическое заболевание тазобедренного сустава, сопровождающееся болью и функциональными нарушениями, которые приводят к снижению качества жизни больного. К наиболее распространенным функциональным нарушениям данного заболевания относятся хромота, тугоподвижность в пораженном суставе и снижение динамических нагрузок на пораженную конечность [1,2,3]. Снижение качества жизни больного при коксартрозе связано с нарушением походки, необходимостью дополнительных средств опоры и ухудшением самообслуживания [3,4,5].

Наиболее распространенным методом оперативного лечения деформирующего коксартроза на современном этапе является тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. Целью тотального эндопротезирования тазобедренного сустава является купирование болевого синдрома и повышение качества жизни больного путём улучшения функции оперированного сустава [6,7,8].

Функциональный анализ является важным аспектом изучения результатов эндопротезирования тазобедренного сустава [3,9]. В данном исследовании предпринята попытка проанализировать основные функциональные характеристики системы

локомоции до и после эндопротезирования тазобедренного сустава, определенные аппаратными методами.

## Материалы и методы

В нашем исследовании проведен анализ функциональных результатов 69 односторонних первичных эндопротезирований тазобедренного сустава у 69 больных обоего пола в возрасте от 30 до 73 лет (средний возраст 50,7 лет), выполненных в период с 2007 по 2012 годы. Мужчин в исследовании было 32, женщин – 37. Оценены результаты после эндопротезирования правого тазобедренного сустава в 35 случаях, после эндопротезирования левого тазобедренного сустава в 34 случаях. В 31 наблюдении прослежены изменения функции до и после эндопротезирования. В работе использовали аппаратный комплекс исследования ходьбы «Биомеханика» МБН.

Для интерпретации результатов биомеханического исследования пациентов с патологией тазобедренных суставов аппаратными средствами была разработана методика оценки данных подометрии, гониометрии и динамометрии, включающая качественную и количественную оценку отклонений полученных значений от нормы (Таблица 1). Для определения достоверности изменений количественных показателей вычисляли t-критерий и определяли его значимость.

Таблица 1

Оцениваемые функциональные параметры ходьбы

Оцениваемый параметр	Среднее значение параметра при ЦШ=1 с.	Среднее значение параметра при ЦШ=1,2 с.	Среднее значение параметра при ЦШ=1,4 с.
Период опоры конечности в % от длительности цикла шага	61,6	62,1	62,7
Период одиночной опоры конечности в % от длительности цикла шага	35,4	37,40	39,4
% времени переката через пятку от длительности цикла шага	10	12,5	15
% времени переката через голеностопный сустав от длительности цикла шага	16	17,5	19
% времени переката через передний отдел стопы от длительности цикла шага	23,2	33,2	40,2
Динамическая опороспособность конечности в % от веса тела	105	113	123
Величина переменных динамических нагрузок в % от веса тела	33	35	37
Амплитуда подвижности тазобедренного сустава в градусах	37,3	37,5	37,7
Скорость первого сгибания тазобедренного сустава градусов в секунду	0	4,63	7,14
Скорость разгибания тазобедренного сустава градусов в секунду	84,7	66,5	53,7
Скорость второго сгибания тазобедренного сустава градусов в секунду	110,9	94,7	85,9

## Результаты

Функциональные результаты после тотального одностороннего эндопротезирования тазобедренного сустава оценены у 69 пациентов. Средний срок от эндопротезирования сустава до функциональной оценки результатов в исследуемой группе составил 21 месяц. Максимальное время, прошедшее от момента эндопротезирования до функционального исследования составило 142 месяца, минимальное – 5 месяцев.

Функциональную характеристику соотносили с наличием болевого синдрома в тазобедренных суставах. Отсутствие болевого синдрома после одностороннего эндопротезирования отмечено в 7 случаях, двусторонний болевой синдром выявлен в 10 случаях, односторонний болевой синдром отмечали в 52 случаях, причем в 42 случаях сторона болевого синдрома не совпадала со стороной эндопротезирования, а в 10 случаях односторонний болевой синдром отмечали на стороне эндопротезирования.

В исследовании определяли пять качественных параметров, характеризующих состояние оперированной нижней конечности: отсутствие болевого синдрома, преобладание периода опоры; преобладающая динамическая опороспособность; преобладающие переменные динамические нагрузки; преобладающая мобильность протезированного тазобедренного сустава. Наличие каждого из пяти параметров на стороне эндопротезирования оценивалось в 1 балл. Лучшая качественная оценка отмечалась при пяти баллах, худшая при нуле баллов. Качественная оценка во всех наблюдениях находилась в прямой зависимости от давности дегенеративно-дистрофического процесса протезируемого тазобедренного сустава (Таблица 2).

В зависимости от качественной оценки оперированной конечности все наблюдения были разделены на две группы с высокой и низкой оценкой результата эндопротезирования. Группа с низкими качественными результатами, оценка которых варьировала от 0 до 2 баллов, насчитывала 27 наблюдений, средняя длительность болевого синдрома до операции в этой группе составила 7,3 года. Группа с высокими качественными результатами с оценкой от 3 до 5 баллов насчитывала 42 случая, средняя длительность болевого синдрома до операции в этой группе составила 3,7 лет.

Таблица 2

### Оценка качественных параметров

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ В БАЛЛАХ	КОЛИЧЕСТВО СЛУЧАЕВ	КОЛИЧЕСТВО НАБЛЮДЕНИЙ В ГРУППАХ СРАВНЕНИЯ
0 баллов	5	27
1 балл	5	
2 балла	17	
3 балла	19	
4 балла	17	42
5 баллов	6	

При сопоставлении функциональных результатов групп с высокой и низкой качественной оценкой, в группе с высокой оценкой и, соответственно, более ранним эндопротезировани-

ем, значительно удлинился период опоры ( $p > 0.01$ ), возросла подвижность протезированного сустава ( $p > 0.01$ ).

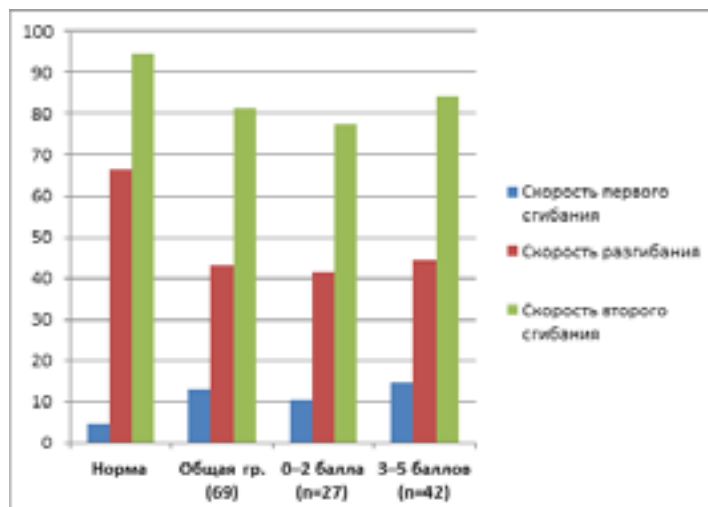


Диаграмма 1. Скорости угловых перемещений в протезированном тазобедренном суставе в норме, в общей группе наблюдений и в группах с низкой и высокой качественной оценкой.

Скорости угловых перемещений в протезированном тазобедренном суставе у пациентов с высокой качественной оценкой преобладали незначимо ( $p < 0.05$ ) (Диаграмма 1).

Отклонения перекатов стопы от нормальных значений (Диаграмма 2) демонстрировало снижение переносимости динамических нагрузок конечности на стороне эндопротезирования. В группе с высокой качественной оценкой отмечено достаточно значимое сокращение переката через передний отдел стопы ( $p > 0.05$ ).

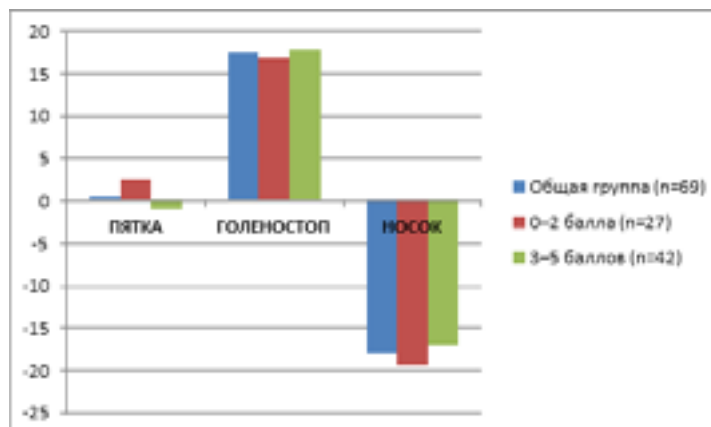


Диаграмма 2. Отклонения значений перекатов стопы через пятку, голеностоп и передний отдел стопы (носок) от нормальных значений на стороне эндопротезирования тазобедренного сустава в общей группе и в группах с низкой и высокой качественной оценкой.

В настоящем исследовании у 31 пациента прослежена динамика функциональных изменений до и после тотального эндопротезирования правого тазобедренного сустава у 14 пациентов, левого тазобедренного сустава у 17 пациентов. Средний возраст в исследованной группе составил 50,3 лет, наиболее молодому пациенту было 30 лет, наиболее пожилому – 73 года. Количество мужчин в группе составило – 14, женщин – 17. Средний срок

от одностороннего эндопротезирования до функциональной оценки результатов в исследуемой группе составил 14 месяцев. Максимальное время, прошедшее от момента эндопротезирования до функционального исследования составило 27 месяцев, минимальное – 5 месяцев.

В исследовании до и после эндопротезирования определяли пять качественных параметров, характеризующих состояние исследуемой нижней конечности: отсутствие болевого синдрома; преобладание периода опоры; преобладающая динамическая опороспособность; преобладающие переменные динамические нагрузки; преобладающая мобильность протезированного тазобедренного сустава (Таблица 3). Наличие каждого из пяти параметров на стороне эндопротезирования оценивалось в 1 балл. Каждый случай до и после эндопротезирования оценивался в баллах. Лучшую качественную оценку отмечали при пяти баллах, худшую при нуле баллов.

Таблица 3

#### Оценка качественных параметров до и после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ В БАЛЛАХ	КОЛИЧЕСТВО СЛУЧАЕВ ДО ОПЕРАЦИИ	КОЛИЧЕСТВО СЛУЧАЕВ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ
0 баллов	19	2
1 балл	7	7
2 балла	2	4
3 балла	2	8
4 балла	1	5
5 баллов	0	5

У 68 % пациентов после операции протезирования конечность стала опорной. Исследование изменений параметра асимметрии одиночной опоры достоверно выявило трансформацию хромоты пациентов из явной в скрытую ( $p > 0.01$ ). Динамическая опороспособность на стороне эндопротезирования достигла нормальных значений ( $p > 0.01$ ).

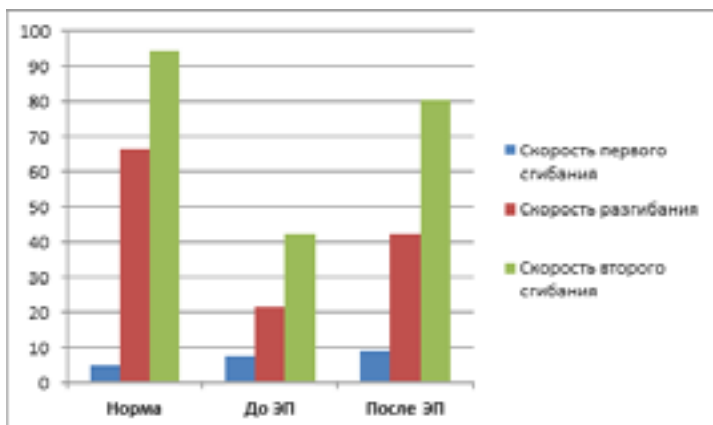


Диаграмма 3. Скорости угловых перемещений в протезируемом тазобедренном суставе в норме и в группах до и после эндопротезирования тазобедренного сустава.

После операции достаточно значима ( $p > 0.05$ ) возросла подвижность протезированного тазобедренного сустава. Скорости

разгибания и второго сгибания в протезированном суставе достоверно возросли в два раза ( $p > 0.01$ ) (Диаграмма 3).

Типичные отклонения перекатов стопы от нормальных значений с удлинением времени переката через голеностопный сустав и сокращением переката через передний отдел стопы (Диаграмма 4) не сопровождалось достоверным улучшением переносимости динамических нагрузок конечности на стороне эндопротезирования.

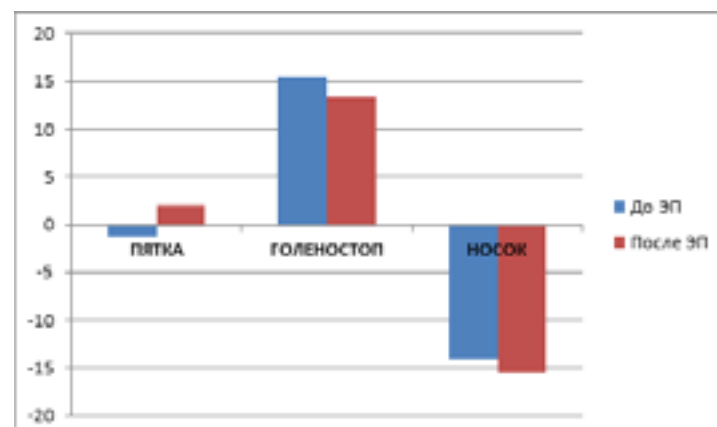


Диаграмма 4. Отклонения значений перекатов стопы через пятку, голеностоп и передний отдел стопы (носок) от нормальных значений на стороне эндопротезирования тазобедренного сустава в группах до и после операции.

#### Обсуждение и выводы

Нормализация реакции системы локомоции на нагрузку и повышение мобильности протезированного сустава определяют цель хирургической реабилитации больного с поражением тазобедренного сустава.

В работе проведена оценка функциональных результатов эндопротезирования тазобедренного сустава, определенных аппаратными средствами (комплекс «Биомеханика» МБН), предусматривающая характеристику всех необходимых параметров, отражающих реакцию системы локомоции на нагрузку и подвижность в тазобедренных суставах.

Для характеристики времени контакта конечностей с опорной поверхностью, кроме широко используемой оценки периодов опоры и периодов одиночной опоры, определяли перекаты стоп по опорной поверхности. Это позволило характеризовать хроническое снижение переносимости динамических нагрузок системой локомоции при патологии.

Для характеристики силы контакта конечностей с опорной поверхностью оценивали два стандартных показателя: динамическую опороспособность конечности и переменные динамические нагрузки.

Использование показателей скорости угловых перемещений для характеристики кинематики тазобедренного сустава выигрывает в сравнении с показателем амплитуды движений в суставе, так как более отчетливо характеризует функцию тазобедренного сустава, представляя периоды первого сгибания, разгибания и второго сгибания в тазобедренном суставе как постепенное ускорение угловых перемещений в данном суставе.

Применение описанной системы оценки функциональных результатов эндопротезирования тазобедренного сустава позволило выявить ряд характерных послеоперационных изменений системы локомоции.

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава повышает симметричность ходьбы и снижает хромоту, переводя ее из явной в скрытую.

В 42 % случаев конечность на стороне эндопротезирования не становилась после операции опорной. Меньшее время опоры на стороне эндопротезирования отмечалось даже в случаях поражения противоположного тазобедренного сустава и могло быть объяснено утратой обратной аферентации от замещенного сустава, необходимой для перестройки временных параметров контакта нижних конечностей с опорой.

Значительные отклонения перекатов от нормальных значений на стороне эндопротезирования не претерпевают отчетливого регресса в течение 20 месяцев после операции. Отсутствие значительного различия соотношения перекатов в группах с высокими и низкими функциональными показателями может объясняться длительностью хронического процесса до операции, перестроившего систему локомоции в сторону расширения инерционного переката и сокращения перекатов, связанных с энергетическими затратами.

Динамическая опороспособность в течение 14 месяцев после эндопротезирования восстанавливается до нижних границ нормы.

Подвижность протезированного тазобедренного сустава в течение 20 месяцев восстанавливается, но не достигает нормальных значений. Наблюдение за восстановлением скоростей угловых перемещений в тазобедренном суставе показало их увеличение в два раза в течение первых 14 месяцев после операции. При исследовании изменений подвижности тазобедренного сустава до и после эндопротезирования обращает на себя внимание некоторое увеличение скорости в нем первого сгибания, что может объясняться частичной утратой в ходе операции капсульно-связочных стабилизаторов сустава.

Восстановление функциональных показателей после одностороннего эндопротезирования находилось в прямой зависимости от давности дегенеративно-дистрофического процесса протезируемого тазобедренного сустава.

### Заключение

Полученные результаты исследования требуют дальнейшего осмысления для выработки практических рекомендаций по хирургическому лечению пациентов с коксартрозом и их последующей реабилитации. На основании полученных данных можно сделать вывод о целесообразности проведения эндопротезирования тазобедренного сустава пациентам на более ранней стадии развития коксартроза, до развития у них выраженных анатомо-функциональных изменений.

### Для цитирования:

[Мартыненко Д.В., Волошин В.П., Шевырев К.В., Ошкуков С.А., Степанов Е.В., ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ОДНОСТОРОННЕГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕН-

НОГО СУСТАВА ПРИ КОКСАРТРОЗЕ // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020.№3. С. 46-51. [Martynenko D.V., Voloshin V.P., Shevyrev K.V., Oshkukov S.A., Stepanov E.V., FUNCTIONAL RESULTS OF PRIMARY UNILATERAL HIP ARTHROPLASTY FOR ARTHROSIS OF THE HIP JOINT *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020.№3. pp. 46-51]

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

### Список литературы/References:

1. Silva D., Gabriel R., Moreira M., Abrantes J., Faria A. Temporal parameters of the foot roll-over during walking: with and without direction changes in postmenopausal women // *Journal of Biomechanics* 2012; Vol. 45, № 1S; P. 235. DOI: 10.1016/S0021-9290(12)70236-1
2. Stickley C.D., Andrews S.N., Parke E.A., Hetzler R.K. The effectiveness of scaling procedures for comparing ground reaction forces // *Journal of Biomechanics* 2018; Vol. 77; P. 55 – 61. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2018.06.021
3. Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия – М.: НМФ «МБН», 2007. – 640 с.
4. Foucher K.C., Schlink B.R., Shakoор N., Wimmera M.A. Sagittal plane hip motion reversals during walking are associated with disease severity and poorer function in subjects with hip osteoarthritis // *Journal of Biomechanics* 2012; Vol. 45, № 8; P. 1360 – 1365. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2012.03.008
5. O'Connor J.D., Rutherford M., Bennett D., Hill J.C., Beverland D.E., Dunne N.J., Lennon A.B. Long-term hip loading in unilateral total hip replacement patients is no different between limbs or compared to healthy controls at similar walking speeds // *Journal of Biomechanics* 2018; Vol. 80; P. 8 – 15. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2018.07.033
6. Tsai T.-Y., Dimitriou D., Li J.-S., Nam K.W., Lin G., Kwon Y.-M. Asymmetric hip kinematics during gait in patients with unilateral total hip arthroplasty: In vivo 3-dimensional motion analysis // *Journal of Biomechanics* 2015; Vol. 48, № 4; P. 555 – 559. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2015.01.021.
7. Foucher K.C. Gait abnormalities before and after total hip arthroplasty differ in men and women // *Journal of Biomechanics* 2016; Vol. 49; P. 3582 – 3586. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2016.09.003
8. Beaulieu M.L., Lamontagne M., Beaulieu P.E. Lower limb biomechanics during gait do not return to normal following total hip arthroplasty // *Gait & Posture* 2010; Vol. 32, № 2; P. 269 - 273. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.05.007
9. Perry J. Gait analysis. Normal and pathological function. SLACK Incorporated, 1992. – 524 p.

### Авторы:

**Мартыненко Дмитрий Владимирович** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФУВ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. ant0708@yandex.ru

**Волошин Виктор Парфентьевич** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения травматологии и ортопедии МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФУВ МОНИКИ. viktor\_voloshin@mail.ru

**Шевырев Константин Васильевич** - кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. skv-moniki@yandex.ru

**Ошкуков Сергей Александрович** - кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. sergey0687@mail.ru

**Степанов Евгений Викторович** – младший научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. [evstepanov@list.ru](mailto:evstepanov@list.ru)

#### **Authors:**

**Martynenko Dmitry Vladimirovich** – the candidate of medical sciences, Associate professor of Course of traumatology and orthopedics, Postgraduate Training Faculty, Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI).

**Voloshin Victor Parfentyevich** – the doctor of medical sciences, Professor, Head of the Department of traumatology and orthopedics of Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), Head of Course of traumatology and orthopedics, Postgraduate Training Faculty, Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI).

**Shevyrev Konstantin Vasilyevich** - the candidate of medical sciences, the leading researcher of the Department of traumatology and orthopedics of Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI).

**Oshkukov Sergey Aleksandrovich** - the candidate of medical sciences, the researcher of the Department of traumatology and orthopedics of Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI).

**Stepanov Evgeny Viktorovich** is the assistant researcher of the Department of traumatology and orthopedics of Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI).

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.52-62

УДК 617-089.844

© Хомянец В.В., Гладков Р.В., 2020

## СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТРАНССУХОЖИЛЬНОГО АРТРОСКОПИЧЕСКОГО ШВА И ФИКСАЦИИ ПО МЕТОДИКЕ «ВСЕ ВНУТРИ» ПРИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЫВАХ СУСТАВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУХОЖИЛИЙ ВРАЩАЮЩЕЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧА

ХОМИНЕЦ В.В.<sup>1,а</sup>, ГЛАДКОВ Р.В.<sup>1,а</sup><sup>1</sup>Кафедра военной травматологии и ортопедии, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, 194044, Россия

### Резюме

**Цель исследования** – сравнить среднесрочные функциональные результаты артроскопического транссухожильного шва и шва по методике «все внутри» у пациентов с частичными повреждениями суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча (С-ЧРВМП), глубиной 50-90% толщины сухожилия.

**Материал и методы.** В ходе исследования были сформированы две сравниваемые группы, содержащие 91 пациента старше 55 лет с МР-признаками частичного разрыва суставной поверхности сухожилия надостной мышцы атравматического происхождения, глубиной 50-90% толщины сухожилия и сопровождающегося клиническими проявлениями. 49 пациентам I группы после субакромиальной декомпрессии выполняли транссухожильную фиксацию поврежденных сухожилий. 42 пациентам II группы был выполнен шов по методике «все внутри». Каждая группа содержала две подгруппы пациентов с ретракцией оторванной суставной порции манжеты (38 наблюдений) и пациентов без расслоения манжеты и ретракции (53 наблюдения).

Функциональное состояние пациентов оценивали при помощи шкалы Constant перед началом лечения, а также через 24 мес. после операции. Под наблюдением в течение всего периода исследования находился 91 пациент, среди которых было 20 женщин и 71 мужчина, средний возраст которых составил 65±8,9 лет. Статистически значимых отличий в общей структуре пациентов исследуемых групп не было. При сравнительной оценке эффективности лечения применяли двувывборочные t-тесты Стьюдента для зависимых и независимых выборок с доверительным интервалом 95%. Для сравнения дихотомических переменных использовали критерий согласия Пирсона. Критический уровень статистической значимости принимали 5% ( $P \leq 0,05$ ).

**Результаты.** Средние функциональные результаты лечения пациентов с частичными разрывами суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча, глубиной 50-90% толщины сухожилия без учета ретракции оторванного суставного слоя, отличались не значимо ( $p = 0,178$ ) при применении транссухожильного шва ( $78,5 \pm 11,2$ ) и шва по методике «все внутри» ( $81,3 \pm 10,4$ ), однако болевой синдром и амплитуда движений в плечевом суставе были лучше ( $p = 0,015$  и  $0,029$ , соответственно) после выполнения артроскопического шва «все внутри». У пациентов с ретракцией суставной порции вращающей манжеты плеча функциональные результаты были значимо лучше ( $p = 0,023$ ) после шва «все внутри» при суммарной оценке по шкале Constant, а стойкие контрактуры вследствие послеоперационного адгезивного капсулита наблюдали только после транссухожильной фиксации манжеты (3 наблюдения, 13,6%). В случаях отсутствия ретракции суставного слоя манжеты как при суммарной оценке по шкале Constant, так и по подшкалам значимых отличий между сравниваемыми техниками артроскопического шва выявлено не было.

**Выводы.** Для выбора способа хирургической фиксации частично разорванных со стороны полости плечевого сустава сухожилий вращающей манжеты плеча необходимо помимо определения глубины и локализации повреждения, также учитывать расслоение поврежденного сухожилия и ретракцию оторванного суставного слоя. При наличии ретракции более эффективно выполнение шва по методике «все внутри».

**Ключевые слова:** частичный разрыв сухожилий вращающей манжеты плеча; субакромиальный импиджмент-синдром; транссухожильная фиксация; шов «все внутри».

## COMPARISON OF THE CLINICAL OUTCOMES AFTER IN SITU TRANSTENDINOUS AND «ALL-INSIDE» REPAIR TECHNIQUE FOR PARTIAL-THICKNESS ARTICULAR-SIDED ROTATOR CUFF TEARS

KHOMINETS V.V.<sup>1,а</sup>, GLADKOV R.V.<sup>1,а</sup><sup>1</sup>FGBOU VO «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» the Ministry of Defense of Russia, 194044, St. Petersburg, street Academic Lebedev 6.

### Abstract

**Objective** - To compare the functional results of the arthroscopic transtendinous repair and «All-inside» technique in patients with partial-thickness articular-sided rotator cuff tears, with a depth of 50-90% of the tendon thickness.

**Material and methods.** The study with the formation of two compared groups containing 91 patients older than 55 years with symptomatic partial atraumatic rupture of the articular surface of the supraspinatus tendon, with a depth of 50-90% of the tendon thickness. After subacromial decompression, 49 patients of group

<sup>а</sup> E-mail: khominets\_62@mail.ru

I underwent transtendon repair. 42 patients of group II had a suture according to the «all-inside» technique. Each group contained two subgroups of patients with retraction articular portion of the cuff (38 observations) and patients without retraction (53 observations). The clinical outcomes was assessed using the Constant score before treatment, as well as after 24 months. During the entire study period, 91 patients were monitored, among whom were 20 women and 71 men, the average age was  $65 \pm 8,9$  years. There were no statistically significant differences in the overall structure of patients in the study groups. In a comparative assessment of treatment efficacy, t-tests were used for dependent and independent samples with a confidence interval of 95%.

**Results.** The summary functional results of patients without retraction of the articular layer rotator cuff, did not differ significantly ( $p = 0.178$ ) when using a transtendon suture ( $78.5 \pm 11.2$ ) and the «all-inside» repair technique ( $81.3 \pm 10.4$ ), however, the pain syndrome and the range of motion in the shoulder joint were better ( $p = 0.015$  and  $0.029$ , respectively) after «all-inside» suture. In patients with retraction of the articular portion of rotator cuff, the functional results were significantly better ( $p = 0.023$ ) after the «all-inside» technique with an summary Constant score, and persistent contracture due to postoperative adhesive capsulitis was observed only after transtendon fixation of the cuff (3 observations, 13,6%). In cases where there was no retraction of the articular layer of the cuff, both during the summary assessment on the Constant score and on the subscores, there were no significant differences between the compared techniques of arthroscopic suture.

**Conclusion.** To choice the method of surgical fixation of the tendons of the rotator cuff of the shoulder, partially torn from the articular side, it is necessary to take into account the stratification of the damaged tendon and the retraction of the articular joint layer, in addition to determining the depth and location of the damage. In the presence of retraction, it is more efficient to perform the «all-inside» repair technique.

**Key words:** PASTA, PT-RCT, All-inside repair technique, transtendinous fixation.

### Введение

Публикуемые в научной литературе сведения о результатах лечения пациентов с частичными разрывами суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча (С-ЧРВМП) противоречивы и эволюционируют с появлением новых биомеханических и клинических данных [2, 3, 4]. Существует несколько подходов к хирургическому лечению С-ЧРВМП с применением артроскопии, включая субакромиальную декомпрессию, шов сухожилий «на месте» и завершение разрыва в полнослойный с последующим швом. Результаты субакромиальной декомпрессии практически не отличаются у пациентов с С-ЧРВМП глубиной менее 50% толщины сухожилия и пациентов без повреждений вращающей манжеты, т.е. шов не требуется при повреждениях суставной поверхности I-II ст. по Н. Ellman [1, 2, 5]. Учитывая наличие гистологических признаков выраженных дегенеративных изменений сохранившейся порции сухожилия в области частичного разрыва манжеты, а также техническую простоту и отработанность техники шва при полнослойной разрыве, при С-ЧРВМП глубиной более 50% допустимо преобразование разрыва в полнослойный с последующей рефиксацией [6]. Клиническая эффективность данной техники была подтверждена в ряде работ и применять ее начали раньше фиксации «на месте» [3, 7, 8]. Однако, отсечение интактной части сухожилия сопровождается риском неанатомичного восстановления места фиксации сухожилия к кости (футпринта) и изменения нормальной биомеханики сухожилия, а также нарушением его приращения. При завершении разрыва возрастает частота рецидивных повреждений, что связано с формированием рубцовой ткани при отсутствии восстановления фиброзно-хрящевое соединения «сухожилие-кость» [9];

Фиксация «на месте» анатомичнее восстанавливает геометрию футпринта и более устойчива к предельным растягивающим нагрузкам, демонстрируя в биомеханическом эксперименте образование меньших дефектов рефиксированной ткани [10-12]. S.J. Snyder предложил транссухожильную артроскопическую технику фиксации при С-ЧРВМП с целью восстановления медиальной контактной поверхности сухожилия, сохранения интактных волокон субакромиальной поверхности, исходной длины и натяжения рефиксированного сухожилия [13].

Результаты метаанализа свидетельствуют, что транссухожильная рефиксация достоверно реже сопровождается рецидивными разрывами манжеты [6]. Биомеханические исследования транссухожильного шва манжеты подтвердили более плотный контакт «сухожилие-кость» в зоне футпринта и большую нагрузку на разрыв, в сравнении со швом преобразованного частичного разрыва в полнослойный [13]. В последующем множество клинических исследований подтвердили высокую эффективность транссухожильного шва относительно уменьшения болевых ощущений, восстановления силы мышц и функции верхней конечности, оцениваемых по разным шкалам [9, 11, 14-17].

Однако результаты некоторых исследований указывали на наличие дискомфорта и боли после транссухожильного шва [12, 14, 18]. По мнению А. Castagna, рефиксация оторванного и сократившегося артикулярного слоя манжеты на исходное место может приводить к укорочению и «гофрированию» интактного субакромиального слоя, неравномерному натяжению слоев, нарушению баланса сил в сухожилии и, как следствие, остаточному болевому синдрому [14]. Также, ряд исследователей сообщили о повышенном риске развития контрактуры плечевого сустава и адгезивного капсулита после транссухожильной фиксации манжеты, что связано с медиализацией футпринта артикулярного слоя и неравномерным передавливанием субакромиального слоя сухожилия нитями шва [12, 18-20]. Основной причиной неравномерного натяжения слоев сухожилия является тангенциальное направление прошивающего инструмента медиальнее ротаторного кабеля манжеты в соответствии с традиционной техникой транссухожильного шва. Необходимость прошивания сухожилия надостной мышцы медиальнее ротаторного кабеля биомеханически была обоснована в работе Wieser К. в 2013 г. [21].

Избежать неравномерного натяжения слоев возможно путем применения техники «все внутри», предложенной Spencer E.E.Jr. в 2010 г. [16]. Шов по методике «все внутри» исключает проведение нитей через интактную порцию сухожилия надостной мышцы, независимо фиксируя сократившийся артикулярный слой. Таким образом не происходит перенатяжения интактной порции манжеты швом.

**Целью** исследования стало сравнение среднесрочных функциональных результатов артроскопического транссухожильного шва и шва по методике «все внутри» у пациентов с частичными повреждениями суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча, глубиной 50-90% толщины сухожилия.

#### Материал и методы исследования

С января 2012 г. по декабрь 2017 г. в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова 164 пациентам с частичными симптоматическими разрывами суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча, глубиной 50-90%, была выполнена фиксация сухожилий «на месте». Поскольку согласно данным исследования Логинова А.Н. и соавт. чувствительность МРТ при оценке С-ЧРВМП составляет 80%, специфичность – 90%, а точность – 84 %, окончательный вывод о глубине и локализации повреждения манжеты делали на основании данных артроскопии после выполнения дебримента зоны повреждения [20].

Наблюдение за 16 пациентами было прервано по разным причинам ранее 24 мес. с момента операции и они были исключены из исследования. В исследование не включили также пациентов с сопутствующими повреждениями капсуло-лабрального комплекса, III-IV стадией омартроза по классификации

Outerbridge R.E., переломами большого бугорка плечевой кости, адгезивным капсулитом, тугоподвижностью плечевого сустава (наружная ротация менее 30° и/или сгибание менее 120°), повреждениями манжеты глубиной менее 50% и более 90% толщины сухожилия, сопутствующими гематологическими, эндокринными, метаболическими и ревматологическими заболеваниями, алкоголизмом, приемом кортикостероидов, а также предшествующими оперативными вмешательствами на плечевом суставе. Наличие сопутствующей патологии длинной головки двуглавой мышцы плеча (ДГДМП) и внутрисуставные повреждения верхней порции сухожилия подлопаточной мышцы, не являлись критериями исключения пациентов из исследования.

Удовлетворяющих критериям включения в исследование пациентов было 91. Транссухожильный шов вращающей манжеты выполнили в 49 наблюдениях, сформировавших I исследуемую группу, а рефиксацию сухожилий по методике «все внутри» – 42 пациентам (II группа). В каждой группе выделили подгруппы пациентов без расслоения манжеты и с подтвержденным в ходе артроскопии расслоением и сокращением (ретракцией) оторванного суставного слоя поврежденного сухожилия, которое наблюдали у 38 (41,8%) пациентов, в т.ч. у 22 (44,9%) из I группы и 16 (38,1%) – из II группы (Рис. 1).



Рис. 1. Схема исследования

Структура исследования согласована этической комиссией Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, а всеми пациентами подписано согласие на участие в исследовании по-

сле разъяснения эффективности исследуемых техник фиксации сухожилий. Наблюдение осуществляли в течение 24 мес., оценивая функциональное состояние пациентов по шкале



Constant C.R. и Murley A.H. перед началом лечения, а также через 24 мес. [22]. Функциональный результат оценивали как «отличный» в диапазоне 86-100 баллов, «хороший» – 71-85 баллов, «удовлетворительный» – 56-70 баллов и плохой – менее 56 баллов.

Кроме того, предлагали пациентам сравнить состояние прооперированной конечности со здоровой. Статистическому анализу были подвергнуты результаты лечения 91 пациента, среди которых был 71 (78%) мужчина и 20 женщин (22%). Средний возраст составил  $65 \pm 8,9$  лет (от 54 до 69 лет), работавших было 39 пациентов (42,9%). Оперировали доминирующую конечность у 50 пациентов (54,9%). Средняя продолжительность симптоматики до включения в исследование составила 40 мес. (от 1 нед. до 5 лет). Курили 13 человек (14,2%). Однократную инъекцию кортикостероидов выполняли в ходе консервативного лечения 41 (45,1%) пациенту. Статистически значимых отличий

в общей структуре пациентов исследуемых групп не было. Детальная характеристика пациентов исследуемых групп представлена в Таблице 1.

На МРТ и в ходе артроскопии определяли глубину и локализацию повреждения вращающей манжеты, состояние мышечной ткани по классификации Fuchs B. [23], наличие повреждений ДГДМП и деформирующего артроза акромиально-ключичного сочленения (АКС). Повреждение суставных поверхностей плечевого сустава оценивали на рентгенограммах по классификации Samilson R. и Prieto V. и во время артроскопии по классификации Outerbridge R.E. [24, 25].

Степень омартроза, частота сопутствующих повреждений ДГДМП, артроза АКС и степень мышечной атрофии вращающей манжеты, представленные в Таблице 2, варьировали между группами и подгруппами статистически не значимо.

Таблица 1.

Общая характеристика пациентов

Признак	I группа (n=49)		P-значение	II группа (n=42)		P-значение
	с ретракцией (n=22)	без ретракции (n=27)		с ретракцией (n=16)	без ретракции (n=26)	
Количество и доля мужчин (n, %)	17 (77,3)	20 (74,1)	0,545	13 (81,3)	21 (80,8)	0,082
Возраст, лет (среднее, стандартное отклонение SD)	65 (9,2)	62 (9,1)	0,923	67 (8,2)	65 (9,9)	0,751
Доминирующая конечность (n, %)	12 (54,5)	15 (55,6)	0,855	8 (50,0)	15 (57,7)	0,382
Работающие (n, %)	9 (40,1)	13 (48,1)	0,213	6 (37,5)	11 (42,3)	0,143
Продолжительность симптоматики, мес. (среднее, стандартное отклонение SD)	42 (9,1)	37 (6,9)	0,085	40 (7,8)	39 (8,7)	0,591
Курящие (n, %)	2 (9,1)	3 (11,1)	0,616	4 (25,0)	4 (15,4)	0,833
Получали инъекцию кортикостероидов (n, %)	10 (45,5)	10 (37,0)	0,417	8 (50,0)	13 (50,0)	0,989

Таблица 2

Распределение пациентов исследуемых групп в зависимости от рентгенологической картины

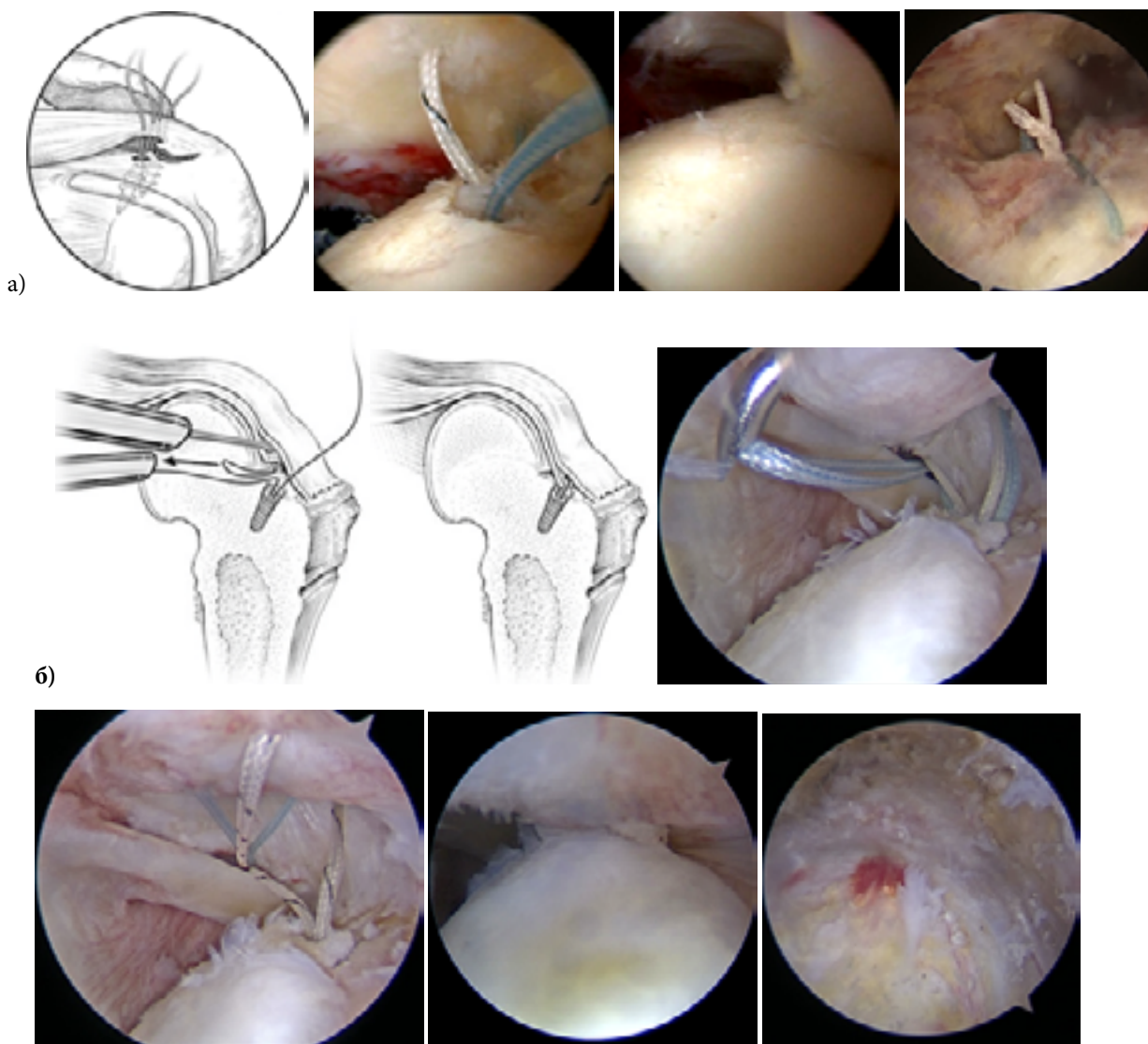
Признак	I группа (n=49)		P-значение	II группа (n=42)		P-значение
	с ретракцией (n=22)	без ретракции (n=27)		с ретракцией (n=16)	без ретракции (n=26)	
Патология длинной головки двуглавой мышцы плеча (n, %)	8 (36,4)	7 (25,9)	0,421	5 (31,3)	9 (34,6)	0,941
Остеоартроз плечевого сустава II ст. (n, %)	11 (50,0)	10 (37,0)	0,173	7 (43,8)	11 (42,3)	0,141
Остеоартроз акромиально-ключичного сочленения (n, %)	14 (63,6)	15 (55,6)	0,125	11 (68,8)	18 (69,2)	0,752
Мышечная атрофия II ст. по Fuchs B. (n, %)	14 (63,6)	14 (51,9)	0,364	7 (43,8)	12 (46,2)	0,566
Мышечная атрофия III ст. по Fuchs B. (n, %)	1 (4,5)	1 (3,7)	0,794	1 (6,3)	0 (0)	0,292

### Хирургическая техника.

Всем пациентам одним хирургом была выполнена артроскопическая субакромиальная декомпрессия в положении на боку после интубации с межлестничным блоком плечевого сплетения. В ходе декомпрессии парциально иссекали субакромиальную синовиальную сумку, резецировали гипертрофированные участки клювовидно-акромиальной связки и выполняли акромиопластику в объеме резекции остеофитов на нижней поверхности АКС, передне-наружного угла и наружного края акромиального отростка лопатки, формируя ровную нижнюю поверхность клювовидно-акромиальной дуги и не нарушая ее целостности. После дебримента сухожилия надостной мыш-

цы измеряли глубину повреждения. Резекцию АКС выполняли при дегенеративном разрушении сочленения сопровождающемся болевым синдромом и положительными мануальными тестами. При нестабильности и частичных разрывах сухожилия ДГДМП операцию дополняли проксимальным межбугорковым анкерным тенodesом.

Рефиксацию сухожилия надостной мышцы с сохраненной значимой интактной субакромиальной порцией при С-ЧРВМП, глубиной от 50 до 90%, осуществляли с применением транссухожильной техники Snyder S.J. (I группа, n=49) или по методике Spencer E.E.Jr. «все внутри» (II группа, n=42). Использовали узловые анкеры Corkscrew FT 5,5 мм (Рис. 2).



**Рис. 2.** Варианты шва «на месте» при частичном разрыве суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча: а) Транссухожильная анкерная рефиксация (схема и артроскопическая картина); б) Техника «все внутри» (схема и артроскопическая картина).

Транссухожильный шов при С-ЧРВМП позволяет восстановить плотный контакт сухожилие-кость, однако сопровождается компрессией и повреждением интактной субакромиальной порции манжеты (Рис. 2а). Техническая простота и воспроизводимость транссухожильной техники S.J. Snyder обусловили

наибольшую ее популярность при фиксации С-ЧРВМП. После субакромиальной декомпрессии, дебримента поврежденного сухожилия и области футпринта через интактную порцию манжеты на границе с суставным хрящем устанавливали узловой анкер. Нитями анкера при помощи иглы с проводни-

ком прошивали одновременно интактную и поврежденную порции сухожилия медиальнее ротаторного кабеля манжеты. При расслоении сухожилия и ретракции суставного слоя направление прошивающей иглы выбирали таким образом, чтобы одновременно фиксировать сократившийся слой, т.е. еще более тангенциально относительно плоскости манжеты. Нити завязывали в субакромиальном пространстве, восстанавливая контакт сухожилие-кость. Одновременная фиксация всех слоев манжеты, помимо повреждения интактной порции, неизбежно сопровождалась разным натяжением поврежденного и интактного слоев манжеты, которое наиболее выражено при ретракции оторванной суставной порции манжеты.

Целью техники «все внутри» является анатомичная рефиксация к медиальной области большого бугорка плечевой кости оторванной суставной порции сухожилия надостной мышцы без нарушения целостности, перенатяжения и передавливания интактной субакромиальной порции. В отличие от оригинальной техники Spencer E.E.Jr. в интервале ротаторов устанавливали один порт, из которого выполняли дебридмент поврежденного сухожилия и области футпринта от остатков культи и рубцовых тканей, а также субакромиальную декомпрессию и прошивание оторванного суставного слоя манжеты. Через интактную порцию сухожилия надостной мышцы шилом формировали канал и устанавливали узловой анкер в область футпринта на границе с суставным хрящем. При помощи ретроградного канюлированного прошивателя по типу шовного лассо из переднего порта нитями из анкера прошивали оторванную суставную порцию манжеты. Формируя от одного до трех швов восстанавливали анатомичное положение оторванного слоя и фиксировали его к кости, помещая узлы шва между интактным и рефиксируемыми слоями для создания плотного контакта сухожилия с костью и предотвращения повреждения узлами шва суставного хряща на головке плечевой кости (Рис. 26).

В послеоперационном периоде сохраняли иммобилизацию конечности повязкой Дезо в течение трех недель с последующей реабилитацией по протоколу Brotzman S.B. и Wilk K.E.,

восстанавливая подвижность плечевого сустава и активную ретракцию лопатки с последующей изометрической и динамической тренировкой мышц плечевого пояса и вращающей манжеты плеча. Завершали реабилитационное лечение силовой и спорт-специфической тренировкой [26]. Стандартный послеоперационный протокол начинали с разработки движений и восстановления активной ретракции лопатки в течение 5-7 нед. Статические и динамические упражнения с последовательным увеличением интенсивности нагрузки на стабилизаторы лопатки и плечевого сустава выполняли в последующие 12 нед. К силовой тренировке приступали в последующие 3 мес.

Используя приложение IBM SPSS Statistics Base (v 22.0; SPSS Inc) 22.0 для Windows полученные в ходе этапного осмотра пациентов данные были подвергнуты статистическому анализу. При сравнительной оценке эффективности лечения применяли двувыворочные t-тесты Стьюдента для зависимых (paired Student's t-test – для сравнения внутри подгрупп до и после операции) и независимых (independent two-sample Student's t-test – для сравнения между подгруппами до и после операции) выборки для непрерывных переменных с доверительным интервалом 95%. Для сравнения дихотомических переменных использовали критерий согласия Пирсона. Критический уровень статистической значимости принимали 5% ( $P \leq 0,05$ ).

### Результаты

Функциональные результаты лечения через 24 мес. после операции были оценены и подвергнуты статистическому анализу у 91 пациента с частичными повреждениями суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча: 49 пациентов I группы и 42 – II группы. Суммарное значения по шкале оценки функционального состояния плечевого сустава Constant до операции в I группе составило  $64,9 \pm 10,3$ , а во II группе -  $66,8 \pm 9,7$  ( $p = 0,649$ ). Сравнение значений по подшкалам боли, мышечной силе, амплитуде движений и повседневной активности не выявило статистически значимых отличий между группами и подгруппами (Таблица 3).

Таблица 3

Сравнение результатов обследования до операции пациентов исследуемых групп по подшкалам Constant

Подшкалы Constant	Количество баллов (среднее, стандартное отклонение SD)		Достоверность отличий, Р-значение
	I группа (n=49)	II группа (n=42)	
Болевой синдром	10,2 ± 2,5	11,9 ± 4,7	0,129
Повседневная активность	13,3 ± 3,7	15,3 ± 4,5	0,549
Амплитуда движений	28,5 ± 5,4	28,2 ± 4,4	0,614
Сила конечности	12,9 ± 1,9	11,4 ± 3,9	0,487
Суммарный результат	64,9 ± 10,3	66,8 ± 10,7	0,649

У 9 пациентов (18%) из I группы и 6 (14%) - из II группы ( $p = 0,743$ ) было резецировано разрушенное дегенеративным процессом акромиально-ключичное сочленение. Проксималь-

ный анкерный межбугорковый тенодез длиной головки двуглавой мышцы плеча осуществили в 12 наблюдениях (24%) из I группы и в 13 случаях (31%) из II группы ( $p = 0,113$ ). Тено-

томию длинной головки двуглавой мышцы плеча выполнили у 3 пациентов (6%) I группы и 1 пациента (2%) II группы ( $p = 0,082$ ). Одновременную анкерную рефиксацию верхней порции сухожилия подлопаточной мышцы осуществили у 5 пациентов (10%) I группы и 7 пациентов (17%) II группы. В среднем операция продолжалась 75 минут ( $\pm 19$ ) в I группе и 79 минут ( $\pm 17$ ) во II группе ( $p < 0,651$ ).

Средний функциональный результат лечения по шкале Constant через 24 мес. наблюдения был оценен у пациентов I группы как  $78,5 \pm 11,2$ , II группы -  $81,3 \pm 10,4$  ( $p = 0,178$ ). Таким образом, значимых отличий при суммарной оценке по шкале Constant у пациентов с частичными разрывами суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча при применении транссухожильной техники и техники «все внутри» зафиксировано не было (Таблица 4).

Таблица 4

**Оценка функциональных результатов лечения пациентов исследуемых групп по подшкалам Constant через 24 мес. после операции**

Подшкалы Constant	Количество баллов (среднее, стандартное отклонение SD)		Достоверность отличий, Р-значение
	I группа (n=49)	II группа (n=42)	
Болевой синдром	$13,3 \pm 2,5$	$15,7 \pm 4,7$	0,015
Повседневная активность	$17,0 \pm 3,7$	$15,8 \pm 4,5$	0,132
Амплитуда движений	$31,6 \pm 5,4$	$34,6 \pm 4,4$	0,029
Сила конечности	$16,6 \pm 4,1$	$15,2 \pm 3,9$	0,487
Суммарный результат	$78,5 \pm 11,2$	$81,3 \pm 10,4$	0,178

Однако, при сравнении средних значений подшкал боли и амплитуды движений в плечевом суставе через 24 мес. после операции были выявлены значимо лучшие результаты во II группе -  $15,7 \pm 4,7$  ( $p = 0,015$ ) и  $34,6 \pm 4,4$  ( $p = 0,029$ ) соответственно, чем в I группе -  $13,3 \pm 2,5$  и  $31,6 \pm 5,4$ , соответственно. Значимых отличий в повседневной активности ( $p = 0,132$ ) и силе конечности ( $p = 0,187$ ) между группами отмечено не было. Удовлетворенность пациентов результатами лечения составила 95% в I группе и 98% - в II группе ( $p = 0,172$ ).

Сравнивая функциональное состояние плечевого сустава пациентов, у которых частичный разрыв вращающей манжеты

плеча не сопровождался ретракцией оторванного суставного слоя манжеты, достоверных отличий между транссухожильным швом и швом «все внутри» выявлено не было как до операции ( $p = 0,489$ ), так и через 24 мес. после выполнения шва ( $p = 0,848$ ). Статистически значимые отличия ( $p = 0,023$ ) были зафиксированы между результатами артроскопического шва у пациентов с сократившимся суставным слоем поврежденного сухожилия. Суммарный функциональный результат по шкале Constant был лучше ( $p = 0,023$ ) в группе с техникой фиксации «все внутри» и составил  $80,3 \pm 9,7$ , тогда как через 24 мес. после транссухожильной фиксации средний суммарный результат составил  $75,2 \pm 11,1$  балла (Таблица 5).

Таблица 5

**Оценка функциональных результатов до операции и через 24 мес. после транссухожильного шва и шва «все внутри» при С-ЧРВМП с ретракцией суставного слоя манжеты и без ретракции.**

Суммарный результат по Constant	С ретракцией (n=38)		Р-значение	Без ретракции (n=53)		Р-значение
	I группа (n=22)	II группа (n=16)		I группа (n=27)	II группа (n=26)	
До операции	$63,8 \pm 9,2$	$65,2 \pm 10,1$	0,742	$66,0 \pm 10,1$	$68,4 \pm 11,4$	0,489
Через 24 мес. после операции	$75,2 \pm 11,1$	$80,3 \pm 9,7$	0,023	$81,8 \pm 10,5$	$82,3 \pm 10,2$	0,848

Выявленную закономерность подтвердило сравнение функциональных результатов лечения пациентов без и с ретракцией поврежденного слоя манжеты внутри групп (Таблица 6). В частности, отсутствовали статистически значимые различия резуль-

татов лечения через 24 мес. после шва с применением техники «все внутри» как в подгруппе с ретракцией, так и в подгруппе без ретракции суставного слоя манжеты ( $p = 0,847$ ). При этом, средний суммарный результат транссухожильной фиксации

был значимо хуже в группе пациентов с ретракцией суставного слоя манжеты ( $p = 0,018$ ).

В послеоперационном периоде у трех пациентов (3,3%) сформировалось стойкое ограничение движений в плечевом суставе вследствие развившегося адгезивного капсулита. Все пациенты, послеоперационное течение которых осложнилось развитием капсулита, принадлежали к подгруппе с ретракцией оторванной

порции манжеты и рефиксированной при помощи транссухожильного шва. Таким образом, частота развития адгезивного капсулита в подгруппе с транссухожильной рефиксацией сократившегося слоя суставной порции вращающей манжеты плеча составила 13,6%, при отсутствии аналогичных осложнений в других группах и подгруппах.

Таблица 6

**Оценка функциональных результатов до операции и через 24 мес. после транссухожильного шва и шва «все внутри» при С-ЧРВМП с ретракцией суставного слоя манжеты и без ретракции**

Суммарный результат по Constant	I группа (n=49)		P-значение	II группа (n=42)		P-значение
	с ретракцией (n=22)	без ретракции (n=27)		с ретракцией (n=16)	без ретракции (n=26)	
До операции	63,8 ± 9,2	66,0 ± 10,1	0,096	65,2 ± 10,1	68,4 ± 11,4	0,053
Через 24 мес. после операции	75,2 ± 11,1	81,8 ± 10,5	0,018	80,3 ± 9,7	82,3 ± 10,2	0,847

В двух случаях однократное введение кортикостероидов в полость плечевого сустава и субакромиальное пространство, а также физиотерапия позволили разрешить проявления капсулита и восстановить амплитуду движений в плечевом суставе. У одного пациента был выполнен артроскопический капсулярный релиз, поскольку консервативное лечение было не эффективно. У всех 3 пациентов к 24 мес. наблюдения удалось добиться полной амплитуды движений в плечевом суставе и среднего суммарного значения по шкале Constant не ниже 75 баллов.

В одном наблюдении из I группы (2,0%) и одном – из II группы (2,4%) сохраняющийся в послеоперационном периоде более 3 мес. болевой синдром стал причиной выполнения ревизионной артроскопии и фиксации поврежденного сухожилия после преобразования разрыва в полнослойный. В обоих случаях неэффективность шва «на месте» возникала у пациентов с ретракцией суставного слоя поврежденной манжеты. Функциональный результат был учтен как окончательный для статистического анализа на момент выполнения ревизионного вмешательства.

### Обсуждение

Существует распространенное положение о необходимости хирургического лечения частичных разрывов суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча, глубиной более 50% толщины сухожилия [7, 27, 28]. Данное положение было многократно обосновано в научных публикациях разного времени, в т.ч. в результате анализа нашего собственного клинического опыта [1]. До настоящего времени исследователи наиболее часто обсуждают выбор техники фиксации путем завершения разрыва в полнослойный или выполнение транссухожильного шва, позволяющего сохранить интактную субакромиальную порцию манжеты [3, 11, 29-32]. При транссухожильном шве происходит сдавление и ишемия интактной субакромиальной порции манжеты нитями шва, что в ряде случаев приводит к полнослойным разрывам вращающей манжеты медиальнее шва [3, 33]. При возникновении таких ятрогенных разрывов функциональные результаты значимо хуже. Перенапряжение су-

ставной поверхности манжеты может стать причиной нередко наблюдаемой после транссухожильного шва стойкой тугоподвижности плечевого сустава [18, 19]. Поэтому был предложен способ рефиксации оторванного суставного слоя сухожилия – техника «все внутри» полости плечевого сустава, а также опубликованы ближайшие результаты успешного клинического применения [16].

Целью настоящего исследования стало сравнение эффективности традиционной транссухожильной и техники «все внутри» для последующего обоснования алгоритма выбора способа хирургического лечения пациентов с частичными разрывами сухожилий вращающей манжеты плеча. Исследование имело ряд ограничений, в частности, срок наблюдения за пациентами не превышал 24 мес. Тем не менее, согласно сведениям Charoussat C. и соавт., функциональный результат по использованной нами шкале Constant значимо изменяется в течение года после артроскопического шва вращающей манжеты, после чего меняется незначительно [34]. Кроме того, в исследовании не анализировали МРТ после операции, поэтому отсутствуют сведения о структурном состоянии рефиксированных сухожилий, но поскольку результаты МРТ статистически слабо взаимосвязаны с функциональным состоянием прооперированных пациентов, при сравнительном анализе эффективности техник шва предпочтение было отдано функциональным результатам лечения [35, 36].

В опубликованных ранее научных статьях приведены сведения о значительном улучшении по шкале ASES функционального состояния пациентов с частичными разрывами сухожилий вращающей манжеты плеча после преобразования разрыва в полнослойный с последующим швом [3, 8]. Тем не менее, Kamath G. с соавт. сообщил о 5 случаях (12%) несостоятельности шва при таком подходе. Результаты транссухожильного шва, оцененные Ide J. с соавт. у 17 пациентов через 39 мес. после операции, выявили 14 отличных, 2 хороших и 1 неудовлетворительный результат [11]. Результаты лечения 20 пациентов прооперированных Spencer E.E.Jr. с применением техники

«все внутри» также демонстрируют значительное увеличение функциональных возможностей по шкале PSS при наблюдении в течение 29 мес. [16] Результаты нашего исследования подтверждают высокую эффективность как транссухожильного шва, так и шва по методу «все внутри», функциональные результаты которых мало отличались при суммарной оценке по шкале Constant ( $p = 0,178$ ). При более детальном сравнении техника «все внутри» продемонстрировала значимо меньший уровень болевых ощущений ( $p = 0,015$ ) и лучшую амплитуду движений в плечевом суставе ( $p = 0,029$ ).

Развитие стойкой контрактуры, согласно наблюдениям Huberty D.P. с соавт., нередко сопровождается транссухожильную фиксацию частично оторванной манжеты [18]. Напротив, Spence E.E.Jr., предложивший и применивший технику «все внутри» отмечает отсутствие у своих пациентов стойких контрактур плечевого сустава [16], что подтверждается наблюдением за нашими пациентами – все три пациента (3,3%) со стойкой тугоподвижностью плечевого сустава принадлежали к группе транссухожильной фиксации манжеты. Более того, контрактура осложняла лечение только пациентов с ретракцией оторванного суставного слоя манжеты (13,6%), рефиксация которого неизбежно сопровождалась перенатяжением интактного субакромиального слоя.

Значимо лучшие функциональные результаты шва по методике «все внутри» у пациентов с С-ЧРВМП при наличии ретракции оторванного суставного слоя манжеты при отсутствии различий результатов транссухожильной фиксации, а также наличие статистически значимых отличий между подгруппами с и без ретракции в группе транссухожильного шва, при отсутствии значимых отличий в группе шва «все внутри» свидетельствуют о значимо большей эффективности шва «все внутри» у пациентов с ретракцией суставного слоя вращающей манжеты плеча и одинаковой эффективности сравниваемых техник при отсутствии ретракции.

Эволюция способов фиксации сухожилий частично оторванных со стороны полости плечевого сустава сухожилий вращающей манжеты плеча привела к появлению различных способов транссухожильной фиксации [11, 17, 31, 32, 37]. Результатом последующего развития способов фиксации сухожилий «на месте» стала техника «все внутри», позволившая уменьшить вероятность развития послеоперационной тугоподвижности плечевого сустава. Настоящее исследование продемонстрировало лучшие функциональные результаты после фиксации «все внутри» при наличии ретракции суставного слоя поврежденного сухожилия вращающей манжеты плеча, а также отсутствие стойких послеоперационных ограничений движений в плечевом суставе. В основе данного эффекта, наиболее вероятно, лежит отсутствие перенатяжения интактной субакромиальной порции манжеты, которое неизбежно происходит при транссухожильном шве.

До настоящего времени отсутствует единое мнение о выборе способа лечения пациентов с частичными разрывами сухожилий вращающей манжеты плеча, однако, согласно данным литературы, при разрывах, глубиной более 50% толщины сухожилия

выполнение артроскопического шва сопровождается лучшими функциональными результатами. Фиксация «на месте» имеет существенные биомеханические и клинические преимущества перед швом завершеного разрыва, поскольку сохраняет анатомическую структуру футпринта интактного слоя манжеты. Вариант шва «на месте» - техника «все внутри» - наиболее полно обеспечивает реализацию этого преимущества, являясь анатомической процедурой минимально затрагивающей окружающие структуры, что позволяет избегать послеоперационного контрактуруобразования. Следует отметить техническую сложность техники «все внутри», требующую достаточную компетенцию хирурга.

#### Выводы:

1. Среднесрочные функциональные результаты лечения пациентов с частичными разрывами суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча, глубиной 50-90% толщины сухожилия без учета ретракции оторванного суставного слоя, отличаются не значимо при применении транссухожильного шва и шва по методике «все внутри», однако болевой синдром и амплитуда движений в плечевом суставе были лучше после выполнения артроскопического шва «все внутри»;

2. У пациентов с ретракцией суставной порции вращающей манжеты плеча функциональные результаты были значимо лучше после шва «все внутри» при интегральной оценке по шкале Constant, а стойкое контрактуруобразование вследствие послеоперационного адгезивного капсулита наблюдали только после транссухожильной фиксации манжеты;

3. В случаях отсутствия ретракции суставного слоя манжеты как при интегральной оценке по шкале Constant, так и по подшкалам значимых отличий между сравниваемыми техниками артроскопического шва выявлено не было.

Таким образом, для выбора способа хирургической фиксации частично разорванных со стороны полости плечевого сустава сухожилий вращающей манжеты плеча необходимо помимо определения глубины и локализации повреждения, также учитывать расслоение поврежденного сухожилия и ретракцию оторванного суставного слоя. При наличии ретракции более эффективно выполнение шва по методике «все внутри».

#### Для цитирования:

Хоминец В.В., Гладков Р.В., Сравнение результатов транссухожильного артроскопического шва и фиксации по методике «все внутри» при частичных разрывах суставной поверхности сухожилий вращающей манжеты плеча // Кафедра травматологии и ортопедии. 2020. №3. С. 52-62. [Khominec V.V., Gladkov R.V., Comparison of the Clinical Outcomes after in situ Transstendinous and «All-inside» Repair Technique for Partial-Thickness Articular-Sided Rotator Cuff Tears *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020. №3. pp. 52-62].

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки

**Funding:** the study had no sponsorship

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interests:** the authors declare no conflict of interest

## Список литературы/References:

1. Хоминец В.В., Гладков Р.В. Сравнение ближайших и среднесрочных результатов лечения пациентов с частичными повреждениями сухожилий вращающей манжеты плеча различной глубины и локализации // *Кафедра травматологии и ортопедии*. – 2019;3(37):27-34. (УДК 616.747.1) DOI: 10.17238/issn2226-2016.2019.3.27-34.
2. Cordasco F.A., Backer M., Craig V.E., Klein D., Warren F.R. The Partial-Thickness Rotator Cuff Tear: Is Acromioplasty Without Repair Sufficient? *American Journal of Sports Medicine*, (2002) Vol. 30, No. 2, 257-260. DOI: 10.1177/03635465020300021801.
3. Kamath G., Galatz L.M., Keener J.D., Teefey S., Middleton W., Yamaguchi K. Tendon integrity and functional outcome after arthroscopic repair of high-grade partial-thickness supraspinatus tears. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:1055-1062. DOI: 10.2106/JBJS.G.00118.
4. Freedman K.B. The partial-thickness rotator cuff tear: is acromioplasty without repair sufficient? *Am J Sports Med*. 2003;31: 325; author reply 325. DOI: 10.1177/03635465030310022801
5. Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1990;64-74.
6. Yamakado K. Histopathology of residual tendon in high-grade articular-sided partial-thickness rotator cuff tears (PASTA lesions). *Arthroscopy*. 2012 Apr;28(4):474-80. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.09.017.
7. Weber S.C. Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the management of significant partial thickness tears of the rotator cuff. *Orthop Clin North Am* 1997;28:79-82. DOI: 10.1016/s0030-5898(05)70266-2.
8. Deutsch A. Arthroscopic repair of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:193-201. DOI: 10.1016/j.jse.2006.07.001.
9. Shin S.J. A comparison of 2 repair techniques for partial-thickness articular-sided rotator cuff tears. *Arthroscopy*. 2012;28:25-33. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.07.005.
10. Gonzalez-Lomas G., Kippe M.A., Brown G.D., et al. In situ transtendon repair outperforms tear completion and repair for partial articular-sided supraspinatus tendon tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:722-728. DOI: 10.1016/j.jse.2008.01.148.
11. Ide J., Maeda S., Takagi K. Arthroscopic transtendon repair of partial thickness articular-side tears of the rotator cuff: anatomical and clinical study. *Am J Sports Med*. 2005;33:1672-1679. Wolff A.B., Sethi P., Sutton K.M., Covey A.S., Magit D.P., Medvecky M. Partial-thickness rotator cuff tears. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:715-725. DOI: 10.1177/0363546505277141.
12. Lo I.K., Burkhart S.S. Transtendon arthroscopic repair of partial-thickness, articular surface tears of the rotator cuff. *Arthroscopy* 2004;20:214-220. DOI: 10.1016/j.arthro.2003.11.042.
13. Snyder S.J. Arthroscopic classification of rotator cuff lesions and surgical decision making. In: Snyder S, ed. *Shoulder arthroscopy*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1993: 201-207.
14. Castagna A., Delle Rose G., Conti M., Snyder S.J., Borroni M., Garofalo R. Predictive factors of subtle residual shoulder symptoms after transtendinous arthroscopic cuff repair: a clinical study. *Am J Sports Med*. 2009;37:103-108. DOI: 10.1177/0363546508324178.
15. Franceschi F., Papalia R., Del Buono A., et al. Articular-sided rotator cuff tears: which is the best repair? A three-year prospective randomized controlled trial. *Int Orthop*. 2013;37:1487-1493.
16. Spencer E.E.Jr. Partial-thickness articular surface rotator cuff tears: an all-inside repair technique. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468: 1514-1520. doi: 10.1007/s11999-009-1215-x.
17. Waibl B., Buess E. Partial-thickness articular surface supraspinatus tears: a new transtendon suture technique. *Arthroscopy*. 2005; 21:376-381. DOI: 10.1016/j.arthro.2004.11.008.
18. Huberty D.P., Schoolfield J.D., Brady P.C., Vadala A.P., Arrigoni P., Burkhart S.S. Incidence and treatment of postoperative stiffness following arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2009;25:880-890. DOI: 10.1016/j.arthro.2009.01.018.
19. Wolff A.B., Sethi P., Sutton K.M., Covey A.S., Magit D.P., Medvecky M. Partial-thickness rotator cuff tears. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:715-725. DOI: 10.5435/00124635-200612000-00003.
20. 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.
21. Wieser K., Rahm S., Farshad M., Ek E.T., Gerber C., Meyer D.C. Stitch positioning influences the suture hold in supraspinatus tendon repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 Jul;21(7):1587-92. DOI: 10.1007/s00167-012-2103-6.
22. Constant C.R., Murley A.H. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987;214:160-164.
23. Fuchs B., Weishaupt D., Zanetti M., Hodler J., Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg*. 1999;8:599-605. DOI: 10.1016/s1058-2746(99)90097-6.
24. Outerbridge R.E., Dunlop J.A. The problem of chondromalacia patellae. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;110:177-96. DOI: 10.1097/00003086-197507000-00024.
25. Samilson R., Prieto V. Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg (Am)* 1983; 65: 456-60.
26. Brotzman, S.B. & Wilk, K.E. (2003). *Clinical orthopaedic rehabilitation* (2nd. Ed.). Mosby. ISBN 10: 0323011861 ISBN 13: 9780323011860.
27. Codman E.A. *The Shoulder: Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions in or about the Subacromial Bursa*. Malabar, FL: Krieger Publishing Company; 1934.
28. Miller S.L., Hazrati Y., Cornwall R., Hayes P., Gothef T., Gladstone J.L., Flatow E.L. Failed surgical management of partial thickness rotator cuff tears. *Orthopedics*. 2002;25:1255-1257.
29. Brockmeier S.F., Dodson C.C., Gamratt S.C., Coleman S.H., Altchek D.W. Arthroscopic intratendinous repair of the delaminated partial-thickness rotator cuff tear in overhead athletes. *Arthroscopy* 2008;24:961-965. DOI: 10.1016/j.arthro.2007.08.016.
30. Lyons T.R., Savoie F.H., 3rd, Field L.D. Arthroscopic repair of partial-thickness tears of the rotator cuff. *Arthroscopy*. 2001;17:219-223. DOI: 10.1053/jars.2001.8017.
31. Snyder S.J., Pachelli A.F., Del Pizzo W., Friedman M.J., Ferkel R.D., Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears: results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy*. 1991;7:1-7. DOI: 10.1016/0749-8063(91)90070-e.
32. Tauber M., Koller H., Resch H. Transosseous arthroscopic repair of partial articular-surface supraspinatus tendon tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:608-613. DOI: 10.1007/s00167-008-0532-z.
33. Woods T.C., Carroll M.J., Nelson A.A., More K.D., Berdusco R., Sohmmer S., Boorman R.S., Lo I.K.Y. Transtendon rotator-cuff repair of partial-thickness articular surface tears can lead to medial rotator-cuff failure. *Open Access J Sports Med*. 2014; 5: 151-157. DOI: 10.2147/OAJSM.S62885.
34. Charoussat C., Grimberg J., Duranthon L.D., et al. The time for functional recovery after arthroscopic rotator cuff repair: correlation with tendon healing controlled by computed tomography arthrography. *Arthroscopy* 2008;24:25-33. DOI: 10.1016/j.arthro.2007.07.023.
35. Kijima H., Minagawa H., Nishi T., Kikuchi K., Shimada Y. Long-term follow-up of cases of rotator cuff tear treated conservatively. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:491-494. DOI: 10.1016/j.jse.2011.10.012.
36. Boughebr O., Roussignol X., Delattre O., Kany J., Valenti P. Small supraspinatus tears repaired by arthroscopy: are clinical results influenced by the

integrity of the cuff after two years?: functional and anatomic results of forty-six consecutive cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:699–706. DOI: 10.1016/j.jse.2011.04.002.

37. Kim K.C., Rhee K.J., Shin H.D., Kim P.S. Arthroscopic footprint reconstruction of bursal-side delaminated rotator cuff tears using the suture-bridge technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):840-843. DOI: 10.1007/s00167-009-0730-3.

#### **Авторы:**

**Хоминец Владимир Васильевич**, проф., д.м.н. начальник кафедры (начальник клиники) военной травматологии и ортопедии ВМедА им. С.М. Кирова, ул. Боткинская, д. 13, г. Санкт-Петербург, 194044, Россия

e-mail khominets\_62@mail.ru

**Гладков Роман Владимирович**, к.м.н. преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии ВМедА им. С.М. Кирова, ул. Боткинская, д. 13, г. Санкт-Петербург, 194044, Россия

e-mail dr.gladkov@gmail.com

#### **Authors:**

**Khominets Vladimir Vasil'evich**, Professor, MD Head of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics FGBVOU VO «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» the Ministry of Defense of Russia, 194044, St. Petersburg, street Academic Lebedev 6.

e-mail khominets\_62@mail.ru

**Gladkov Roman Vladimirovich**, PhD Lecturer of the Department and Clinic of Traumatology and Orthopedics FGBVOU VO «Military Medical Academy named after S.M. Kirov» the Ministry of Defense of Russia, 194044, St. Petersburg, street Academic Lebedev 6.

e-mail dr.gladkov@gmail.com



DOI: 10.17238/issn2226-2016.2020.3.63-68

УДК 617.583.1

© Терновой С.К., Серова Н.С., Лычагин А.В., Бахвалова В.А., Липина М.М., 2020

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ПРОТОКОЛА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С ЛАТЕРАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ НАДКОЛЕННИКА И ГИПЕРПРЕССИЕЙ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ФАСЕТКИ

ТЕРНОВОЙ С.К.<sup>1,2,a</sup>, СЕРОВА Н.С.<sup>1,b</sup>, ЛЫЧАГИН А.В.<sup>1,c</sup>, БАХВАЛОВА В.А.<sup>1,d</sup>, ЛИПИНА М.М.<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, г. Москва, Россия.

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, 121552, г. Москва, Россия.

### Резюме

**Цель исследования.** Разработать оптимальный протокол описания функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ) коленного сустава для пациентов с латеральной нестабильностью пателлофemorального сочленения (ПФС) и гиперпрессией латеральной фасетки надколенника.

**Материалы и методы.** В исследование было включено 52 пациента в возрасте от 18 до 49 лет с симптомами латеральной пателлофemorальной нестабильности и подозрением на гиперпрессию латеральной фасетки надколенника по клинично-инструментальным данным. Всем пациентам проведена фМСКТ коленного сустава по разработанной методике при разгибании в коленном суставе из положения сгибания в 60°. После выполнения фМСКТ проводилось описание данных по предложенному протоколу с выделением степеней латеральной нестабильности и гиперпрессии латеральной фасетки надколенника согласно разработанной нами классификации.

**Результаты.** При оценке данных фМСКТ по предложенному протоколу признаки латеральной нестабильности сочленения 1-й степени были отмечены в 23,1% случаев (n=12), 2-й степени – в 38,5% случаев (n=20), а 3-й степени – в 30,8% случаев (n=16). Гиперпрессия латеральной фасетки 2-й степени наблюдалась в 44,2% случаев (n=23), 1-й степени – в 36,5%, n=19. У 11,5% пациентов (n=6) со 2-й степенью гиперпрессии и 2-й степенью нестабильности была изменена тактика ведения на хирургическую. Высокое расположение надколенника было отмечено у 23% пациентов (n=12), конфигурация по Wiberg тип II отмечалась в 21,1% случаев (n=11), тип II-III – в 51,9% случаев (n=27), тип III – в 27% случаев (n=14). У 32,7% пациентов (n=17) были описаны дегенеративно-дистрофические изменения ПФС, и произведена оценка их влияния на биомеханику сочленения. У 44,2% пациентов (n=23), которым было показано хирургическое лечение при оценке по разработанному алгоритму, протоколы описания дополнены 3D- и 4D-реконструкциями с видеовизуализацией, которые использовались травматологами-ортопедами при планировании оперативного вмешательства.

**Заключение.** Разработанный протокол описания фМСКТ коленного сустава включает в себя оценку всех показателей латеральной нестабильности ПФС и гиперпрессии латеральной фасетки надколенника, отражает максимум информации о нарушении биомеханики сочленения, позволяет выделить степени патологических изменений и выбрать оптимальный вид лечения (использование классификации патологических изменений по данным фМСКТ, предложенной нами, в 11,5% случаев (n=6) позволило изменить тактику ведения пациентов). Дополнение протокола 3D- и 4D-реконструкциями с видеовизуализацией при комбинации с методами математического моделирования дает возможность травматологам-ортопедам применить персонализированный подход в планировании лечения латеральной нестабильности ПФС и гиперпрессии латеральной фасетки надколенника.

**Ключевые слова:** фМСКТ, гиперпрессия латеральной фасетки надколенника, латеропозиция надколенника, нестабильность пателлофemorального сочленения.

## RESULTS OF APPLICATION OF THE NEW PROTOCOL OF FUNCTIONAL MULTISPIRAL COMPUTER TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH LATERAL INSTABILITY AND THE SYNDROME OF LATERAL HYPERPRESSURE OF THE PATELLA

TERNOVOY S.K.<sup>1,2,a</sup>, SEROVA N.S.<sup>1,b</sup>, LYCHAGIN A.V.<sup>1,c</sup>, BAKHVALOVA A.V.<sup>1,d</sup>, LIPINA M.M.<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia 119991

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Organization National Cardiology Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia 121552

<sup>a</sup> E-mail: prof\_ternovoy@list.ru

<sup>b</sup> E-mail: dr.serova@yandex.ru

<sup>c</sup> E-mail: dr.lychagin@mail.ru

<sup>d</sup> E-mail: v.bakhvalova@mail.ru

<sup>e</sup> E-mail: marli-05@mail.ru

## Abstract

**Purpose.** To develop an optimal protocol for describing functional multispiral computed tomography (fMSCT) of the knee joint for patients with lateral instability of the patellofemoral articulation (PFA) and hyperpression of the lateral patellar facet.

**Materials and methods.** The study included 52 patients aged 18 to 49 years with symptoms of lateral patellofemoral instability and suspicion of hyperpression of the lateral patellar facet according to clinical and instrumental data. All patients underwent fMSCT of the knee joint according to the developed technique during extension in the knee joint from the 60° flexion position. After performing fMSCT, a description of the data was carried out according to the proposed protocol with the determination of the degrees of lateral instability and hyperpression of the lateral patellar facet according to our classification.

**Results.** After evaluating the fMSCT data according to the proposed protocol, signs of grade 1 of lateral articulation instability were noted in 23.1% of cases (n=12), grade 2 - in 38.5% of cases (n=20), and grade 3 - in 30.8% of cases (n=16). The grade 2 of lateral facet hyperpression was observed in 44.2% of cases (n=23), the grade 1 - in 36.5%, n=19. In 11.5% of patients (n=6) with grade 2 of hyperpression and grade 2 of instability, the management tactics were changed to surgical. The high position of the patella was noted in 23% of patients (n=12), the Wiberg type II configuration was noted in 21.1% of cases (n=11), type II-III - in 51.9% of cases (n=27), type III - in 27% of cases (n = 14). In 32.7% of patients (n=17) degenerative-dystrophic changes in the PFA were described, and their effect on the biomechanics of the joint was assessed. In 44.2% of patients (n=23) who were shown surgical treatment when assessed according to the developed algorithm, description protocols were supplemented with 3D and 4D reconstructions with video visualization, which were used by orthopedic traumatologists when planning surgery.

**Conclusions.** The developed protocol for describing fMSCT of the knee joint includes an assessment of all indicators of lateral instability of the PFA and hyperpression of the lateral facet of the patella, reflects a maximum of information about the violation of the biomechanics of the joint, allows us to identify the degree of pathological changes and choose the optimal type of treatment (using the classification of pathological changes according to fMSCT data, which we proposed in 11.5% of cases (n = 6) allowed to change the tactics of patient management). Supplementing the protocol with 3D- and 4D-reconstructions with video visualization in combination with methods of mathematical modeling enables orthopedic traumatologists to apply a personalized approach in planning treatment of lateral instability of the PFA and hyperpression of the lateral facet of the patella.

**Key words:** fMSCT, hyperpression of the lateral facet of the patella instability of the patellofemoral articulation, lateroposition of the patella.

Тема диагностики патологии пателлофеморального сочленения, несомненно, актуальна ввиду того, что ей подвержены в основном люди молодого возраста, ведущий активный образ жизни [1]. Латеральная нестабильность надколенника с гиперпрессией латеральной фасетки составляет до 15% всех обращений к травматологу-ортопеду по поводу заболеваний коленного сустава [2]. На сегодняшний момент для верификации латеропозиции и гиперпрессии латеральной фасетки надколенника используются стандартные рентгенографические методики, выполняемые в статике, так же предложена новая методика – функциональная МСКТ коленного сустава [3, 4]. Стоит отметить, что выбор эффективной тактики лечения данной группы пациентов затруднителен, так как до сих пор оптимальный алгоритм диагностики латеральной нестабильности ПФС требует уточнения и определения критериев описания признаков нарушения биомеханики сочленения при лучевом исследовании.

### Цель

Совершенствование алгоритма лучевой диагностики с помощью функциональной мультиспиральной компьютерной томографии коленного сустава для пациентов с латеральной нестабильностью пателлофеморального сочленения и гиперпрессией латеральной фасетки надколенника.

### Материалы и методы

ФМСКТ была проведена 52 пациентам с подозрением на латеральную нестабильность с гиперпрессией латеральной фасетки надколенника по данным клинико-инструментального обследования. Группа пациентов состояла из 36 женщин (69,2%) и 16 мужчин (30,8%) в возрасте от 18 до 49 лет без операций и травм коленного сустава в анамнезе. ФМСКТ коленного сустава выполнялась на аппарате Aquilion ONE 640 фирмы Toshiba по разработанной методике [5] в процессе разгибания голени в объёмном режиме, с толщиной среза 0,5 мм. Время исследования – 7 секунд. Лучевая нагрузка в среднем составила 7,9 мЗв. Ис-

следование дополнялось мультипланарными реконструкциями в костном и мягкотканном режимах, 3D- и 4D-реконструкциями.

Согласно разработанному протоколу, оценку фМСКТ-изображений у пациентов с латеральной нестабильностью начинали с анализа MIP – реконструкций (проекция максимальной интенсивности, англ. maximum intensity projection, сокращённо MIP) коленного сустава в костном режиме. При этом важным аспектом правильного анализа являлось выравнивание изображений на рабочей станции с выведением косо-аксиальной проекции для наилучшего выведения ПФС [5]. Интерпретацию результатов проводили по нескольким показателям, большинство из которых измерялось при исходном (согнутом) и при разогнутом коленном суставе.

### Параметры надколенника

#### 1. Конфигурация по Wiberg

Существует несколько конфигураций надколенника по Wiberg в зависимости от формы фасеток – I, II и III тип [6]. При разработке протокола у пациентов отмечались переходные типы, например, тип II-III, сочетающий в себе характеристики нескольких типов. Наиболее предрасполагающие к латеральной нестабильности являются типы конфигурации II-III (медиальная фасетка плоская, меньше по размеру, чем латеральная) и III (медиальная фасетка выпуклая, значительно уступает по размеру латеральной) (Рис. 2)

#### 2. Высота расположения надколенника.

Рецидивирующие подвывихи надколенника часто происходят при высоко расположенном надколеннике (синдром Patella alta (Пателла альта)) [7]. Существует несколько индексов для оценки высоты стояния надколенника, но, по нашему мнению, наиболее применим и показателен при описании фМСКТ индекс Катона–Дешампа [8]. Данный параметр измерялся на реконструкции в сагиттальной проекции в «костном окне» при согнутом коленном суставе на 25-30°. Индекс равен отношению

расстояния от нижнего края суставной поверхности надколенника до передне-верхнего края бугристости большеберцовой кости к длине суставной поверхности надколенника (Рис.1).

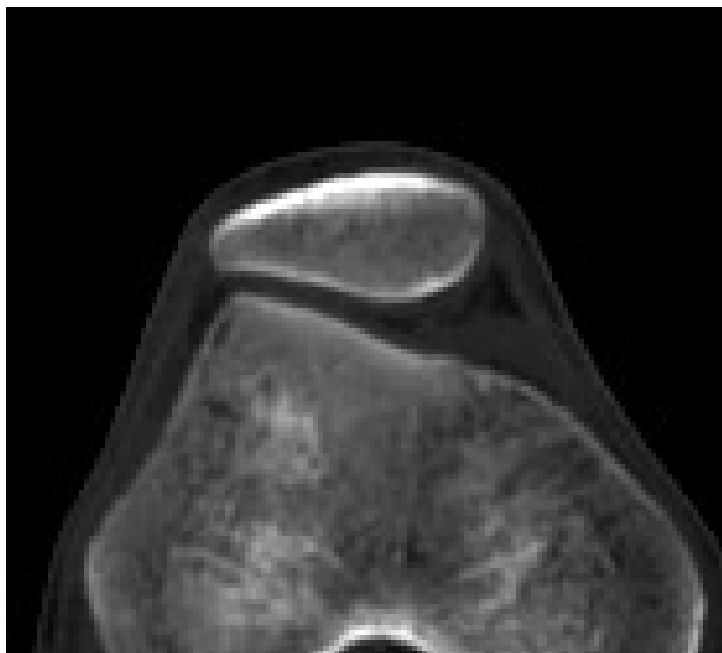


Рис. 1



Рис. 2

При нормальном расположении надколенника индекс равен 1 - 1,1. Соотношение 1,2 и более означает чрезмерно высокое расположение надколенника или наличие фактора развития латеральной нестабильности.

### 3. Размеры надколенника, другие особенности строения.

В протоколе описания фМСКТ указывались три размера надколенника, измеряемые в аксиальной и сагиттальной плоскостях. Так же отмечались, при наличии, дополнительные особенности строения надколенника, например, гребень на фасетке.

## Критерии оценки латеральной нестабильности ПФС.

### 1. Латеропозиция надколенника.

Оценка латерального смещения надколенника относительно межмыщелковой борозды бедренной кости проводилась по индексу ТТ-TG (tibial tuberosity - trochlear groove) - расстоянию между перпендикуляром, проведенным к задней чрезмыщелковой линии через центр дорсальной межмыщелковой борозды, и перпендикуляром, проведенным к задней чрезмыщелковой линии через наиболее выступающую часть бугристости большеберцовой кости [5, 9]. Правильные измерения индекса необходимо проводить на косо-аксиальной МР-реконструкции в состоянии полностью разогнутого коленного сустава (0 градусов сгибания), так как, учитывая биомеханику ПФС, максимального смещения надколенника от блока следует ожидать при максимальной амплитуде разгибания и напряжении квадрицепса. Реконструкция должна быть выполнена с толстыми срезами таким образом, чтобы в одном поле обзора отображались все необходимые ориентиры (Рис. 2).

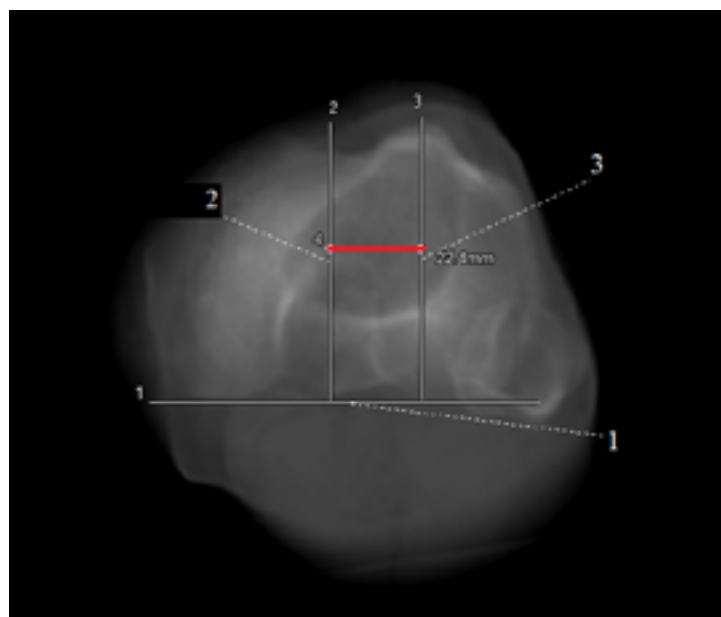


Рис. 3

В норме индекс составляет 8-14 мм. Значения более 14 мм свидетельствуют о латеропозиции надколенника.

### Угол латерального наклона надколенника

Измерение данного показателя проводилось при исходном положении коленного сустава и при полном разгибании, по аналогии с латеропозицией. Для измерения использовалась косо-аксиальная проекция в костном режиме с выведением задней чрезмыщелковой линии. Угол латерального наклона надколенника имеет вершину в области латерального полюса надколенника, открывается медиально и соединяет линию, проведенную через наибольший поперечный размер надколенника, и линию, параллельную задней чрезмыщелковой линии. При дисконгруэнтности ПФС и латеральной нестабильности происходит избыточный наклон надколенника латерально, и увеличение данного угла больше 15° [10] (Рис. 3).



Рис. 4

В протоколе описания фМСКТ необходимо указать значения угла при исходном положении сустава и при полном разгибании, чтобы сравнить насколько изменяется наклон надколенника, и проанализировать предрасположенность к латеральной гиперпрессии.

#### Критерии оценки гиперпрессии латеральной фасетки надколенника

Признаки гиперпрессии латеральной фасетки оценивали по степени сужения щели ПФС в латеральном отделе сочленения, анализируя измерения щели между кортикальными пластинками контактирующих поверхностей в самом узком месте при исходном положении коленного сустава и при разгибании на каждом этапе с примерным интервалом в 5°. Таким образом, значение щели при согнутом коленном суставе (60° сгибания) сравнивали с 10-12 измерениями щели на 55°, 50°, 45°, 40°, 35°, 30°, 25°, 20°, 15°, 10°, 5° и 0° сгибания (где 0° сгибания – это полностью разогнутый коленный сустав), так как момент гиперпрессии может визуализироваться не только в состоянии полного разгибания. Учитывая то, что средняя толщина патellarного хряща – 3мм [11], наличие признаков гиперпрессии фасетки отмечалось при сужении щели менее 2,9мм.

Стоит также отметить, что при описании фМСКТ наряду с гиперпрессией латеральной фасетки может встречаться гиперпрессия медиальной фасетки, например, при сочетанной патологии медиопателлярной складки [12]. В протоколе необходимо отметить степень сужения щели ПФС в медиальном отделе при наличии по аналогичному алгоритму оценки латеральной гиперпрессии.

#### Оценка дегенеративно-дистрофических изменений ПФС

В протоколе обязательно отмечалось наличие и степень выраженности дегенеративно-дистрофических изменений сочленения: размер и расположение краевых разрастаний с оценкой влияния их на движение надколенника по межмыщелковой борозде, субхондральный склероз и зоны кистовидной перестройки в контактных отделах фасеток и мыщелков, особенно в местах предполагаемой гиперпрессии. Данные изменения могут указы-

вать на далеко зашедшую латеральную нестабильность с гиперпрессией и хондромалацией надколенника.

#### Оценка параартикулярных мягких тканей.

В протоколе отмечалось увеличение внутрисуставного выпота и выпота в пателлярных сумках, нарушение дифференцировки и диффузное утолщение удерживателей надколенника, так как это признаки, косвенно указывающие на причину развития нестабильности и остроту процесса. При наличии, указывались изменения в области подколенной ямки, например, кисты Бейкера.

#### Анализ 3D- и 4D-реконструкций

Протокол описания данных фМСКТ дополнялся анализом модифицированных 3D-реконструкций [5] и 4D-реконструкции, позволяющей отобразить изменение параметров стабильности надколенника в виде графика на каждом этапе разгибания (Рис. 4).

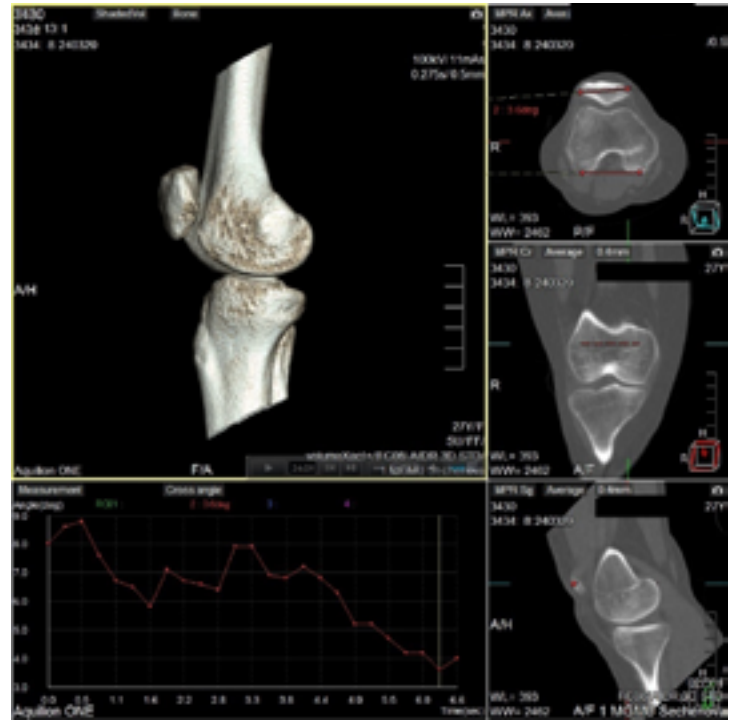


Рис. 5

#### Результаты

Оценка изменения стабильности ПФС с возможным наличием гиперпрессии латеральной фасетки по данным фМСКТ проводилась у всех 52 пациентов (100%) по предложенному протоколу. На основе данных фМСКТ были доработаны [5] классификации степеней латеральной нестабильности ПФС (табл. 1) и гиперпрессии латеральной фасетки (табл. 2), которые могут быть использованы для выбора оптимальной тактики лечения.

При наличии патологии степень указывалась в заключении протокола описания данных фМСКТ.

При описании данных фМСКТ по предложенному протоколу признаки латеральной нестабильности сочленения 1-й степени были отмечены в 23,1% случаев (n=12), 2-й степени – в 38,5%

случаев (n=20), а 3-й степени - в 30,8% случаев (n=16). У 7,6% пациентов не было отмечено признаков нестабильности сочленения (n=4).

Таблица 1

**Классификация латеральной нестабильности ПФС на основе данных фМСКТ с соотношением рекомендованной тактики лечения при каждой из степеней. При 2-й степени на первом этапе возможно использование консервативных методов, при их неэффективности выполняется хирургическое вмешательство.**

Латеральная нестабильность ПФС				
	0 (N)	1	2	3
Индекс ТТ-ТG, в мм	<14	14-17,9	18-21,9	≥22
Угол наклона надколенника, в °	<15	Либо норма, либо 15-17,9	18-24,9	≥25
Тактика лечения	-	консервативная	консервативная/хирургическая	хирургическая

Таблица 2

**Классификация гиперпрессии латеральной фасетки надколенника на основе данных фМСКТ с соотношением рекомендованной тактики лечения при каждой из степеней**

Гиперпрессия латеральной фасетки надколенника			
	0 (N)	1	2
Щель ПФС, (мм)	≥3	2,9-1,8	≥1,7
Тактика лечения	-	консервативная	хирургическая

Признаки гиперпрессии латеральной фасетки 2-й степени были отмечены в 44,2% случаев (n=23), 1-й степени – 36,5% (n=19). У 23 пациентов со 2-й степенью гиперпрессии у 16 пациентов была 3-я степень нестабильности и 6 пациентов – 2-я, соответственно у этих 6 пациентов (11,5%) была изменена тактика ведения на хирургическую, так как, несмотря на 2-ю степень нестабильности, наличие гиперпрессии 2-й степени, требует оперативного вмешательства для предотвращения развития необратимых проявлений артроза ПФС. В 19,2% случаев (n=10) признаков гиперпрессии фасетки отмечено не было. Стоит отметить, что из всех выявленных случаев гиперпрессии (n=42, 100%) по разработанному протоколу оценки, у 36 пациентов момент гиперпрессии визуализировался при полном разгибании коленного сустава, а у 6 пациентов (14,3%) – в состоянии 10°-15° сгибания.

Высокое расположение надколенника (Пателла Альта) было отмечено у 23% пациентов (n=12), причем во всех оно сочеталось с выраженной латеральной нестабильностью и гиперпрессией фасетки 2-й степени, что подтверждает, что при синдроме Пателла Альта можно с уверенностью предполагать наличие нарушения конгруэнтности ПФС.

Конфигурация по Wiberg тип II отмечалась в 21,1% случаев (n=11), тип II-III – в 51,9% случаев (n=27), тип III – в 27% случаев (n=14). Стоит отметить, что конфигурация по III типу также сочеталась с выраженными признаками латеральной нестабильности с перегрузкой латеральной фасетки и явлениями гиперпрессии. У 5,8% (n=3) пациентов определялась деформация медиальной фасетки надколенника с формированием гребня (особенность строения).

У 13,5% пациентов (n=7) визуализировались выраженные дегенеративно-дистрофические изменения, например, краевые разрастания в области латерального полюса надколенника и краевых отделах латеральной фасетки. Стоит отметить, что у всех этих пациентов длительно имелась симптоматика, характерная для ПФС, определялась выраженная нестабильность сочленения и 2-я степень гиперпрессии латеральной фасетки. В 19,2% случаев (n=10) определялись начальные дегенеративно-дистрофические изменения в виде умеренных субхондральных изменений латеральной фасетки. У остальных пациентов данных изменений отмечено не было. Возможности фМСКТ позволили не только диагностировать наличие дегенеративно-дистрофических изменений, но и оценить их влияние на биомеханику сочленения. Так у 2-х пациентов (3,8%) с краевыми разрастаниями в периферическом отделе латеральной фасетки наблюдалось локальное выраженное сужение щели в латеральном отделе ПФС при разгибании коленного сустава именно в области близкого прилегания остеофита и мышелка бедра, что, более вероятно, и вызывало боль при функционировании сустава.

У всех пациентов (44,2%, n=23), которым было показано хирургическое лечение при оценке по разработанному алгоритму, протоколы описания дополнялись 3D- и 4D-реконструкциями с видеовизуализацией, которые использовались травматологами-ортопедами при планировании оперативного вмешательства.

### Заключение

Разработанный протокол описания данных фМСКТ коленного сустава дает подробную диагностическую информацию при обследовании пациентов с латеральной нестабильностью ПФС и гиперпрессией латеральной фасетки надколенника. Алгоритм описания данных включает в себя оценку всех показателей и индексов, характеризующих нарушение латеральной стабильности сочленения. Данный протокол дает возможность выделить степени патологических изменений сочленения: в 23,1% случаев (n=12) были выявлены признаки латеральной нестабильности сочленения 1-й степени, в 38,5% случаев (n=20) - 2-й степени, в 30,8% случаев (n=16) - 3-й; признаки гиперпрессии латеральной фасетки 2-й степени были отмечены в 44,2% случаев (n=23), 1-й степени – 36,5% (n=19). Также предложенный протокол позволил доработать классификации, которые могут быть использованы при выборе оптимального вида лечения (использование классификации патологических изменений по данным фМСКТ, предложенной

нами, в 11,5% случаев (n=6) позволило изменить тактику ведения пациентов). Дополнение протокола 3D- и 4D-реконструкциями с видеовизуализацией при комбинации с методами математического моделирования [13] дает возможность травматологам-ортопедам применить персонализированный подход в планировании лечения латеральной нестабильности ПФС и гиперпрессии латеральной фасетки надколенника.

Конфликт интересов и источник финансирования. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансирования данного исследования.

### Список литературы/ References:

1. Boling, M., Padua, D., Marshall, S. et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010; 20(5): 725-730. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x>.
2. Novak D.J., Fox J.M. Operative arthroscopy, third edition. 2002. P. 265-285.
3. Бахвалова В.А., Терновой С.К., Серова Н.С. Лучевая диагностика патологий пателлофemorального сочленения. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (4): 65-76. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-4-65-76. [Bakhvalova V.A., Ternovoy S.K., Serova N.S. Radiation diagnostics of pathologies of the patellofemoral articulation. *Medical imaging*. 2018; 22 (4): 65-76. DOI: 10.24835 / 1607-0763-2018-4-65-76.]
4. Лычагин А.В., Рукин Я.А., Захаров Г.Г., Серова Н.С., Бахвалова В.А., Диллон Х.С. Функциональная компьютерная томография для диагностики расшатывания эндопротеза коленного сустава. *REJR* 2018; 8(4):134-142. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-4-134-142 [Lychagin A.V., Rukin Ya.A., Zakharov G.G., Serova N.S., Bakhvalova V.A., Dillon Kh.S. Functional computed tomography to diagnose loosening of the knee endoprosthesis. *REJR* 2018; 8 (4): 134-142. DOI: 10.21569 / 2222-7415-2018-8-4-134-142]
5. Терновой С.К., Серова Н.С., Бахвалова В.А., Лычагин А.В., Липина М.М. Возможности функциональной мультиспиральной компьютерной томографии коленного сустава в диагностике патологии пателлофemorального сочленения. *REJR* 2020; 10(2):129-139. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-129-139 [Ternovoy S.K., Serova N.S., Bakhvalova V.A., Lychagin A.V., Lipina M.M. Possibilities of functional multispiral computed tomography of the knee joint in the diagnosis of pathology of the patellofemoral joint. *REJR* 2020; 10(2):129-139. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-2-129-139]
6. Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint. *Acta Orthop Scand*. 1941; 12: 319-410.
7. Robie B.H., Rosenthal D.E. Prosthetic Design and Patellofemoral Function. In: Sculco T.P., Martucci E.A. (eds) *Knee Arthroplasty*. Springer, Vienna. 2001; 27-36. [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6185-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6185-2_2).
8. Bruderer J., Servien E., Neyret P. Patellar Height: Which Index?. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds) *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2010; 61-68. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-05424-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-05424-2_7).
9. Koeter S., Horstmann W.G., Wagenaar F.C. et al. A new CT scan method for measuring the tibial tubercle trochlear groove distance in patellar instability. *Knee*. 2007; 14(2): 128-132. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2006.11.003>
10. Saggini P.R., Dejour D., Meyer X., Tavernier T. Computed Tomography and Arthro-CT Scan in Patellofemoral Disorders. In: Zaffagnini S., Dejour D., Arendt E. (eds) *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2010; 73-78. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-05424-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-05424-2_9).
11. Marc D. van Leersum, M.D., Schweitzer, M.E., Gannon, F. et al. Thickness of patellofemoral articular cartilage as measured on MR imaging: sequence comparison of accuracy, reproducibility, and interobserver variation. *Skeletal Radiol*. 24, 431-435 (1995). <https://doi.org/10.1007/BF00941240>

12. Витько Н.К., Филистеев П.А., Морозов С.П. Клиническое значение и МР-диагностика синовиальных складок коленного сустава (обзор литературы) // *Медицинская визуализация*. 2013. № 4. С. 103-110. [Vitko N.K., Filisteev P.A., Morozov S.P. Clinical significance and MRI diagnostics of synovial folds of the knee joint (review literature) // *Medical imaging*. 2013. No. 4. S. 103-110.

13. Seth A, Dong M, Matias R, Delp S. Muscle Contributions to Upper-Extremity Movement and Work From a Musculoskeletal Model of the Human Shoulder. *Front Neurobot*. 2019 Nov 5;13:90. doi: 10.3389/fnbot.2019.00090. PMID: 31780916; PMCID: PMC6856649.

### Авторы:

**Терновой Сергей Константинович** - академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Россия, Москва. E-mail: prof\_ternovoy@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4374-1063>

**Серова Наталья Сергеевна** - член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Россия, Москва. E-mail: dr.serova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2975-4431>

**Лычагин Алексей Владимирович** - доктор медицинских наук, директор клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Россия, Москва. E-mail: dr.lychagin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2202-8149>.

**Бахвалова Вера Александровна** - аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Россия, Москва. E-mail: v.bakhvalova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8479-7293>

**Липина Марина Михайловна** - кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Россия, Москва. E-mail: marli-05@mail.ru

### Authors:

**Ternovoy S.K.** - Doctor of Medicine, Professor, Academician of Russian Academy of Science, Head of the Department of Department of Radiology and Radiotherapy of the of the Sechenov University, Russia, Moscow. E-mail: prof\_ternovoy@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4374-1063>

**Serova N.S.** - Doctor of Medicine, corresponding member of RAS, Professor of the Department of Radiology and Radiotherapy of the Sechenov University, Russia, Moscow. E-mail: dr.serova@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-2975-4431>

**Lychagin A.V.** - Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery of the Sechenov University, Director of Traumatology and orthopedics Clinic, Russia, Moscow. E-mail dr.lychagin@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2202-8149>.

**Bakhvalova V.A.** - Postgraduate student of the Department of Radiology and Radiotherapy of the Sechenov University, Russia, Moscow. E-mail: v.bakhvalova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8479-7293>

**Lipina M.M.** - PhD in Medical Science, Assistant professor Department of traumatology, orthopedics and disaster of the Sechenov University, Russia, Moscow. E-mail: marli-05@mail.ru