

# 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 последипломного 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

**Процко Виктор Геннадьевич**, доктор медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Москва, Россия; руководитель центра хирургии стопы ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

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

**Шубкина Алёна Александровна** – секретарь, врач травматолог-ортопед ФГАОУ ВО им. И.М.Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

**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 30.09.2021.

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

**Protcko Viktor Gennadevich**, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation; Surgeon, Chief of Foot Surgery Centre City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, 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, Voronezh, 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 F.**, 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

**Shubkina Alena Alexandrovna** – secretary, orthopedist-traumatologist I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

**Järvelä Timo**, M.D., PhD, Professor, Tampere University Hospital, Hatanpää Arthroscopic Center and Othopaedic 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 "KANTSLEK", 150044; Yaroslavl, Polushkina grove 16, build. 66a

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>ШИБАЕВ Е.Ю., СВЕТЛОВ К.В., ФАЙН А.М., КЕЛБАН Д.И., АКИМОВ Р.Н., КВАРДАКОВА О.В.</b><br>ОШИБОЧНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ ДОБАВОЧНОЙ ЛАДЬЕВИДНОЙ КОСТИ, КАК ПРИЧИНА ВЫБОРА НЕВЕРНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ .....  | 5  |
| <b>ВАВИЛОВ М.А., БЛАНДИНСКИЙ В.Ф., ГРОМОВ И.В., СОЛОВЬЕВА Е.Н., ТОРНО Т.Э., КАРТАШОВ Е.А., ДУБИНЕНКОВ В.Б., СОКОЛОВ А.Г.</b><br>СИМУЛЬТАННЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ И СОЧЕТАННЫХ ПОРОКАХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ .....  | 10 |
| <b>АРТЮХ В.А., БОЖКОВА С.А., АНТИПОВ А.П., МУРАВЬЁВА Ю.В.</b><br>ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ЭТАПАМИ ТОТАЛЬНОГО РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ПРОСПЕКТИВНОЕ НЕРАНДОМИЗИРОВАННОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) ..... | 17 |
| <b>ЩЕПКИНА Е.А., СОЛОМИН Л.Н., САУТА О.И., САБИРОВ Ф.К.</b><br>ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ГЕКСАПОДА ПРИ УДЛИНЕНИИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ «ПОВЕРХ» ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО СТЕРЖНЯ .....  | 27 |
| <b>НАЙМАНН А.И., ЛЫЧАГИН А.В., СУРИН В.В., ВЕНГЕРОВ В.Ю., ЯН Я., ИВАННИКОВ С.В.</b><br>НАШ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОДИЛЯТАЦИОННОЙ РЕДРЕССАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ТУГОПОДВИЖНОСТИ ПРИ АДГЕЗИВНОМ КАПСУЛИТЕ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА .....  | 37 |
| <b>ЛОГВИНОВ Н.Л., ХОРОШКОВ С.Н., ЯРЫГИН Н.В.</b><br>АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧАСТИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПО 18 - ЛЕТНИМ ДАННЫМ АВСТРАЛИЙСКОГО РЕЕСТРА AOANJRR .....   | 43 |
| <b>РАСУЛОВ М.Ш., КУЛЯБА Т.А., БАНЦЕР С.А., САРАЕВ А.В., САННИКОВА Е.В., КОРНИЛОВ Н.Н.</b><br>ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА КОЛЕННОМ СУСТАВЕ НА ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....                                      | 52 |
| <b>ЕГИАЗАРЯН К.А., МАКСИМОВ Б.И., АСКЕРОВ А.А., ВЕДЕРНИКОВ Н.Н., МАТВИЕНКО М.И.</b><br>СПИЦЕВОЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ .....   | 62 |
| <b>ЛЫЧАГИН А.В., ГРИЦЮК А.А., КОРЫТИН В. С., ЧЕРВЯКОВ А.В.</b><br>РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ РАНЕНИЙ ГОЛЕНИ .....   | 72 |
| <b>ЕГИАЗАРЯН К.А., ДАНИЛОВ М.А., РАТЬЕВ А.П., БАДРИЕВ Д.А., КАЗАКОВ К.А.</b><br>ЛЕЧЕНИЕ МЕТАЭПИФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЯСТНЫХ КОСТЕЙ .....  | 78 |
| <b>ДАВЫДОВ Д.В., АЛЬ-ХАНИХ М. А., БРИЖАНЬ Л.К., ГРИЦЮК А.А.</b><br>РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ГЕЛЕЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЛОЖНЫХ СУСТАВОВ КОСТЕЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ .....  | 84 |

## CONTENT

|  |    |
|--|----|
| <b>SHIBAEV E. YU., SVETLOV K. V., FAIN A. M., KELBAN D. I., AKIMOV R. N., KVARDAKOVA O. V.</b>   | 5  |
| AN ERRONEOUS RADIOLOGY INTERPRETATION OF ACCESSORY NAVICULAR BONE, AS A CAUSE OF INCORRECT SURGICAL TREATMENT . . . . .  |    |
| <b>VAVILOV M.A., BLANDINSKY V.F., GROMOV I.V., SOLOVIEVA E.N., TORNO T.E., KARTASHOV E.A., DUBINENKOV V.B., SOKOLOV A.G.</b>   | 10 |
| SIMULTANEOUS OPERATIONS FOR MULTIPLE AND CONCOMITANT DEFECTS OF THE LIMBS IN CHILDREN. . . . .   |    |
| <b>ARTYUKH V.A., BOZHKOVA S.A., ANTIPOV A.P., MURAVYOVA J.V.</b>   | 17 |
| POTENTIAL ABILITY OF REDUCING THE INTERVAL BETWEEN THE STAGES OF TOTAL HIP REPLASMENT IN THE TREATMENT OF CHRONIC PERIPROTHETIC JOINT INFECTION (PROSPECTIVE NON-RANDOMIZED COMPARATIVE STUDY) . . . . . |    |
| <b>SHCHEPKINA E.A., SOLOMIN L.N., SAUTA O.I., SABIROV F.K.</b>   | 27 |
| SUBSTANTIATION FOR THE USE OF ORTHOPEDIC HEXAPOD FOR THE FEMUR LENGTHENING OVER THE NAIL . . . . .   |    |
| <b>NAIMANN A.I., LYCHAGIN A.V., SURIN V.V., VENGEROV V.Y., YANG Y., IVANNIKOV S.V.</b>   | 37 |
| OUR EXPERIENCE WITH THE USE OF HYDRODILATATION REDRESSATION FOR THE TREATMENT OF STIFFNESS OF THE ADHESIVE CAPSULITIS AT THE SHOULDER JOINT . . . . .  |    |
| <b>LOGVINOV A.N., KHOROSHKOV S.N., YARYGIN N.V.</b>  | 43 |
| ANALYSIS OF THE RESULT OF THE PARTIAL KNEE JOINT REPLACEMENT DURING 18-YEAR DATA AUSTRALIAN REGISTRY AOANJRR. . . . .  |    |
| <b>RASULOVA M. SH., KULYABA T. A., BANCER S. A., SARAIEV A. V., SANNIKOVA E. V.</b>  | 52 |
| INFLUENCE OF PREVIOUS OPERATIVE TREATMENT ON THE FEATURES AND RESULTS OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY (REVIEW) . . . . .  |    |
| <b>EGIAZARYAN K.A., MAXIMOV B.I., ASKEROV A.A., VEDERNIKOV N.N., MATVIENKO M.I.</b>  | 62 |
| K-WIRE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL RADIUS FRACTURES. . . . .  |    |
| <b>LYCHAGIN A.V., GRITSYUK A. A., KORYTIN V.S., CHERVJAKOV A. V.</b>   | 72 |
| TREATMENT RESULTS AND CONSEQUENCES OF LEG INJURY . . . . .   |    |
| <b>EGIAZARYAN K.A., DANILOV M.A., RATIEV A.P., BADRIEV D.A., KAZAKOV K.A.</b>  | 78 |
| TREATMENT OF METAEPHYSAL FRACTURES OF THE METACARPAL BONES . . . . .   |    |
| <b>DAVYDOV D.V., BRIZHAN L.K., AL-HANIH M.A., GRITSYUK A.A.</b>  | 84 |
| RESULTS OF THE APPLICATION OF BIODEGRADABLE GELS IN THE TREATMENT OF PSEUDOARTHROSIS OF THE BONES OF THE UPPER LIMBS . . . . .   |    |

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.5-9

УДК 617.3

© Шибаев Е.Ю., Светлов К.В., Файн А.М., Келбан Д.И., Акимов Р.Н., Квардакова О.В., 2021

## ОШИБОЧНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ ДОБАВОЧНОЙ ЛАДЬЕВИДНОЙ КОСТИ, КАК ПРИЧИНА ВЫБОРА НЕВЕРНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ

ШИБАЕВ Е.Ю.<sup>1,a</sup>, СВЕТЛОВ К.В.<sup>1,b</sup>, ФАЙН А.М.<sup>1,c</sup>, КЕЛБАН Д.И.<sup>1,d</sup>, АКИМОВ Р.Н.<sup>1,e</sup>, КВАРДАКОВА О.В.<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup> Государственное бюджетное Учреждение Здравоохранения «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н. В. Склифосовского ДЗМ» Российской Федерации, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3

### Резюме

Стопа является важной частью опорно-двигательного аппарата, отличается сложной анатомической организацией и непростыми биомеханическими соотношениями. Ключевым элементом, соединяющим отделы стопы, является ладьевидная кость, отличающаяся своими индивидуальными анатомическими особенностями. К таковым относится дополнительная ладьевидная кость, наличие и форма которой могут стать причиной диагностических ошибок и выбора неверной хирургической тактики.

В статье приводится случай ошибочного хирургического лечения пациентки с травмой стопы с дополнительной ладьевидной костью. Обсуждаются вопросы диагностики, верификации вариантов и форм дополнительной ладьевидной кости, выбора тактики лечения, протокол обследования пациента, позволяющие избежать выполнения необоснованных оперативных вмешательств.

**Ключевые слова:** добавочная ладьевидная кость; os tibiale externum; перелом ладьевидной кости стопы; травма стопы.

### Для цитирования:

Шибаев Е.Ю., Светлов К.В., Файн А.М., Келбан Д.И., Акимов Р.Н., Квардакова О.В., ОШИБОЧНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ ДОБАВОЧНОЙ ЛАДЬЕВИДНОЙ КОСТИ, КАК ПРИЧИНА ВЫБОРА НЕВЕРНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.5-9.

## AN ERRONEOUS RADIOLOGY INTERPRETATION OF ACCESSORY NAVICULAR BONE, AS A CAUSE OF INCORRECT SURGICAL TREATMENT

SHIBAЕV E.YU.<sup>1,a</sup>, SVETLOV K.V.<sup>1,b</sup>, FAIN A.M.<sup>1,c</sup>, KELBAN D.I.<sup>1,d</sup>, AKIMOV R.N.<sup>1,e</sup>, KVARDAKOVA O.V.<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup> N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department, 3 Sukharevskaya Square, Moscow, 129090, Russian Federation

### Abstract

The foot is an important part of the musculoskeletal system, characterized by a complex anatomical organization and strong biomechanical relationships. The key element connecting the hindfoot and the forefoot is the navicular bone, which is distinguished by its individual anatomical features. These include the accessory navicular bone, the presence and appearance of which can cause diagnostic errors and the choice of incorrect surgical treatment.

The article presents a case of erroneous surgical treatment of a patient with a foot injury and with presence of navicular secundum bone. In this article are being discussed the issues of diagnostics and forms of accessory navicular bone, choice of treatment tactics, protocol of patient examination, avoiding unreasonable surgical interventions.

**Key words:** accessory navicular bone; os tibiale externum; navicular secundum bone; midfoot; foot injury.

### For quoting:

Shibaev E.Y., Svetlov K.V., Fayn A.M., Kelban D.I., Akimov R.N., Kvardakova O.V., AN ERRONEOUS RADIOLOGY INTERPRETATION OF ACCESSORY NAVICULAR BONE, AS A CAUSE OF INCORRECT SURGICAL TREATMENT *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021.№3(45). pp.5-9

### Актуальность:

Основой точной диагностики и выбора тактики, метода лечения в травматологии помимо клинического обследования, была и остается визуализация повреждения. Но даже с появле-

нием более специфичных и чувствительных методов диагностики, таких как компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, отказ от рутинных диагностических исследований произойдет не скоро. Представляется вполне логичным, что об-

<sup>a</sup> E-mail: evshibaev@yandex.ru

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

<sup>c</sup> E-mail: finn.loko@mail.ru

<sup>d</sup> E-mail: kelban.dmitrij@yandex.ru

<sup>e</sup> E-mail: akimovruslan@yandex.ru

следование пациента травматолог начинает с выполнения простого рентгенографического исследования, а полученная визуальная информация позволяет сформулировать диагноз.

Однако, индивидуальные анатомические особенности пациента могут преподнести сюрприз и стать причиной диагностических ошибок. В полной мере это актуально в диагностике травм и заболеваний стопы.

По некоторым оценкам, доля переломов костей стопы в структуре перелома скелета составляет 17-20%. (Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. 2-е изд. М.: Медицина; 2002. 328с.) По данным литературы, переломы ладьевидной кости составляют 2,2-2,5 % от всех переломов костей стопы. Переломы ладьевидной кости бывают изолированными и могут сочетаться с переломами других костей стопы. При переломах ладьевидной кости нарушается прочность продольного свода стопы, что необходимо учитывать при лечении данной патологии [1, 2, 3].

Дополнительные кости стопы могут стать причиной ошибочных диагнозов, особенно когда в анамнезе пациента есть указания на травму, а рентгенологическая картина соответствует картине перелома.

Наиболее часто (4-21%) встречается дополнительная ладьевидная кость (lat. os tibiale externum) [4, 5, 6, 7, 8]. Она является случайной находкой и в некоторых ситуациях ее форма может быть интерпретирована как перелом.

Стоит отметить, что ладьевидная кость является «ключевой» костью продольного свода стопы, а особая анатомия делает ее связующим звеном заднего и среднего отделов стопы.

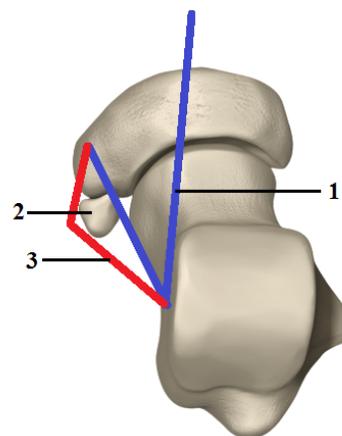
Добавочная ладьевидная кость, в соответствии с классификацией Гейста, существует в трех вариантах (Рисунок 1), в зависимости от состояния синостоза и размеров. Чаще всего, данная дополнительная кость встречается у женщин молодого возраста и проявляет себя симптоматически лишь в 1% случаев [5, 9].



**Рисунок 1.** Классификация форм добавочной ладьевидной кости по Гейсту. (Из ресурсов Radiopaedia.org)

И, как видно из рисунка 1, если первая и третья формы выглядят вполне «безобидно», то вид второй, промежуточной формы, сходен с рентгенологической картиной перелома.

Присутствие данной кости - фактор риска для дисфункции сухожилия задней большеберцовой мышцы, так как она добавляет объем основной ладьевидной кости, при этом уменьшая плечо тяги сухожилия (Рисунок 2). Результатом такого нарушения биомеханики становится увеличение напряжения сухожилия с присутствием хронической боли, так называемым синдромом добавочной ладьевидной кости, и последующими вторичными изменениями в виде плоской стопы и вальгусной деформации заднего отдела стопы. [10]



**Рисунок 2.** Биомеханическое взаимодействие сухожилия задней большеберцовой мышцы и костных структур. 1 – сухожилие задней большеберцовой мышцы (ЗБМ); 2 – дополнительная ладьевидная кость; 3 – измененная топография сухожилия ЗБМ; синяя линия – экскурсия сухожилия ЗБМ в норме; красная линия – экскурсия сухожилия ЗБМ при наличии добавочной ладьевидной кости.

Учитывая тот факт, что дополнительная ладьевидная кость выявляется в качестве случайной находки, вероятность диагностической ошибки весьма высока. Однако, в 90% случаев дополнительная кость имеется с двух сторон, и рентгенография контрлатеральной стопы помогает установить правильный диагноз [5, 9].

#### Материал и методы:

Приводим пример клинического наблюдения пациентки с хронической болью и нарушением функции стопы. В качестве инструментального исследования был использован рентгенологический метод.

#### Цель работы:

Показать на клиническом примере симптоматическое проявление дополнительной ладьевидной кости стопы, ошибочно интерпретированное как перелом, что привело к неверному выбору хирургической тактики.

#### Результаты и обсуждение:

В НИИ СП им. Н. В. Склифосовского обратилась пациентка, 21 год, профессиональная балерина, с жалобами на боль, последние 6 месяцев, по внутренней поверхности правой стопы, при нагрузке, с иррадиацией по задне-медиальной поверхности голеностопного сустава. Из анамнеза: в июне 2018г. подвернула правую стопу. Правая нижняя конечность была иммобилизирована в гипсовой повязке в течение одного месяца. После снятия гипса продолжила занятия балетом. В мае 2019г. снова травмировала правую стопу. Обратилась к травматологу по месту жительства, с жалобами на боль, отек, гиперемию по внутренней поверхности правой стопы. Была выполнена рентгенография правой стопы. Данные были интерпретированы как перелом ладьевидной кости.

Больной, в другом медицинском учреждении, было выполнено оперативное пособие в объеме остеосинтеза ладьевидной кости интракорткальным винтом Герберта (Рисунок 3).



**Рисунок 3.** Рентгенограмма правой стопы после операции.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. При динамическом наблюдении и контрольных рентгенограммах на 4-й и 6-й неделях, признаки консолидации перелома отсутствовали. При нагрузке стопы беспокоили сильные боли. На третьей серии послеоперационных рентгенологических снимков (всего было выполнено 6 серий), была выполнена рентгенография левой стопы (Рисунки 4 и 5).



**Рисунок 4.** Рентгенограмма правой стопы через 6 недель после операции.

На рентгенограмме контрлатеральной, левой стопы у пациентки была выявлена отдельная костная структура расположенная задне-медиально по отношению ладьевидной кости.

Болевой синдром нарастал, а последние 6 месяцев стал беспокоить настолько, что пациентке пришлось прекратить занятия балетом. На момент обращения, визуально отмечается уплощение продольного свода стоп (Рисунки 6 и 7).



**Рисунок 5.** Рентгенограмма левой стопы.



**Рисунки 6 и 7.** Виды спереди и сзади обеих стоп.

По медиальной поверхности обеих стоп определяются выступающие бугорки ладьевидных костей. Справа имеется послеоперационный рубец размерами 2,0 x 0,1 см, плоский, без признаков воспаления (Рисунки 8 и 9).



**Рисунки 8 и 9.** Вид обеих стоп с медиальной стороны.

При пальпации в проекции ладьевидной кости справа выражена болезненность. Нейроциркуляторных нарушений стоп не выявлено. Амплитуда активных движений обеих стоп

полная. При нагрузке правой стопы, боль в проекции ладьевидной кости. На серии рентгенограмм правой стопы из других медицинских учреждений визуализируется винт в проекции ладьевидной кости. Присутствуют признаки перимплантной резорбции, нестабильность остеосинтеза (Рисунок 10).



**Рисунок 10.** Рентгенограмма правой стопы перед операцией.

Учитывая вновь полученные данные рентгенограмм левой стопы – ситуация расценена как дополнительная ладьевидная кость. Выраженный болевой синдром, сопряженный с нарушениями функции стопы, являлся показанием для оперативного лечения.

Под проводниковой анестезией, с иссечением рубца, выполнен доступ к добавочной кости. Отмечены рубцовые перерождения тканей, с сохранением инсерции основной части сухожилия задней большеберцовой мышцы к ладьевидной кости. Не повредив точку прикрепления сухожилия, кость выделена из окружающих тканей. Фиксирующий винт удалён. Плотность кости снижена, легко крошится инструментом. Произведено удаление добавочной ладьевидной кости. Разделенные пучки сухожилия сшиты между собой. Наложена гипсовая повязка на голень и стопу в положении приведения и пронации. Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии. Рекомендована гипсовая иммобилизация в положении приведения и пронации на 4 недели. После снятия гипса, ношение супинатора в течение 6 месяцев. Пациентка отметила исчезновение болевого синдрома.

#### **Заключение:**

Сталкиваясь с пациентом с «проблемной» стопой необходимо помнить об особенностях анатомии стопы. И хотя дополнительная ладьевидная кость лишь в 1% случаев проявляет себя симптомами, последствия неверной интерпретации рентгенографической картины могут привести к выбору ошибочной хирургической тактики, которая является следствием недостаточной информированности хирурга или травматолога.

Дополнительная ладьевидная кость может стать причиной ошибки в диагностике.

Как стандартное инструментальное исследование опорно-двигательного аппарата всегда нужно выполнить рентгеногра-

фию обеих стоп, в трех проекциях: дорсо-плантарная, боковая и косая (450). Такое действие исключает ошибочную интерпретацию рентгенограмм, которая приводит к выбору неверной хирургической тактики [11].

Не исключено, что в некоторых случаях необходимо использовать более чувствительные методы диагностики. Выполненное компьютерное томографическое исследование в предоперационном периоде позволяет дифференцировать внутрисуставные повреждения с отличительными признаками сохранения суставных поверхностей даже таких мелких структур, как дополнительная ладьевидная кость.

**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. Корышков Н. А. Травма стопы: монография. – Ярославль, 2006. – 170 с. [Koryshkov N.A. Travma stopy: monografiya. – Yaroslavl'. 2006.-170 p.]
2. Чебаков Д. В. Лечение переломов костей стопы // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии. – М., 1999. – С. 122-124. [Chebakov D.V. Lechenie perelomov kostei stopy // Aktual'nye voprosy travmatologii i oropedii. – M., 1999. – 122-124 p.]
3. Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю. Ф. Хирургия стопы. – изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002. – 328 с. [Cherkes-Zade D. I., Kamenev Yu. F. Khirurgiya stopy. – izd. 2-e pererab.i dop.- M.: Meditsina, 2002. – 328 p.]
4. Sahibzada N. Mansor, Farooq A. Rathore. Symptomatic accessory navicular bone: a case series. The Egyptian Rheumatologist 39 (2017) 263-266. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejr.2017.02.003>
5. Ho-Seong Jang, Kwang-Hee Park, Hyun-Woo Park. Comparison of outcomes of osteosynthesis in type II accessory navicular by variable fixation methods. Foot and Ankle Surgery 23 (2017) 243-249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2016.07.004>
6. Andrew Scott-Moncrieff, Bruce B Forester, Gordon Andrews, Karim Khan. The adult tarsal navicular: why it matters. CARJ Vol 58, No 5, December 2007. 18286903
7. Телицын П.Н., Жила Н.Г. Современные аспекты лечения переломов костей стопы и голеностопного сустава. Дальневосточный медицинский журнал, 2016г. [Telitsyn P.N., Zhila N.G. Sovremennye aspekty lecheniya perelomov kostei stopy I golenostopnogo sustava. Dal'nevostochnyi meditsinskii zhurnal. 2016]
8. Patrick Mulkerrin, Ray McLoughlin, Shaun T. O'Keeffe. Accessory navicular syndrome as a cause of foot pain during stroke rehabilitation. Age and Ageing, Vol 48, Issue 1, January 2019, pp 159-161. 10.1093/ageing/afy165
9. Tamer Ahmed Sweed, Seyed Asghar Ali, Surabhi Choudhary. Tarsal Tunnel Syndrome Secondary to an Unreported Ossicle of the Talus: a case report. The Journal of Foot and Ankle Surgery xxx (2015) 1-3. 10.1053/j.fas.2014.09.029
10. Anja Bernaerts, Filip M Vanhonacker, Paul M Parizel. Accessory navicular bone: not such a normal variant. JBR-BTR, 2004, 87 (5). 15587565
11. Heidi L. Tuthill, Evan R. Finkelstein, Allen M. Sanchez et al. Imaging of tarsal navicular disorders – a pictorial review. Foot Ankle Spec, published online 30 March 2014. 10.1177/1938640014528042

**Информация об авторах:**

**Шибяев Евгений Юрьевич**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» Российская Федерация, Москва, 129090. e-mail evshibaev@yandex.ru

**Светлов Кирилл Всеволодович**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» Российская Федерация, Москва, 129090. e-mail svetloffkirill@yandex.ru

**Файн Алексей Максимович**, доктор медицинских наук, заведующий научным отделением неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» Российская Федерация, Москва, 129090. e-mail finn.loko@mail.ru

**Квардакова Ольга Викторовна**, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог рентгеновского отделения, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» Российская Федерация, Москва, 129090.

**Акимов Руслан Нурланович**, врач-пластический хирург отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» Российская Федерация, Москва, 129090. e-mail akimovruslan@yandex.ru

**Келбан Думитру Игоревич**, врач-пластический хирург отделения неотложной травматологии опорно-двигательного аппарата, ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» Российская Федерация, Москва, 129090. <https://orcid.org/0000-0001-7561-8209>. e-mail kelban.dmitrij@yandex.ru

**Information about the authors:**

**Shibaev Evghenii Yur'evich**, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of Emergency Isolated Trauma Department, N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, 129090, e-mail evshibaev@yandex.ru

**Svetlov Kirill Vsevolodovich**, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of Emergency Isolated Trauma Department, N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, 129090, e-mail svetloffkirill@yandex.ru

**Fain Aleksei Maksimovich**, Doctor of Medical Sciences, Head of Research of Emergency Isolated Trauma Department, N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, 129090, e-mail finn.loko@mail.ru

**Kvardakova Olga Viktorovna**, Candidate of Medical Sciences, radiologist of Radiology Department, N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, 129090

**Akimov Ruslan Nurlanovich**, plastic surgeon of Emergency Isolated Trauma Department, N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, 129090, e-mail akimovruslan@yandex.ru

**Kelban Dumitru Igorevich**, plastic surgeon of Emergency Isolated Trauma Department, N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, 129090, e-mail kelban.dmitrij@yandex.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.10-16

УДК 617.586-007.5-053

© Вавилов М.А., Бландинский В.Ф., Громов И.В., Соловьева Е.Н., Торно Т.Э., Карташов Е.А., Дубиненков В.Б., Соколов А.Г., 2021

## СИМУЛЬТАННЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ И СОЧЕТАННЫХ ПОРОКАХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ

**ВАВИЛОВ М.А.<sup>2,a</sup>, БЛАНДИНСКИЙ В.Ф.<sup>1,b</sup>, ГРОМОВ И.В.<sup>2,c</sup>, СОЛОВЬЕВА Е.Н.<sup>1,d</sup>, ТОРНО Т.Э.<sup>3,e</sup>, КАРТАШОВ Е.А.<sup>2,f</sup>, ДУБИНЕНКОВ В.Б.<sup>2,g</sup>, СОКОЛОВ А.Г.<sup>1,h</sup>**

<sup>1</sup>Кафедра детской хирургии ФГБОУ ВО «ЯГМУ» Минздрава России, Ярославль, 150000, Россия

<sup>2</sup>ГБУЗ ЯО «ОДКБ», Ярославль, 150042, Россия

<sup>3</sup>ГБУЗ ЯО «КБСМП им. Н.В. Соловьева», Ярославль, 150003, Россия

### Резюме

По данным Всемирной организации здравоохранения, пациенты, имеющие патологию органов и систем в 20-30%, имеют сочетание поражений, нуждающихся в хирургической коррекции. Симультанные (сочетанные, одномоментные) операции — это операции, при которых во время одного наркоза одновременно проводится несколько различных хирургических манипуляций параллельно или последовательно в зависимости от множества факторов. Целью исследования явилась демонстрация основных преимуществ симультанных операций при лечении врожденных деформаций стоп в сочетании с другими патологиями скелета и пороками внутренних органов. В клиниках города Ярославля за период с мая 2015 года по декабрь 2020 года был пролечен 531 ребенок с сочетанными и множественными деформациями конечностей, которым выполнено суммарно 1108 операций. Из них множественные поражения опорно-двигательного аппарата встретились 12.1%. А сочетание с другими патологиями внутренних органов составило 2.3 %. Отдаленный средний срок наблюдений составил 2.9 года. Симультанные операции позволили снизить количество госпитализаций и суммарное время предоперационной подготовки, а также количество койко-дней в стационаре. Осложнения, полученные в ходе лечения, были у четырех пациентов, что составило 0.75 % (2 стопы – инфекции мягких тканей вокруг спиц с местным воспалением). У одного пациента было падение гемоглобина ниже 70 г/л, что потребовало однократного переливания эритроцитарной массы. У одного пациента в результате хирургической коррекции амниотической косолапости получен некроз кожи и подкожно-жировой клетчатки тыла стопы и пальцев площадью 1%. Несмотря на это, современные возможности анестезиолого-реанимационной службы и малотравматичные современные операции позволяют одновременно выполнять операции в нескольких анатомических областях за одну хирургическую сессию.

**Ключевые слова:** симультанная операция, косолапость, вертикальный таран, детский церебральный паралич, артрогрипоз.

### Для цитирования:

Вавилов М.А., Бландинский В.Ф., Громов И.В., Соловьева Е.Н., Торно Т.Э., Карташов Е.А., Дубиненков В.Б., Соколов А.Г., Симультанные операции при множественных и сочетанных пороках конечностей у детей // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.10-16.

## SIMULTANEOUS OPERATIONS FOR MULTIPLE AND CONCOMITANT DEFECTS OF THE LIMBS IN CHILDREN

**VAVILOV M.A.<sup>2,a</sup>, BLANDINSKY V.F.<sup>1,b</sup>, GROMOV I.V.<sup>2,c</sup>, SOLOVIEVA E.N.<sup>1,d</sup>, TORNO T.E.<sup>3,e</sup>, KARTASHOV E.A.<sup>2,f</sup>, DUBINENKOV V.B.<sup>2,g</sup>, SOKOLOV A.G.<sup>1,h</sup>**

<sup>1</sup>Department of pediatric surgery «YSMU" Yaroslavl, 150000, Russia

<sup>2</sup>Regional Children's Hospital Yaroslavl, 150042, Russia

<sup>3</sup>Clinical hospital of emergency medical care N.V. Solovyov, Yaroslavl, 150003, Russia

### Summary

According to the World Health Organization, 20-30% of patients with pathology of organs and systems have a combination of lesions requiring surgical correction. Simultaneous (combined, one-step) operations are operations in which several different surgical procedures are performed simultaneously during

<sup>a</sup> E-mail: maxtravma@mail.ru

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

<sup>c</sup> E-mail: gromich\_87@mail.ru

<sup>d</sup> E-mail: cat.fomenko@yandex.ru

<sup>e</sup> E-mail: tornotim@gmail.com

<sup>f</sup> E-mail: keanoo1992@gmail.com

<sup>g</sup> E-mail: 63vbd@mail.ru

<sup>h</sup> E-mail: sokolovalex96@icloud.com

one anesthesia, in parallel or sequentially, depending on many factors. The aim of the study was to demonstrate the main advantages of simultaneous operations in the treatment of congenital deformities of the feet in combination with other pathologies of the skeleton and defects of internal organs. In the clinics of the city of Yaroslavl for the period from May 2015 to December 2020, 531 children with combined and multiple deformities of the limbs were treated, 1108 operations were performed. Of these, 12.1% met multiple lesions of musculoskeletal system. The combination with other pathologies of internal organs was 2.3%. The long-term average observation period was 2.9 years. Simultaneous operations made it possible to reduce the number of hospitalizations and the total time of preoperative preparation, as well as the number of bed-days in the hospital. Complications during treatment were observed in four patients, which amounted to 0.75% (2 feet - soft tissue infections around the pins with local inflammation). One patient had a drop in hemoglobin below 70 g / L, which required a single transfusion of the R-mass. In one patient, as a result of surgical correction of amniotic clubfoot, skin and subcutaneous adipose tissue necrosis of the dorsum of the foot and toes with an area of 1% was obtained. Despite this, the modern capabilities of the anesthesia and intensive care service and low-traumatic modern operations allow simultaneous operations in several anatomical areas in one surgical session.

**Key words:** simultaneous operation, clubfoot, vertical talus, cerebral palsy, arthrogyposis.

#### For quoting:

Vavilov M.A., Blandinsky V.F., Gromov I.V., Solovieva E.N., Torno T.E., Kartashov E.A., Dubinenkov V.B., Sokolov A.G., Simultaneous operations for multiple and concomitant defects of the limbs in children *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021. №3(45). pp.10-16

### Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, пациенты имеющие патологию органов и систем в 20-30% имеют сочетание поражений нуждающихся в хирургической коррекции [1].

Под множественными пороками опорно-двигательного аппарата мы понимаем врожденное или приобретенное нарушение развития нескольких анатомических областей скелета и окружающих его мягких тканей [2, 3, 4]. Сочетанные пороки развития мы трактуем как поражение нескольких органов и систем в сочетании с проблемами опорно-двигательного аппарата [6, 7]. Симультаные (сочетанные, одномоментные) операции — это операции, при которых во время одного оперативного вмешательства одновременно проводится несколько различных хирургических манипуляций. Данные вмешательства могут проводиться за один наркоз параллельно или последовательно в зависимости от множества факторов [8, 9, 10]. Решение о возможности такого подхода в каждом случае принимается индивидуально в ходе консилиума педиатров, анестезиологов, травматологов ортопедов и профильных хирургов [11, 12, 13, 14].

В нашей стране на данный момент система обязательного медицинского страхования не способствует лечению пациентов данной категории, а направлена на зарабатывание денег больницей (увеличение количества госпитализаций, койко-дней и т.д.). Кроме того, одновременно выполненные операции (на местах) страховыми компаниями расцениваются как не профильные для отделения, в котором находится ребенок, что не поощряется ни системой обязательного медицинского страхования, ни администрацией больницы [15]. В случае госпитализации пациента в федеральное учреждение, судя по пациентам Ярославской области, в рамках одной квоты редко удается хирургически скорректировать более одного порока требующего оперативно-го лечения.

### Цель

Акцентировать внимание детских ортопедов к возможностям одновременной коррекции сочетанных и множественных аномалий опорно-двигательного аппарата, а также обосновать преимущества данного подхода для ребенка и его семьи.

Основное преимущество симультаных операций – возможность уменьшения нагрузки на организм пациента, сокращение времени лечения и восстановления.

Количество пациентов с множественными и сочетанными патологиями растет по мере совершенствования выхаживания недоношенных детей, а также вследствие увеличения продолжительности жизни и рождения первенцев у женщин в более позднем возрасте.

Возможность за одну операцию хирургически скорректировать сразу несколько заболеваний, несомненно, привлекательна для пациентов и давно является темой активного обсуждения в профессиональной среде, но не поддерживается современной системой обязательного медицинского страхования.

Одним из главных преимуществ симультаных операций является возможность проведения нескольких хирургических манипуляций под одним наркозом. Какими бы безопасными для пациента ни были современные методы анестезиологического пособия и методики хирургических вмешательств, стремящихся к малой травматичности, операция и наркоз представляет собой серьезную нагрузку для всех систем организма.

При этом, по опросам родителей пациентов, именно наркоз является наиболее стрессовым моментом любого хирургического вмешательства. Внедрение новых подходов в анестезиологическом обеспечении детей позволило активно проводить симультаные операции у пациентов детского возраста. Мультиmodalный подход к интраоперационной анестезии и послеоперационной анальгезии, т.е. использование общей анестезии в сочетании с регионарной анестезией и блокадой периферических нервов, местной анестезией в анестезиологическом пособии и наркотических, ненаркотических анальгетиков обеспечивает надежную защиту от операционного стресса во время операции и ближайшем послеоперационном периоде. Внедрение новых местных анестетиков - маркаина, наропина позволило широко использовать регионарную и местную анестезию в анестезиологическом пособии у детей. Обязательное проведение антибиотикопрофилактики и короткого курса кортикостероидов с противовоспалительной и противошоковыми целями в предоперационном периоде так же повысило возможность проведения симультаных операций у детей.

Следует отметить другой немаловажный фактор — психологический и эмоциональный комфорт пациента, для которого си-

мультианная операция воспринимается как одно хирургическое вмешательство. Это существенно снижает уровень стресса и благотворно сказывается на условиях выздоровления и реабилитации. В противоположность, частые госпитализации повышают тревожность ребенка, снижают защитные свойства организма и, как следствие, увеличивают заболеваемость вирусными инфекциями, повышая интраоперационные риски, связанные с воспалением.

Учитывая, что симультианная операция подразумевает расширенный объем хирургического вмешательства, предоперационные обследования и подготовка должны быть особенно тщательными. Важно определить и минимизировать возможные риски осложнений, выявить и, при необходимости, компенсировать сопутствующие заболевания, а также четко определить тактику и последовательность хирургических манипуляций на предоперационном консилиуме.

Возможность выполнения симультианной операции определяет оперирующий врач вместе с анестезиологом-реаниматологом и другими специалистами.

Помимо медицинской и психологической составляющей, симультиантные операции имеют явные преимущества в случае платного оказания медицинской помощи, поскольку объединение нескольких вмешательств, по нашим данным, позволяет экономить до 33.2% от общей стоимости услуги.

Варианты симультиантных операций, применяемые в наших клиниках, представлены в таблице 1

Таблица 1

**Ассоциации поражений опорно-двигательной системы и их сочетание с другими нарушениями органов и систем**

| Поражения опорно-двигательного аппарата при различных патологиях                   | Прооперированные дети/количество оперируемых анатомических зон | % прооперированных детей |
|--|--|--------------------------|
| Детский церебральный паралич   | 26/54  | 4.9                      |
| Билатеральная патология кистей и стоп  | 423/861  | 79.7                     |
| Артрогрипоз  | 21/47  | 3.9                      |
| Деформация оси нижних конечностей  | 24/56  | 4.5                      |
| Малоберцовые гемимелии и последствия травм голени                                  | 28/69  | 5.3                      |
| Хирургическая коррекция пороков внутренних органов и опорно-двигательного аппарата | 9/21   | 1.7                      |
| Всего  | 531/1108   | 100                      |

При лечении детского церебрального паралича мы руководствуемся методическими рекомендациями Минздрава Российской Федерации от 2016 года, согласно которым устранение и профилактика деформаций, контрактур и вывихов, стабилизация позы, оптимизация двигательного стереотипа, снижение боли показана при всех уровнях двигательных нарушений, чем выраженнее моторный дефицит и спастичность, тем, раньше проводим лечение. Целью вмешательства на нижних конечностях является одномоментное выведение их из тройного сгибания (при спастических формах), посредством удлинения или пересечения *m. iliopsoas* (с целью купирования внутренней ротации и сгибательной контрактуры бедра), пересечения *m. rectus femoris* в зоне дистальной инсерции (для облегчения сгибания в коленном суставе), рецессия *m. hamstrig* для разгибания в коленном суставе, задний релиз голеностопного сустава (для купирования эквинуса), сухожильно-мышечная пластика на стопе для нормализации положения стопы (при стойкой варусной установке стопы – отсечение дистальной инсерции *m. tibialis posterior* или частичная транспозиция *m. tibialis anterior*), стабилизирующие операции на костях заднего отдела стоп, коррекция *hallux valgus* или *varus* у подростков и др. При одностороннем поражении операция по снижению тонуса проводилась в среднем из 3-4 доступов, при двухстороннем поражении из 6-8. Операция по снижению тонуса в одной конечности считалась за единицу. Симультианной считали операцию, выполненную более чем на двух конечностях одновременно. За представленный период прооперировано 26 пациентов, которым за одну хирургическую сессию проведено 54 операции, что составило 4.9 % от всех пациентов представленной группы. Варианты анестезиологического пособия - общая анестезия в сочетании со спинномозговой анестезией или с блокадой периферических нервов на обеих нижних конечностях.

Одновременно с операциями на нижних конечностях, по показаниям, проводятся корригирующие мягкотканые операции на одной верхней конечности. Вторая рука отдается для наркозного сопровождения (контроль артериального давления, доступ к вене, пульсоксиметрия). Цели хирургического лечения верхней конечности могут сильно различаться в разных группах пациентов с церебральным параличом. От улучшения мелкой моторики кисти и формирования схвата, до облегчения ухода за ребенком. Средства достижения данных целей могут включать: ультраселективные нейротомии непосредственно в воротах отдельных спастических мышц. При фиксированных контрактурах выполняются различные варианты релизов и Z-образных удлинений сухожилий, при наличии частичного контроля отдельных мышц могут выполняться транспозиции сухожилий. Варианты анестезиологического пособия при операции на верхних конечностях – общая анестезия в сочетании с блокадой нервов плечевого сплетения (на различных уровнях – надключичном, аксиллярном, на уровне запястья). При смене гипса с нижних конечностей через 1 месяц и возможном удалении спиц проводится операция на противоположной верхней конечности.

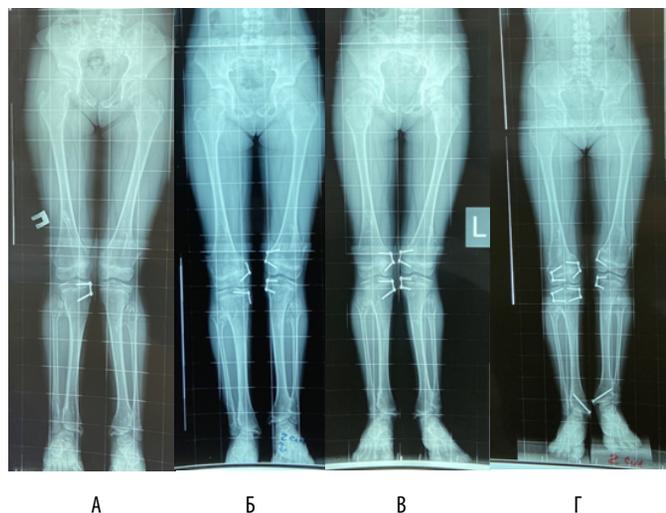
Билатеральная патология: двухсторонняя косолапость, вертикальный таран, плоскостопие, приведение переднего отдела

и т.д. В наших клиниках проводится одновременное лечение патологии обеих стоп, даже в случае необходимости выполнения больших операции (артродезы) связанных с кровопотерей. Малотравматичное лечение деформаций стоп при двухстороннем поражении по методикам Dobbs и Ponseti всегда осуществляется одновременно с обеих сторон. В начале, при освоении базовых операций по поводу деформаций стоп, релизы и артротомизирующие операции занимали более 2 часов, что исключало возможность совмещения операций на обеих стопах одновременно. На данный момент при не успешности консервативного лечения основной этап стандартной операции (релиз/артродез) занимает не более часа, что позволяет провести ее под пневмоожгутом, минимизируя интраоперационную кровопотерю. Выполнение одновременной операции на обеих стопах сохраняет все выше указанные преимущества. За 423 наркоза прооперировано 861 конечность, что составило 79.7 % от всей представленной группы детей в данной работе. Варианты анестезиологического пособия – общая анестезия в сочетании со спинномозговой или с блокадой периферических нервов нижних конечностей.

Артрогрипоз: это врожденное заболевание, характеризующееся ограничением подвижности двух и более крупных суставов несмежных областей, вследствие изменения мышц (гипо- и атрофией), как результата поражения мотонейронов спинного мозга, при исключении остальных известных системных заболеваний. Мы проводим оперативное лечение после безуспешного курса консервативной терапии деформаций стоп (косопласть и вертикальный таран), кистей и коленных суставов. Лечение по М. Доббсу и И. Понсети, как правило, является начальным этапом лечения деформаций стоп и начинается сразу после рождения, гипсовая редрессация деформаций коленных суставов и верхних конечностей с курсами активной реабилитации позволяет оттянуть начало травматичного хирургического лечения и уменьшить его объем. Большие операции производятся одновременно, как и при идиопатическом двустороннем поражении при безуспешности консервативного лечения на протяжении 2-3 месяцев. При этом спицы фиксирующие стопы в положении коррекции удаляются через 6-8 недель с одновременной операцией по поводу наиболее часто встречающейся сгибательной контрактуры коленных суставов (рецессия m.hamstring и/или задний релиз коленных суставов). Далее продолжается стандартное удержание положения коррекции коленных суставов и стоп гипсом или индивидуально изготовленными ортезами из Turbocast. При наличии артрогрипотической деформации верхних конечностей, наиболее часто нами выполнялась хирургическая коррекция приводящей контрактуры большого пальца и сгибательных контрактур II-V пальцев. Полноценная реконструкция первого межпальцевого промежутка не всегда возможна за счёт пластики местными лоскутами и, при наличии показаний, нами используется пластика полнослойными кожными трансплантатами. И в случае одновременной операции на нижних конечностях, мы выполняем забор полнослойного кожного трансплантата со стопы на кисть, не нанося дополнительного ущерба донорской области. Так, например при параллельной с кожной пластикой кисти хирургической коррекции косопла-

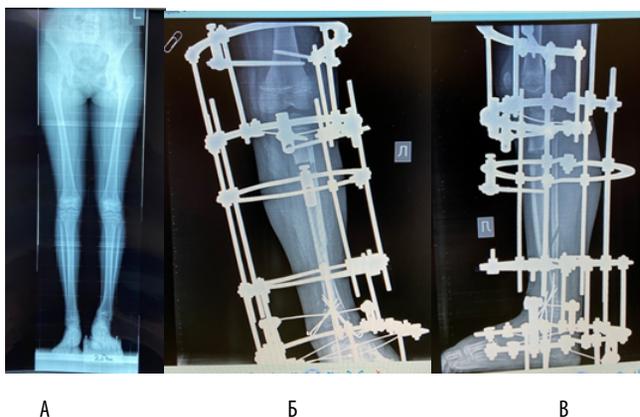
сти, возможен забор в качестве трансплантата избытка кожи по наружной стороне стопы.

Прооперирован 21 ребенок, выполнено 47 оперативных вмешательств, что составило 3.9% от общего числа пролеченных детей. Хирургическую коррекцию на тазобедренных суставах нам не удается совмещать с операциями на нижних конечностях в связи с редкостью выполнения данной процедуры. Варианты анестезиологического пособия – общая анестезия в сочетании со спинномозговой или блокадой периферических нервов верхних и нижних конечностей. Деформация оси нижних конечностей при системных поражениях скелета (остеохондродисплазия с дефектами роста трубчатых костей, фосфат диабет, X- и O- образные деформации нижних конечностей и т.д.). Хирургическая коррекция данных патологий изначально проводилась поэтапно, учитывая травматичность применяемых операций (остеотомий) и накостной или аппаратной фиксации. Но с внедрением временных гемиепифизиодезов при помощи восьмиобразных пластин на фоне роста, детская ортопедия получила возможность одновременной коррекции множества осевых деформаций. Для выполнения этих операций должны быть соблюдены следующие условия: ребенок должен быть старше 3-4 лет, наличие работающих зон роста, возможность рентгелетрии с захватом крыльев таза, интраоперационный рентгенконтроль и наличие специальных металлоконструкций. Зоны роста блокируются винтами окончательно или восьмиобразными пластинами временно (до 24 месяцев), при необходимости с перерывом на 6 месяцев. Одновременно выполнена коррекция и получен результат у 24 детей (56 операций), что составило 4.5% от общего числа оперированных (Рисунок 1).



**Рисунок 1.** Множественные врожденные экзостозы с нарушением оси нижних конечностей. Пациент П. 11 лет на этапах лечения: А. Вальгусная деформация правой нижней конечности, корригированная проксимальным медиальным блокированием большеберцовой кости. Б. На фоне лечения и роста произведен медиальный гемиепифизиодез по поводу прогрессирующей вальгусной деформации коленных суставов. В. Выявлена прогрессирующая анизомелия нижних конечностей  $D < S = 2$  см, а также вальгусная проксимальная деформация левой голени и обоих голеностопных суставов на фоне пубертатного скачка роста. Г. Коррекция всех элементов деформации за счет гемиепифизиодеза (винтами и пластинами).

Осваивая лечение малоберцовых гемимелий с поражением голени и стопы, мы разделяли оперативную коррекцию на этапы. Первым этапом, при необходимости, устраняли осевую деформацию голени с фиксацией спицами. Вторым этапом производилась коррекция положения стопы и голеностопного сустава (центрация стопы) и третьим этапом выполнялась аппаратная коррекция длины порочной голени. Теперь же после знакомства с тактикой D.Paley мы разрабатываем для семьи так называемую “дорожную карту” до окончания роста. Просчитываем разницу в длине нижних конечностей, используя программу Multiplier для iOS и Android. И за первый этап лечения проводим все вышеуказанные оперативные процедуры. Далее при необходимости выполняются следующие сессии удлинения пораженной конечности и торможение зон роста здоровой ноги. Аналогичная тактика применяется при посттравматических деформациях костей голени и бедра у детей на фоне растущего скелета (Рисунок 2).



**Рисунок 2.** Пациент С. 13 лет. А. Посттравматический дистальный арест левой большеберцовой кости с разницей в длине ног 4 см и варусной деформацией 31 градус. Б. В. Одновременное устранение варусной деформации голеностопного сустава и удлинения голени в верхней трети.

Также возможна хирургическая коррекция пороков внутренних органов одновременно с исправлением деформаций стоп и кистей. Такое лечение возможно в многопрофильных клиниках с наличием лицензии по детской хирургии, урологии, ортопедии травматологии и т.д., а также со своей реанимационной службой. В данной группе было проведено всего 9 оперативных вмешательств и устранен 21 порок развития, что составило 1.7%.



**Рисунок 3.** Демонстрация выполнения укладки пациентов при одновременном вмешательстве нескольких хирургических бригад. А. Операции на обеих нижних конечностях и среднем ухе с двух сторон. Б. Операции по поводу атрезии ануса и удвоении I пальца левой кисти.

Все хирургические вмешательства проводились под общей анестезией в сочетании с блокадой периферических нервов верхних и нижних конечностей или спинномозговой анестезией. Обязательной была предоперационная антибиотикопрофилактика в сочетании с наркотическими и ненаркотическими анальгетиками (нестероидными противовоспалительными средствами) для послеоперационной анальгезии.

### Результаты

В нашем городе, учитывая содружественную работу хирургов разных профилей, наличие многопрофильных клиник и возможности современной анестезиологической службы за 531 наркоз удалось успешно пролечить 1108 пороков развития опорно-двигательного аппарата и внутренних органов. Осложнения, полученные в ходе лечения, были у четырех пациентов, что составило 0.75 % (2 стопы – инфекции мягких тканей вокруг спиц с местным воспалением). Данные дети с признаками местной инфекции были госпитализированы, спицы удалены и воспаление купировано. У одного пациента было падение гемоглобина ниже 70 г/л, что потребовало однократного переливания R-массы. У одного пациента в результате хирургической коррекции амниотической косолопости получен некроз тыла стопы и пальцев площадью 1%, что потребовало местной терапии и пересадки расщепленного трансплантата, но не сказалось на сроках послеоперационной разгрузки конечности и на объеме коррекции.

### Дискуссия

Хирургическая служба в областных больницах средних городов Российской Федерации иногда не позволяет одновременно оперировать множественные пороки развития опорно-двигательного аппарата и внутренних органов. Такие дети нуждаются в специализированной помощи в условиях федеральных центров. При выполнении нескольких операций в региональных клиниках, кодируя пациента по коду международной классификации болезней, ортопеды вынуждены кодировать самую серьезную патологию, а сопутствующие операции системой обязательного медицинского страхования не оплачиваются. Более того операции на местах выполненные одновременно за один наркоз страховыми компаниями часто расцениваются как не профильные для отделения, в котором находится ребенок, что ведет к снятию денежных средств с сотрудников отделения и не поощряется администрацией больниц. В случае госпитализации пациента в федеральное учреждение (судя по пациентам Ярославской области) в рамках одной квоты редко удается хирургически скорректировать более одной проблемы.

В федеральных учреждениях лечение пациентов проводится по квотам выделенных регионами. При этом пациент, имея сочетание патологий органов и систем, зачастую плохо вписывается в созданные узконаправленные профильные отделения и центры (исключение составляют отделения системных поражений). Это приводит к необходимости перманентных оперативных вмешательств, что в целом снижает реабилитационный потенциал ребенка и «изматывает силы» семьи.

В частных центрах за исключением больших многопрофильных учреждений есть желание одновременно скорректировать

всю хирургическую патологию ребенка за один наркоз. Но квалификация, возможности отделений анестезиологии и реанимации, необходимость переливания крови, (а при наличии) возможности собственной круглосуточной лаборатории, не всегда позволяют выполнять многоуровневые операции различных органов и систем.

Подготовка ребенка к плановой операции у семьи, как правило, занимает много времени. Требуется сдать анализы по предлагаемому списку с определенным сроком годности и одновременно не заболеть острыми инфекциями в процессе сбора в мед. учреждениях. В нашей практике встречаются семьи, 3-4 раза пытающиеся неудачно поступить в отделение на одну операцию, в процессе сбора анализов заражающиеся вирусной инфекцией. Они вынуждены переписываться по выздоровлению на более поздние сроки, что приводит к выполнению оперативной коррекции в неоптимальные сроки.

При этом возможности медицины с использованием мультимодального подхода к анестезиологическому пособию, т.е. использование общей анестезии в сочетании со спинномозговой анестезией, блокадами периферических нервов, местной анестезии на руках и ногах, наркотических, ненаркотических анальгетиков (нестероидных противовоспалительных средств), обеспечивает надежную интраоперационную анестезию и послеоперационную аналгезию. Все это расширяет возможности для безопасного проведения симультанных операций у детей.

#### Заключение

Дети с множественными пороками развития опорно-двигательного аппарата и внутренних органов встречаются в нашей практике все чаще. Современные возможности анестезиолого-реанимационной службы позволяют одновременно выполнять операции в нескольких анатомических областях. Задача хирургов состоит в определении очередности, необходимости и возможности одномоментной хирургической коррекции аномалий развития, что благоприятно сказывается на ребенке и его семье. Система оплаты работы хирургов и анестезиологов-реаниматологов должна стимулировать качественную одномоментную хирургическую помощь.

**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. Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.euro.who.int/ru>. [Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya. Yevropeyskoye regional'noye byuro: [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.euro.who.int/ru>. (In Russ.)]
2. Mosca VS. Principles and management of pediatric foot and ankle deformities and malformations. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2014. (ISBN-13 : 978-1451130454)

3. Лапкин Ю.А., М.П. Коныхов Лечение наиболее распространенных деформаций нижних конечностей при артрогрипозе // Травматология и ортопедия России– 2002– № 3– С. 86–92. [Lapkin YU.A., M.P. Konyukhov Lecheniye naiboleye rasprostranennykh deformatsiy nizhnikh konechnostey pri artrogripoze // Travmatologiya i ortopediya Rossii– 2002– № 3– S. 86–92. (In Russ.)]

4. Петрова Е.В. Ортопедо-хирургическое лечение детей младшего возраста с артрогрипозом / Дисс. канд.мед.наук, 2007. – 354. [Petrova Ye.V. Ortopedo-khirurgicheskoye lecheniye detey mladshogo vozrasta s artrogripozom / Diss. kand.med.nauk, 2007. - 354 s. (In Russ.)]

5. Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, Ponseti IV. Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the Ponseti method. *Pediatrics* 2004;113:376-380. (DOI: 10.1542/peds.113.2.376)

6. Darin N. Multiple congenital contractures: Birth prevalence, etiology, and outcome / N.Darin, E.Kimber, A.Kroksmark, M.Tulinus // *J. Pediatr.* – 2002. – N 140. – P. 61 – 67. (DOI: 10.1067/mpd.2002.121148)

7. Bamshad M., Van Heest A.E., Pleasure D. Arthrogyposis: a review and update//*J. Bone Joint Surg. Am-* 2009- Vol.91, Suppl 4. P. 40-46. (DOI: 10.2106/JBJS.I.00281)

8. Lamm BM, Standard SC, Galley IJ, Herzenberg JE, Paley D. External fixation for the foot and ankle in children. *Clin Podiatr Med Surg* 2006;23:137-166. (DOI: 10.1016/j.cpm.2005.10.007)

9. Ponseti IV. The ponseti technique for correction of congenital clubfoot. *J Bone Joint Surg [Am]* 2002;84-A:1889-1890. (DOI: 10.2106/00004623-200210000-00026)

10. RodriguezN,ChoungDJ,DobbsMB.RigidPediatric Pes Planovalgus: Conservative and SurgicalTreatmentOptions.*ClinPodiatrMedSurg*.2010J an;27(1):79-92 (DOI: 10.1016/j.cpm.2009.08.004)

11. Диагностика и лечение врожденного множественного артрогрипоза. Клинические рекомендации – Санкт-Петербург, 2013. – 33 с. [Diagnostika i lecheniye vrozhdenного mnozhestvenного artrogripozа. Klinicheskiye rekomendatsii – Sankt-Peterburg, 2013. – 33 s. (In Russ.)]

12. Bouchard M. Guided growth: novel applications in the hip, knee, and ankle. *J Pediatr Orthop* 2017;37(suppl 2):S32-S36. (DOI: 10.1097/BPO.0000000000001022)

13. Федеральные клинические рекомендации по оказанию медицинской помощи детям с ДЦП - Москва, 2015. – 20 с. [Federal'nyye klinicheskiye rekomendatsii po okazaniyu meditsinskoj pomoshchi detyam s DTSP - Moskva, 2015. – 20 s. (In Russ.)]

14. Berquist T.H. MRI of the Musculoskeletal System / T.H. Berquist. – USA: Lippincott Williams & Wilkins 2012. – 173 с. (DOI:10.1007/s00330-001-1187-z)

15. Федеральный фонд обязательного медицинского страхования: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ffoms.gov.ru>. [Federal'nyy fond obyazatel'nogo meditsinskogo strakhovaniya: [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.ffoms.gov.ru>. (In Russ.)]

#### Информация об авторах:

**Вавилов Максим Александрович**, д.м.н., врач травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ ЯО «ОДКБ», Ярославль, Тутаевское шоссе 27, 150042, Россия, e-mail [maxtravma@mail.ru](mailto:maxtravma@mail.ru)

**Бландинский Валерий Федорович**, д.м.н., зав. каф. детской хирургии «ЯГМУ», Ярославль, Революционная ул. 5., 150000, Россия, e-mail [oblandinskaya@yandex.ru](mailto:oblandinskaya@yandex.ru)

**Громов Илья Валерьевич**, к.м.н., врач травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ ЯО «ОДКБ», Ярославль, Тутаевское шоссе 27, 150042, Россия, e-mail [gromich\\_87@mail.ru](mailto:gromich_87@mail.ru)

**Соловьева Екатерина Николаевна**, аспирант «ЯГМУ», Ярославль, Революционная ул. 5., 150000, Россия, e-mail [cat.fomenko@yandex.ru](mailto:cat.fomenko@yandex.ru)

**Торно Тимур Эдуардович**, врач отделения верхней конечности ГАУЗ ЯО «КБСМП им. Н.В. Соловьева» Ярославль, Загородный сад 11, 150042, Россия, e-mail [tornotim@gmail.com](mailto:tornotim@gmail.com)

**Карташов Егор Алексеевич**, врач травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ ЯО «ОДКБ», Ярославль, Тутаевское шоссе 27, 150042, Россия, e-mail [keanoo1992@gmail.com](mailto:keanoo1992@gmail.com)

**Дубиненков Владимир Борисович**, врач травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ ЯО «ОДКБ», Ярославль, Тутаевское шоссе 27, 150042, Россия, e-mail [63vbd@mail.ru](mailto:63vbd@mail.ru)

**Соколов Александр Григорьевич**, ординатор кафедры травматология, ортопедия и ВПХ «ЯГМУ», Ярославль, Революционная ул. 5, 150000, Россия, e-mail [sokolovalex96@icloud.com](mailto:sokolovalex96@icloud.com)

#### **Information about the authors:**

**Vavilov Maxim Aleksandrovich**, PhD, doctor of the traumatology and orthopedic department, Regional Children's Hospital, Yaroslavl, Tutaevskoe shosse 27, 150042, Russia, e-mail [maxtravma@mail.ru](mailto:maxtravma@mail.ru)

**Blandinsky Valery Fedorovich**, PhD, Head of the Department pediatric surgery "YSMU", Yaroslavl, Revolutionary st. 5., 150000, Russia, e-mail [oblandinskaya@yandex.ru](mailto:oblandinskaya@yandex.ru)

**Gromov Ilya Valerievich**, Ph.D., doctor of the traumatology and orthopedic department, Regional Children's Hospital, Yaroslavl, Tutaevskoe shosse 27, 150042, Russia, e-mail [gromich\\_87@mail.ru](mailto:gromich_87@mail.ru)

**Solovieva Ekaterina Nikolaevna** – Postgraduate "YSMU", Yaroslavl, Revolutionary st. 5., 150000, Russia, e-mail [cat.fomenko@yandex.ru](mailto:cat.fomenko@yandex.ru)

**Torno Timur Eduardovich**, doctor of the upper limb department of Clinical hospital of emergency medical care N.V. Solovyov, Yaroslavl, 150003, Russia, e-mail [tornotim@gmail.com](mailto:tornotim@gmail.com)

**Kartashov Egor Alekseevich**, doctor of the traumatology and orthopedic department, Regional Children's Hospital, Yaroslavl, Tutaevskoe shosse 27, 150042, Russia, e-mail [keanoo1992@gmail.com](mailto:keanoo1992@gmail.com)

**Dubinenkov Vladimir Borisovich**, doctor resuscitator, Regional Children's Hospital, Yaroslavl, Tutaevskoe shosse 27, 150042, Russia, e-mail [63vbd@mail.ru](mailto:63vbd@mail.ru)

**Sokolov Alexander Grigorievich**, resident "YSMU", Yaroslavl, Revolutionary st. 5., 150000, Russia, e-mail [sokolovalex96@icloud.com](mailto:sokolovalex96@icloud.com)

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.17-25

УДК 617.3

Артюх В.А., Божкова С.А., Антипов А.П., Муравьёва Ю.В., 2021

## ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ЭТАПАМИ ТОТАЛЬНОГО РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (ПРОСПЕКТИВНОЕ НЕРАНДОМИЗИРОВАННОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

АРТЮХ В.А.<sup>1,a</sup>, БОЖКОВА С.А.<sup>1,b</sup>, АНТИПОВ А.П.<sup>1,c</sup>, МУРАВЬЁВА Ю.В.<sup>1,d</sup><sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

### Аннотация

**Обоснование.** В лечении больных хронической перипротезной инфекцией (ППИ), двухэтапное ревизионное эндопротезирование (реЭП) остаётся ведущим методом выбора хирургического лечения. При этом оптимальная продолжительность времени между этапами реЭП не определена.

**Цель исследования:** изучение эффективности двухэтапного хирургического лечения ППИ при сокращении интервала времени между этапами реЭП. **Материалы и методы.** В исследование включены 65 больных хронической ППИ: 14 (1,9%) пациентов с коротким интервалом времени (КИреЭП) между этапами реЭП (6-21 дня), вторую - 51 (7,0%) пациент с длинными интервалами (ДИреЭП, 22-100 дней).

**Результаты и обсуждение.** Применяли бактерицидные антибиотики и доступные препараты с антибиоплёночной активностью. В группе КИреЭП перерыв в приёме антибиотиков отсутствовал, в группе ДИреЭП был минимальный (3 (1-6) дня) (OR 0,8 CI95% 0,09-6,6). Интервал времени между первым и вторым этапами реЭП в группе КИреЭП 14 (10-17) дней, в ДИреЭП – 49 (41-66) дней (p=0,0005). Расчёт отношения шансов рецидива ППИ к длительности интервала установил значимые связи в группах сравнения: КИреЭП OR 6,4 CI95% 1,2-34, ДИреЭП OR 28 CI95% 6,4-119. Результаты по NHS в группе КИреЭП (96 (92-97) баллов) не значимо превосходили данные ДИреЭП (93 (75-97) баллов), p=0,513. Использование «ОМС-Остеомиелит» и квот высокотехнологической медицинской помощи покрывает затраты на лечение ППИ, составляющие в группе КИреЭП 392 (371-454) тыс. руб., ДИреЭП - 411 (363-449) тыс. руб.

**Заключение.** Интервал времени между операциями двухэтапного реЭП может быть сокращён до нескольких дней или недель без риска увеличения доли рецидивов ППИ ТБС. Результаты лечения ППИ короткими (до 21 дня) и длинными (до 100 дней) интервалами сопоставимы. Потенциальные преимущества сокращения сроков лечения заключаются в ранней социальной реабилитации больных.

**Ключевые слова:** тазобедренный сустав; ревизионное эндопротезирование; перипротезная инфекция; интервал между этапами.

### Для цитирования:

Артюх В.А., Божкова С.А., Антипов А.П., Муравьёва Ю.В., ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ЭТАПАМИ ТОТАЛЬНОГО РЕВИЗИОННОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ В ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА (проспективное нерандомизированное сравнительное исследование) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021. №3(45). С.17-25

## POTENTIAL ABILITY OF REDUCING THE INTERVAL BETWEEN THE STAGES OF TOTAL HIP REPLASMENT IN THE TREATMENT OF CHRONIC PERIPROTHETIC JOINT INFECTION (PROSPECTIVE NON-RANDOMIZED COMPARATIVE STUDY)

АРТЮХ В.А.<sup>1,a</sup>, БОЖКОВА С.А.<sup>1,b</sup>, АНТИПОВ А.П.<sup>1,c</sup>, МУРАВЬЁВА Ю.В.<sup>1,d</sup><sup>1</sup>Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russian Federation.

### Annotation

**Introduction.** In the treatment of patients with chronic periprosthetic joint infection (PJI), two-stage revision arthroplasty (THR) remains the leading method of surgical treatment. At the same time, the optimal duration of time between the stages of THR has not been determined.

**Aim of the study.** To study the effectiveness of 2-stage surgical treatment of PJI while reducing the time interval between the stages of THR.

**Materials and methods.** The study included 65 patients with chronic PJI: 14 (1.9%) patients with short time intervals (ShT) between stages of THR (6-21 days), the second - 51 (7.0%) patients with long intervals (LoT, 22-100 days).

**Results and discussion.** Bactericidal antibiotics and available drugs with antibiofilm activity were used. In the ShT group, there was no break in the antibiotic intake, in the LoT group there was a minimum (3 (1-6) days) (OR 0.8 CI95% 0.09-6.6). The time interval between the first and second stages of THR in the ShT

<sup>a</sup> E-mail: artjuhva@mail.ru<sup>b</sup> E-mail: clinpharm-miito@yandex.ru<sup>c</sup> E-mail: apantipov@miito.ru<sup>d</sup> E-mail: julia-muraveva@yandex.ru

group is 14 (10-17) days, in the LoT - 49 (41-66) days ( $p = 0.0005$ ). Calculation of the ratio of the chances of recurrence of PJI to the duration of the interval established significant relationships in the comparison groups: ShT OR 6.4 CI95% 1.2-34, LoT OR 28 CI95% 6.4-119. The HHS results in the ShT group (96 (92-97) points) did not significantly exceed the LoT data (93 (75-97) points),  $p = 0.513$ . The use of "OMS-Osteomyelitis" and financing of high-tech medical care covers the costs of treating PJI, which in the ShT group is 392 (371-454) thousand rubles, LoT - 411 (363-449) thousand rubles.

**Conclusion.** The time interval between operations of a two-stage THR P can be shortened to several days or weeks without the risk of increasing the proportion of relapses of PJI hip joints. The results of treating PJI with short (up to 21 days) and long (up to 100 days) intervals are comparable. Potential benefits of shortening treatment time in early social rehabilitation of patients.

**Key words:** hip joint; revision hip arthroplasty; periprosthetic joint infection; interval between stages.

#### For quoting:

Artyukh V.A., Bozhkova S.A., Antipov A.P., Muravieva Y.V., POTENTIAL ABILITY OF REDUCING THE INTERVAL BETWEEN THE STAGES OF TOTAL HIP REPLASMENT IN THE TREATMENT OF CHRONIC PERIPROTHETIC JOINT INFECTION *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021.№3(45). pp.17-25

#### Введение

Перипротезная инфекция (ППИ) остаётся одним из ведущих показаний к ревизионному эндопротезированию (реЭП) тазобедренного сустава (ТБС) и несчастьем для ортопеда и больного [1]. Поскольку количество операций эндопротезирования (ЭП) продолжает увеличиваться, одновременно возрастает число реЭП по поводу ППИ [2].

Вопреки распространённому мнению о том, что двухэтапное реЭП является «золотым стандартом» лечения хронической ППИ ТБС, многие исследователи указывают на преимущества других методик [4]. Например, одноэтапное реЭП демонстрирует сопоставимые результаты у больных хронической ППИ ТБС без тяжёлой сопутствующей патологии, резистентных к антибиотикам микробных ассоциаций, удовлетворительным состоянием мягких тканей и кости [5].

Наряду с этим, очевидно, что в случае лечения больных хронической, особенно рецидивирующей ППИ ТБС, двухэтапное реЭП остаётся хирургической стратегией выбора, которая обеспечивает стабильный высокий уровень купирования инфекции [6].

Методика включает два этапа хирургического лечения. Целью первого этапа является эрадикация ППИ. Задача второго - реимплантация эндопротеза. Интервал между этапами по данным различных источников составляет от 103 (2-470) дней до 9 (8-12) месяцев [8,12].

Несмотря на накопленный в течение десятилетий опыт, оптимальная продолжительность времени между этапами реЭП до настоящего времени не определена [7]. Делегаты International Consensus Meeting (ICM) (2018) рекомендовали выполнять реимплантацию тогда, когда хирурги сочтут ППИ купированной [9].

В тоже время, появились некоторые предпосылки, определяющие возможность сокращения интервала времени между этапными операциями. Во-первых, некоторые исследования продемонстрировали необязательность отмены приёма антибиотиков (АБ) («drug holiday») за две и более недель до реимплантации эндопротеза [10]. Ранее считали, что перерыв в антибактериальной терапии (АБТ) необходим для корректной диагностики неизлеченной ППИ. Однако в настоящее время установлено, что существующие маркеры не справляются с выявлением ППИ в присутствии антимикробного спейсера, а частота несвоевременно выявленной инфекции на этапе реимплантации составляет до 20,9% [11].

Во-вторых, Cancienne J. et al. (2017) установили, что через один год после удаления эндопротеза и имплантации АБ спейсера только 60,2% больных в среднем через 124,4±39,3 дней выполняют реплантацию эндопротеза. В то же время у 16,8% пациентов антибактериальные спейсеры продолжают функционировать, 10,8% больных перенесли повторную хирургическую обработку, 6,5% - умерли, а 5,7% - выполнили резекционную артропластику [12].

Кроме того, немаловажным является сокращение межэтапного интервала с целью уменьшения вероятности развития осложнений, связанных с вынужденной иммобилизацией (пневмония, тромбоз вен верхних и нижних конечностей) [7].

Таким образом, проблема сокращения межэтапного интервала кажется весьма актуальной. Однако в доступной медицинской литературе мы обнаружили лишь единичные публикации, посвящённые этому вопросу. Данное обстоятельство послужило мотивацией для выполнения исследования.

**Целью исследования** было изучение эффективности хирургического лечения и факторов риска рецидива ППИ при сокращении интервала времени между этапами реЭП.

#### Материалы и методы

В проспективное нерандомизированное сравнительное исследование были включены больные хронической ППИ, поступившие в 2017-2020 гг. в отделение гнойной хирургии для реЭП ТБС.

Критерии включения в исследование были следующие: 1) хроническая ППИ ТБС вне зависимости от пола и возраста пациента; 2) патоген установлен, не является «трудным для эрадикации», чувствителен к антибиотикам с пероральной формой препаратов; 3) дефект кости позволяет имплантировать конструкции эндопротеза (дефект вертлужной впадины 1-3А (Paprosky), бедра 1-3А (Mallory, Paprosky)); 4) инфекционное воспаление мягких тканей ограниченное (свищ, абсцесс); 6) отсутствуют другие не санированные очаги хронической инфекции; 7) имплантат-ассоциированный остеомиелит I-го (медуллярный), II-го (поверхностный) или III (локализованный) анатомического типа, физиологический класс больного А, В (I) (Cierny-Mader, 1985).

Критериями невключения были синдром системной воспалительной реакции (ССВР), сепсис на момент поступления в стационар.

Критерии исключения применяли в ходе обследования пациентов или в процессе самой операции: 1) рецидивирующее течение ППИ, когда количество реЭП с имплантацией АБ спейсера было  $\geq 3$ ; 2) инфекционное воспаление мягких тканей неограниченной формы (флегмоны) или обширные гнойные затёки к сосудисто-нервным пучкам; 3) дефект мягких тканей не позволяет ушить послеоперационную рану 4) имплантат-ассоциированный остеомиелит IV-го (диффузный) анатомического типа, физиологический класс пациента В (s), С (Cierny-Mader); 5) дефекты вертлужной впадины 3В (Paprosky) и бедренной кости 4 (Mallory) (Рисунок 1).

При выявлении критериев исключения до- или во время операции, план лечения больных изменяли, выполняли двухэтапное реЭП по принятой в нашем Центре методике с Медианой интервала времени между операциями 6 месяцев (МКИ 4-11 мес.) или резекционную артропластику ТБС. Из 576 (100%) больных хронической ППИ ТБС, которым в отделении гнойной хирургии в 2017-2020 гг. выполнено двухэтапное реЭП, в проспективное исследование включены 65 (11,3%) пациентов. У 511 (88,7%) больных в ходе операции были выявлены критерии исключения, им была проведено двухэтапное реЭП в обычные для нашего Центра сроки.

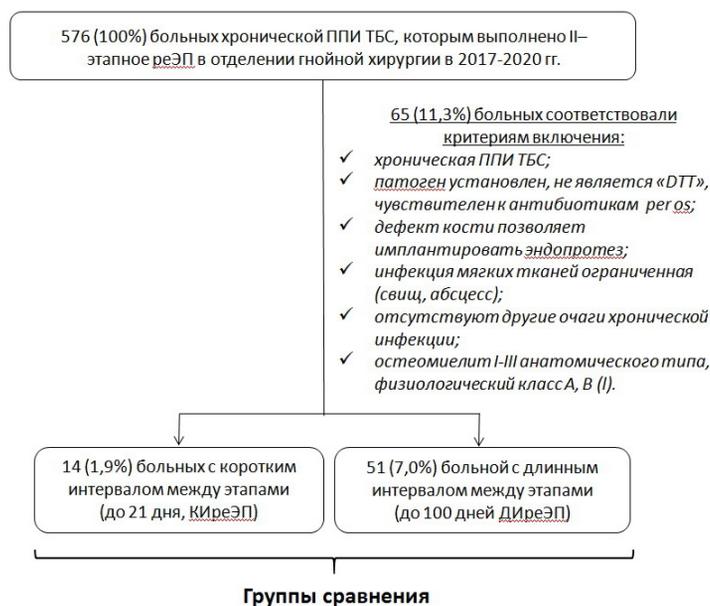


Рисунок 1. Дизайн исследования.

Первую группу составили 14 (1,9%) пациентов с коротким интервалом времени (КИреЭП) между этапами операции (от 6 до 21 дня). В этот период послеоперационная рана не зажила плотным рубцом, мягкие ткани в области ТБС оставались рыхлые, отёчные (I и II фаза раневого процесса). Большинство больных (8 из 14 пациентов) продолжали получать АБТ внутривенно. Симптомы обострения хронического инфекционного воспаления кости после РХО имплантат-ассоциированного остеомиелита I-го и II-го анатомического типа, а также раны в области инфекционного поражения мягких тканей, были купированы, отвечали критериям включения в исследование.

Во вторую группу включён 51 (7,0%) пациент с длинным интервалом времени (ДИреЭП) между этапами реЭП (от 22 до 100 дней). К моменту реимплантации эндопротеза у большинства больных формировался прочный послеоперационный рубец, отёк мягких тканей отсутствовал (III фаза раневого процесса), все пациенты получили курс парентеральной АБТ и принимали антимикробные препараты per os. Симптомы хронического остеомиелита бедренной кости III-го анатомического типа, были купированы, гранулирующие раны в области ТБС зажили первичным натяжением.

Диагностику ППИ выполняли в соответствии с критериями ICM (2013) [14]. В данной редакции международной согласительной конференции, свищевой ход, наряду с двухкратным положительным результатом микробиологического посева, является одним из двух «больших» признаков ППИ, достаточных для подтверждения диагноза. При отсутствии данных критериев, для диагностики ППИ считали достаточным наличие трёх из пяти «малых» признаков. Оценку характера ППИ (острая или хроническая) выполняли на основании современного представления о патогенезе имплантат-ассоциированной инфекции и классификации ППИ, предложенной Zimmerli W. (2014) [15].

Обязательным условием реализации предложенной методики было выделение штамма микробного возбудителя, чувствительного к пероральным антибиотикам (АБ). С целью выявления патогена в предоперационном периоде выполняли пункцию сустава с последующим микробиологическим исследованием аспирата. У пациентов с функционирующим свищём получить внутрисуставную жидкость в результате пункции было невозможно или её количество оказывалось недостаточным для исследования. В этих наблюдениях из глубины свищевого хода, с поверхности пости или эндопротеза, брали образцы тканей для последующего бактериологического анализа по разработанной методике (Патент на изобретение RU 2 698 175 С1. 2019. Р).

**Хирургическая техника.** Все операции двухэтапного реЭП были выполнены по единому хирургическому протоколу. Этап санации выполняли в отделении гнойной хирургии, реимплантацию эндопротеза в одном из ортопедических отделений нашего центра. В ходе первого этапа реЭП удаляли все компоненты эндопротеза и другие инородные тела. Выбор динамического или статического АБ спейсера осуществляли на основании анализа дефекта костей таза, бедра и функционального состояния мышц. Послеоперационная рана была ушита первично во всех случаях, так как это было одним из критериев включения пациентов в группу исследования. Лабораторный контроль выполняли дважды в неделю, оценивая динамику изменения маркеров воспаления (лейкоциты, СОЭ, СРБ) и восстановление основных показателей гомеостаза. Мобилизацию больных начинали на следующий день после удаления дренажей или на 3-4 сутки после операции. После реимплантации эндопротеза, полную нагрузку разрешали через 3-8 недель после операции в зависимости от фиксации имплантата.

**Стартовая антибактериальная терапия** была широкого спектра, но с обязательным учетом выделенных до операции

возбудителей. Накануне операции или перед началом анестезии больному устанавливали центральный венозный катетер для парентерального введения препаратов в периоперационном периоде. Парентеральную АБТ начинали после взятия из операционной раны образцов тканей для микробиологического исследования. Выбор антимикробных средств для добавления в костный цемент также осуществляли на основании данных предоперационного микробиологического исследования. При необходимости АБТ корректировали после получения результатов исследования интраоперационного биологического материала. Общий курс АБТ в группе КИреЭП не имел перерыва («drug holiday») между этапами хирургического лечения. В группе ДИреЭП период без АБТ был сокращён до 3 (1-6) дней, его продолжительность зависела от организации поступления больного на второй этап реЭП. Контроль безопасности АБТ включал оценку активности печёночных трансаминаз и уровня креатинина.

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

Согласно актуальной редакции СанПиН 2.1.3.2630-10, результат эрадикации ППИ ТБС оценивали не менее чем через 12 месяцев после санирующего этапа реЭП. Появление симптомов инфекции в течение одного года после операции считали рецидивом ППИ, после – инфекционным осложнением, возникшим по причинам, не связанным с предыдущим клиническим случаем ППИ.

Оценку функциональных результатов одноэтапного реЭП пациентов с хронической ППИ ТБС выполняли с помощью шкалы Harris (HHS), предполагающей оценку четырех категорий: боль, функция, деформация, амплитуда движений. Качество жизни больных изучали с помощью опросника EQ-5D-5L, описывающего профиль здоровья тремя уровнями выраженности проблем в пяти компонентах (подвижность, уход за собой, обычная деятельность, боль/дискомфорт, тревога/депрессия) и балльной оценки, полученной с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ).

#### Статистический анализ

Регистрацию, систематизацию первичных данных и визуализацию полученных результатов выполняли в электронных таблицах Microsoft Office Excel 365. Статистический анализ проводили средствами программной системы STATISTICA 10.

Для описания количественных показателей выполняли проверку на нормальность распределения по критерию Колмогорова – Смирнова. При нормальном распределении для описания признака использовали его среднее значение и среднее квадратичное отклонение. При распределении, отличном от нормального, медиану (Me), а в качестве мер рассеяния нижний (Q1) и верхний (Q3) квартили (25–75% МКИ). Сравнение количественных параметров (возраст, длительность стационарного лечения, длительность опе-

рации и объем кровопотери) в исследуемых группах осуществляли с использованием критериев Манна – Уитни.

Номинальные данные (пол, тип ППИ, коморбидность, тип спейсера и исход) описывали условными кодами не измеряемых категорий, не подлежащих упорядочиванию. В связи с малым количеством наблюдений сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой на непрерывность Йетса. Различия между группами считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

С целью количественной оценки зависимости вероятности исхода от наличия фактора риска был рассчитан показатель отношения шансов (Odds ratio, OR) с 95% доверительным интервалом (95% Confidence interval, CI).

#### Результаты

При анализе распределения больных по половому признаку установлено статистически незначимое преобладание лиц мужского пола в обеих группах больных ( $p > 0,05$ ) (Таблица 1).

Медиана возраста у пациентов групп сравнения были сходными, при этом доля больных старше 70 лет в группе КИреЭП была незначимо выше, чем в группе ДИреЭП (14,3% и 5,9% соответственно).

В группе ДИреЭП большинство пациентов страдали хронической гематогенной инфекцией. Во время лечения ППИ на этапах до специализированной помощи (двухэтапного реЭП) большая доля операций, перенесённых пациентами групп КИреЭП и ДИреЭП была санирующая (вскрытие абсцессов, флегмон, ...). Несмотря на то, что после манифестации симптомов инфекции больные группы КИреЭП в 2,2 раза дольше не получали специализированной ортопедической помощи в сравнении с пациентами группы ДИреЭП, указанные различия были статистически не значимыми.

Сравнительный анализ частоты встречаемости сопутствующих заболеваний не выявил существенных различий между группами сравнения, чаще других отмечали патологию сердечно-сосудистой системы и ЖКТ. Физический статус больных преимущественно определяли, как «Легкие заболевания без существенных функциональных ограничений», что отвечало критериям 2-го класса по системе ASA. Больше половины больных в группах КИреЭП (11 (78,6%)) и ДИреЭП (40 (78,4%)) имели избыточную массу тела, при этом структура распределения пациентов по степени ожирения в группах сравнения была сходной.

В когорте исследования, существенных различий по большинству показателей санирующей операции и послеоперационного периода обнаружено не было (Таблица 2).

Общее количество операций за время лечения в группе КИреЭП составило 2 (2-3), в группе ДИреЭП - 2 (2-2) ( $> 0,05$ ). В ряде наблюдений после санирующего этапа реЭП требовались дополнительные хирургические вмешательства, не связанные с рецидивом ППИ (Таблица 3). Фиксация компонентов эндопротеза во время реимплантации в большинстве случаев бесцементная.

Таблица 1

## Распределение больных в группах сравнения по демографическим показателям, анамнезу и сопутствующим заболеваниям

| №  | Показатели   |                       | КИреЭП, n=14      | ДИреЭП, n=51     | p     |
|----|--|-----------------------|-------------------|------------------|-------|
| 1  | Пол (n,%)  | Женщин                | 3 (21,4)          | 19 (37,3)        | >0,05 |
|    |  | Мужчин                | 11 (78,6)         | 32 (62,8)        |       |
| 2  | Возраст (лет, Ме, МКИ)                                   |                       | 57 (43-67)        | 55 (44-64)       | >0,05 |
| 3  | Хроническая гематогенная, (n,%)                          |                       | 7 (50)            | 33 (64,7)        | >0,05 |
|    | Операции до II-х этапного реЭП                           | Не инфекционные (n,%) | 2 (14,3)          | 13 (25,5)        | >0,05 |
|    |  | Санирующие, (n,%)     | 6 (42,9)          | 19 (37,3)        | >0,05 |
| 5  | Интервал времени: манифестация ППИ-реЭП, (дней, Ме, МКИ) |                       | 751<br>(396-1232) | 342<br>(177-682) | >0,05 |
|    | ИМТ* (кг/м) (Ме, МКИ)                                    |                       | 28,3 (26-34)      | 28,3 (26-31)     | >0,05 |
|    | Патология ССС*(Ме, МКИ)                                  |                       | 19 (38,8)         | 69 (36,3)        | >0,05 |
| 7  | ЖКТ*(Ме, МКИ)  |                       | 14 (28,6)         | 58 (30,5)        | >0,05 |
| 8  | Курение (Ме, МКИ)  |                       | 3 (6,1)           | 15 (7,9)         | >0,05 |
| 9  | Алкоголизм (Ме, МКИ)                                     |                       | 4 (8,2)           | 17 (8,9)         | >0,05 |
| 10 | ASA* (Ме, МКИ)   | 1                     | 2 (18,2)          | 0                | >0,05 |
|    |  | 2                     | 8 (72,7)          | 11 (91,7)        | >0,05 |
|    |  | 3                     | 1 (9,1)           | 1 (8,3)          | >0,05 |

\*ИМТ – индекс массы тела, ССС – сердечно-сосудистая система, ЖКТ – желудочно-кишечный тракт, ASA - физический статус пациентов по классификации ASA (Американского общества анестезиологов).

Таблица 2

## Сравнительная характеристика санирующей операции и послеоперационного периода в группах сравнения

| № | Характеристика операции             | КИреЭП, n=14<br>(Ме, МКИ) | ДИреЭП, n=51<br>(Ме, МКИ) | p             |       |
|---|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|-------|
| 1 | Время операции (мин.)               | 177 (170-240)             | 200 (175-225)             | >0,05         |       |
| 2 | Кровопотеря во время операции (мл.) | 700 (500-800)             | 700 (500-1000)            | >0,05         |       |
| 3 | Дренажи                             | Количество                | 1 (1-1)                   | 1 (1-2)       | >0,05 |
|   |                                     | Длительность (дней)       | 3 (2,5-4)                 | 4 (3-5)       | 0,035 |
|   |                                     | Кровопотеря (мл.)         | 400 (275-490)             | 450 (350-500) | >0,05 |
| 4 | Пункции                             | Количество                | 1 (1-2)                   | 1 (1-2)       | >0,05 |
|   |                                     | Кровопотеря (мл.)         | 40 (30-100)               | 25 (15-50)    | >0,05 |
| 5 | Трансфузия эр. массы (дозы)         | 2 (1-3)                   | 2 (1-3)                   | >0,05         |       |
| 6 | Трансфузия СЗП (мл.)                | 555 (550-570)             | 600 (580-800)             | >0,05         |       |
| 7 | Койко-день (дней)                   | 19,5 (13-25)              | 25 (21-29)                | 0,001         |       |
| 8 | Стоимость лечения, тыс. руб.        | 161 (147-192)             | 175 (154-186)             | >0,05         |       |

Показатели СОЭ, СРБ, Фибриногена до операции в группах сравнения не имели статистических различий. Исключение составляло количество лейкоцитов, которое в группе КИреЭП было достоверно выше по сравнению с ДИреЭП: 8,2 (7,1-8,7) и 7,3 (6,3-8,6) соответственно (p=0,039).

Информация о размере костных дефектов была доступна у 63 из 65 больных: у 13 (20,6%) пациентов группы КИреЭП и 50

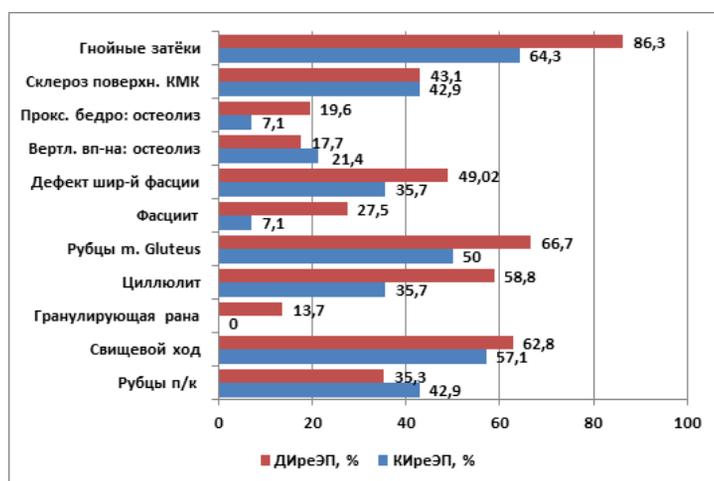
(79,4%) группы ДИреЭП. Структура дефектов вертлужной впадины и бедренной кости была сопоставима в группах сравнения.

Анализ инфекционного поражения мягких тканей не выявил достоверных различий в группах сравнения (p>0,05). В тоже время среди больных с ДИреЭП доля пациентов со свищами, гранулирующими ранами, циллолитом, фасцитом, гнойными затёками была выше (Рисунок 2).

Таблица 3

## Характеристика этапа реимплантации эндопротеза в группах сравнения

| № | Характеристика операции                         | КИреЭП, n=14<br>(Me, МКИ)        | ДИреЭП, n=51<br>(Me, МКИ) | P         |       |
|---|---|----------------------------------|---------------------------|-----------|-------|
| 1 | Интервал между операциями                       | 14 (10-17)                       | 49 (41-66)                | 0,0005    |       |
| 2 | Операции между этапами реЭП                     | Ревизия гематомы п/о раны (n,%)  | 3 (21)                    | 5 (9,8)   | >0,05 |
|   |   | Вправление вывиха спейсера (n,%) | 0                         | 2 (3,9)   | >0,05 |
| 3 | Реимплантация эндопротеза                       | Безцементная, (n,%)              | 9 (64,3)                  | 43 (84,3) | >0,05 |
|   |   | Гибридная, (n,%)                 | 5 (35,7)                  | 8 (15,8)  | >0,05 |
| 4 | Длительность в/венной АБТ между этапами реЭП    | 9 (7-10)                         | 10 (10-12)                | >0,05     |       |
| 5 | Длительность всего курса АБТ между этапами реЭП | 14 (9-17)                        | 47 (38-62)                | >0,05     |       |
| 6 | Стоимость лечения, тыс. руб.                    | 232 (219-280)                    | 228 (201-268)             | >0,05     |       |

Рисунок 2. Инфекционное поражение мягких тканей и кости в группах сравнения ( $p>0,05$ ).

Результаты изучения патогенной микрофлоры не продемонстрировали значимой разницы между группами ( $p>0,05$ ). В большинстве наблюдений выделяли стафилококки (группа ДИреЭП 54,1%, группа КИреЭП 38%) (Рисунок 3). В группе ДИреЭП частота встречаемости штаммов MRSE составляла 62,5% (16 из 24 изолятов *S. epidermidis*), а в группе КИреЭП из– 80% (4 из 5). Штаммы MRSA были выделены только в группе ДИреЭП, их доля составила 13,3% (2 из 15 изолятов *S. aureus*).

Анализ данных микробиологического исследования биоматериала из области ТБС показал, что в обеих группах преобладали пациенты с монобактериальной инфекцией (в группе ДИреЭП – 67,3%, в группе КИреЭП – 61,5%,  $p>0,05$ ) (Рисунок 4).

Сравнение результатов исследования биологического материала в изученной когорте, полученного до- и во время хирургического вмешательства, показало, что доля совпавших результатов составила в группе ДИреЭП 39,2%, в группе КИреЭП 28,6% (Рисунок 5). При этом доля «неверных» данных о пато-

гене в группах сравнения была сопоставима и превышала 40% ( $p>0,05$ ).

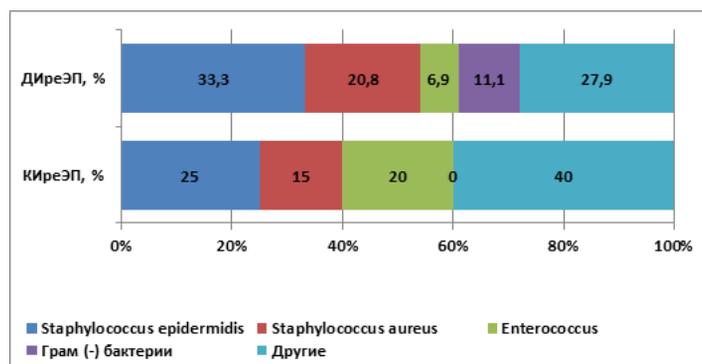
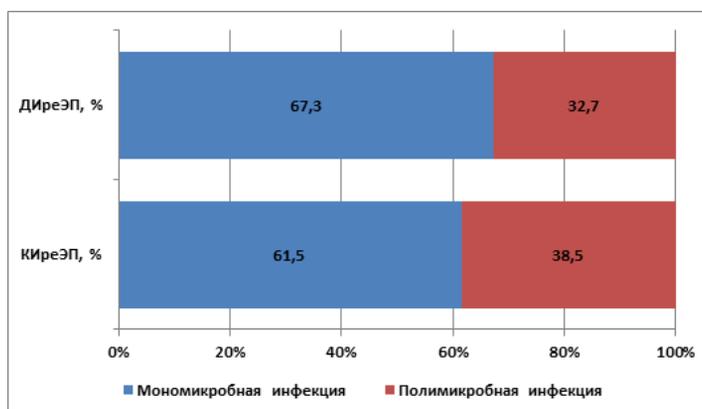
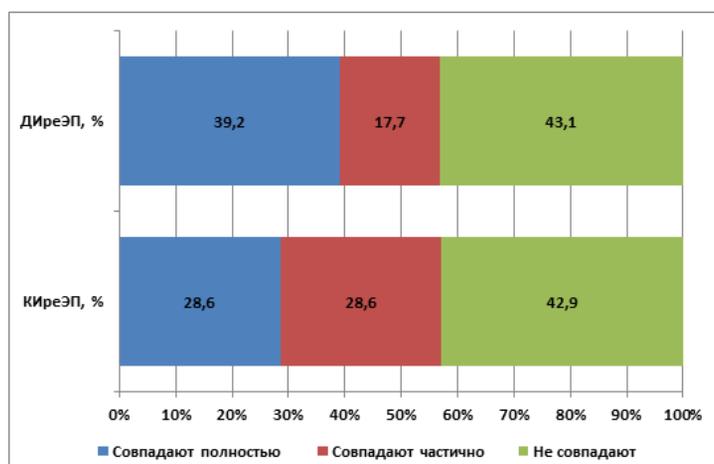
Рисунок 3. Спектр возбудителей ППИ в группах сравнения, выделенных из биоматериала ( $p>0,05$ ).

Рисунок 4. Характер этиологии (моно – полибактериальная) ППИ ТБС.

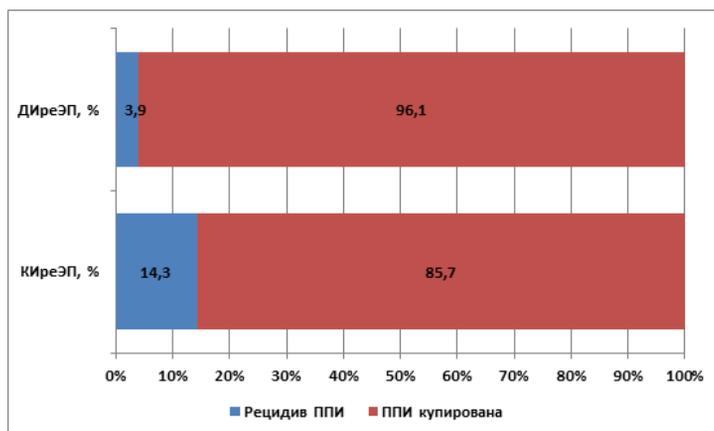
Информация о ближайших результатах лечения была получена во всех наблюдениях. Медиана длительности наблюдения составила в группе ДИреЭП 21 (3-25), а в группе КИреЭП 27 (16-36), месяца ( $p=0,059$ ). Установлено, что эрадикация инфекции была достигнута у 96,1% ( $n=49$ ) пациен-

тов с ДИреЭП и 85,7% (n=12) – в группе КИреЭП ( $p>0,05$ ) (Рисунок 6).

Во всех случаях рецидивы ППИ развились менее чем, через год после реимплантации эндопротеза (от 22 до 160 дней): в группе КИреЭП два (14,3%) наблюдения, в группе ДИреЭП - два (3,9%). У всех больных выявлена патогенная микрофлора с высокой устойчивостью к АБ, которая не была установлена на предыдущих этапах обследования и лечения (Таблица 4).



**Рисунок 5.** Сопоставимость результатов микробиологического исследования до- и интраоперационных образцов биологического материала в группах сравнения ( $p>0,05$ ).



**Рисунок 6.** Распределение результатов одноэтапного реЭП в группах сравнения.

В одном из наблюдений с коротким интервалом выполнено повторное удаление эндопротеза, РХО, имплантация АБ спейсера. В трёх других наблюдениях с рецидивом ППИ выполнена резекционная артропластика с замещением дефекта ТБС несводным мышечным лоскутом *m. Vastus lateralis*.

У одного из больных (75 лет) из группы КИреЭП, после резекционной артропластики ТБС, по поводу рецидива ППИ, на фоне продолжавшейся интенсивной терапии, развились симптомы генерализации хронической рецидивирующей ППИ, которые явились показанием к экзартикуляции конечности. В дальнейшем, в раннем послеоперационном

периоде возникла полиорганная недостаточность, которая стала причиной единственного в изученной когорте летального исхода.

**Таблица 4**

**Характеристика микробного пейзажа в случаях рецидива ППИ ТБС**

| № | Группа больных | Патогенные микроорганизмы |  |   |
|---|----------------|---------------------------|--|---|
|   |                | Этап санации              | Рецидив ППИ  |   |
| 1 | КИреЭП, n=2    | Больной П.                | <i>S. aureus</i> ,<br><i>Enterococcus faecalis</i> | <i>Klebsiella pneumonia</i> ,<br><i>Acinetobacter spp.</i> ,<br><i>Candida albicans</i> |
|   |                | Больной С.                | <i>Achromobacter</i>                               | <i>Streptococcus dysgalactiae</i>   |
| 2 | ДИреЭП, n=2    | Больной Л.                | <i>S. aureus</i>                                   | <i>Acinetobacter spp.</i> ,<br><i>Serratia marcescens</i>                               |
|   |                | Больной Б.                | <i>S. aureus</i>                                   | <i>S. aureus</i> ,<br><i>Enterococcus faecalis</i>                                      |

Достоверных различий между группами сравнения в функциональных возможностях пациентов, их социальной адаптации и уровне боли выявлено не было (Таблица 5).

После операции итоговые результаты оценки функциональных возможностей больных по шкале ННС (96 и 93 баллов,  $p=0,513$ ), социальной адаптации по шкале EQ-5D-5L (0,88 и 1,0 баллов,  $p=0,396$ ), а также субъективная оценка больными своего общего состояния по шкале ВАШ (90 и 85 баллов,  $p=0,519$ ) в группах сравнения также были сопоставимы.

**Таблица 5**

**Результаты ревизионного эндопротезирования у больных хронической ППИ в группах сравнения**

| № | Критерии оценки         | КИреЭП, (Ме, МКИ) | ДИреЭП, (Ме, МКИ) | P                |       |
|---|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------|
| 1 | Сроки наблюдения (мес.) | 27 (16-36)        | 21 (3-25)         | 0,059            |       |
| 2 | Шкала Harris W.         | До операции       | 51 (28-72)        | 40 (31-57)       | 0,645 |
|   |                         | После операции    | 96 (92-97)        | 93 (75-97)       | 0,513 |
| 3 | EQ-5D-5L                | До операции       | 0,43 (0,27-0,6)   | 0,47 (0,28-0,58) | 0,539 |
|   |                         | После операции    | 0,88 (0,77-1)     | 1,0 (0,66-1)     | 0,396 |
| 4 | ВАШ                     | До операции       | 40 (35-50)        | 50 (30-70)       | 0,577 |
|   |                         | После операции    | 90 (75-95)        | 85 (60-95)       | 0,519 |

**Обсуждение**

Изучение преимуществ сокращения интервала времени между операциями двухэтапного реЭП продиктовано по-

требностью в некоторых случаях выполнять реимплантацию эндопротеза в кратчайшие сроки. Такая необходимость может быть связана с развитием в раннем послеоперационном периоде непереносимости компонентов антибактериального спейсера, его рецидивирующими или неврашиваемыми вывихами, периимплантатными переломами. Кроме того, нельзя оставлять без внимания запрос больных хронической ППИ ТБС на скорейшее восстановление функциональных возможностей [7,13].

В проспективном исследовании Winkler T. et al. (2019) для сохранения эффективности хирургического лечения ППИ при сокращении межэтапного интервала, применяли агрессивную АБТ в течение не менее 12 недель, которая включала бактерицидные антибиотики, активные против микробных биоплёнок [7]. В нашей работе мы также применяли бактерицидные антибиотики и доступные препараты с антибиоплёночной активностью. В группе КИреЭП перерыв в АБТ накануне реимплантации отсутствовал, в группе ДИреЭП был минимальный (3 (1-6) дня), статистически значимой связи с рецидивами ППИ не установлено - OR 0,8 CI95% 0,09-6,6). Умеренное повышение СРБ не считали противопоказанием к выполнению второго этапа реЭП. Пункцию ТБС и бактериологическое исследование внутрисуставной жидкости перед реимплантацией эндопротеза не выполняли.

Согласно данным Winkler T. et al. (2019) средняя продолжительность времени между операциями в группе коротких (n=19) интервалов была 17,9 (7-27) дней, в группе длинных (n=19) интервалов – 63 (28-204) дня. Реализация предложенной авторами методики позволила купировать инфекцию у 100% больных в группе коротких интервалов и у 18 из 19 пациентов в группе длинных интервалов [7]. В изученной нами когорте больных продолжительность интервала времени между первым и вторым этапами реЭП была меньше: в группе КИреЭП составляла 14 (10-17) дней, в группе ДИреЭП – 49 (41-66) дней (p=0,0005). Был выполнен расчёт отношения шансов рецидива ППИ к длительности интервала между этапами и установлены значимые связи в группах сравнения: КИреЭП OR 6,4 CI95% 1,2-34, ДИреЭП OR 28 CI95% 6,4-119.

Целенаправленное сокращение интервала времени между этапами реЭП до минимального срока позволяло нам выполнять реимплантацию эндопротеза уже через 6-7 дней после санации ТБС. Дальнейшее развитие методики постепенно стирает границы между двухэтапным реЭП с короткими интервалами и другим способом лечения хронической ППИ ТБС - одноэтапным реЭП. Однако даже при самых коротких сроках между операциями, двухэтапное реЭП сохраняет свои главные преимущества: выполнение двух последовательных РХО, двух бактериологических исследований образцов тканей, полученных во время операции и продолжительная этиотропная АТБ.

Кроме того, ранняя реимплантация (через 2-3 недели после удаления эндопротеза) имеет такие преимущества, как быстрая мобилизация пациентов, лечение в течение одной госпитализации, лучшее состояние мягких тканей [7,13].

В нашем исследовании при реимплантации эндопротеза хирурги столкнулись с техническими трудностями при работе с мягкими тканями в случаях, когда после санирующего этапа прошло менее 3-х недель. Сохранялся отёк подкожной жировой клетчатки, фасции, мышц, который затруднял дифференцировку здоровых тканей и поражённых инфекционным воспалением. Эмпирически было установлено, что наилучшие условия для работы с тканями наступают через 4-6 недель после санации ТБС, когда отёк тканей уменьшается, а рана заживает прочным рубцом.

Erhart J. et al. (2010) установили зависимость функциональных исходов двухэтапного реЭП от длительности интервала между операциями. Наилучшие результаты были получены при сокращении периода ожидания реимплантации эндопротеза до 180,5 (36-390) дней [13]. Несмотря на то, что межэтапные интервалы Erhart J. были продолжительнее аналогичных показателей в нашем исследовании, функциональные результаты по NHS в группе КИреЭП (96 (92-97) баллов) также, хотя и не значимо превосходили группу ДИреЭП (93 (75-97) баллов), p=0,513.

В настоящее время одним из главных препятствий для широкого применения методики коротких интервалов является отсутствие источника финансирования второго этапа реЭП. В Германии при выполнении больному двух операций за одну госпитализацию или при повторной госпитализации для реимплантации в течение 30 дней после закрытия первой истории болезни, всё лечение оплачивается, как один клинических случай. Таким образом, полученные средства не покрывают расходы стационара на двухэтапное реЭП, что мотивирует хирургов увеличивать интервалы между операциями [7]. В нашей стране проблема финансирования первого этапа реЭП отчасти была решена с появлением соответствующей программы в системе обязательного медицинского страхования (ОМС-Остеомиелит). Однако сейчас данная возможность доступна только для больных с ППИ тазобедренного или коленного суставов. Последовательное использование «ОМС-Остеомиелит» и квот высокотехнологической медицинской помощи в значительной мере покрывает затраты на лечение ППИ, которые в нашей работе составили в группе КИреЭП 392 (371-454) тыс. руб., в группе ДИреЭП - 411 (363-449) тыс. руб.

**Наше исследование имеет некоторые ограничения.** Прежде всего это неоднородность групп исследования в которых количество наблюдений различается в 3,6 раза и существенно затрудняет сравнение полученных данных. Кроме того, были изучены лишь ближайшие результаты лечения (в среднем до двух лет) и полученной информации недостаточно для окончательных выводов об эффективности методики. Необходимо продолжать наблюдение за больными в более многочисленных и сбалансированных группах для определения исходов лечения в средние и отдалённые сроки.

#### Заключение

Выполненное исследование показало, что интервал времени между операциями двухэтапного реЭП может быть

сокращён до нескольких дней или недель без риска увеличения доли рецидивов ППИ ТБС. Результаты лечения ППИ короткими (до 21 дня) и длинными (до 100 дней) интервалами сопоставимы. Потенциальные преимущества сокращения сроков лечения заключаются в ранней социальной реабилитации больных. Среди нерешённых проблем обращают на себя внимание длительное сохранение отёка мягких тканей после санации ТБС и своевременное определение источника финансирования этапа реимплантации эндопротеза ТБС.

**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. Kurtz S.M., Lau E., Watson H., Schmier J.K., Parvizi J. Economic burden of periprosthetic joint infection in the United States. *J Arthroplasty*. 2012 Sep;27(8 Suppl):61-5.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2012.02.022>.
2. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ахмедиллов М.А., Черный А.Ж., Тотоев З.А., Джавадов А.А., Карпукхин А.С., Муравьева Ю.В. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):9-27. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27>. [Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Akhmedilov M.A., Cherny A.Z., Totoev Z.A. et al., Javadov A.A., Karpukhin A.S., Muravyeva Yu.V. What Has Changed in the Structure of Revision Hip Arthroplasty? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(4):9-27. (In Russ.) <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27>]
3. Cooper H.J., Della Valle C.J. The two-stage standard in revision total hip replacement. *Bone Joint J*. 2013 Nov;95-B(11 Suppl A):84-7. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B11.32906>.
4. Hipfl C., Carganico T., Leopold V., Perka C., Müller M., Hardt S. Two-Stage Revision Total Hip Arthroplasty Without Spacer Placement: A Viable Option to Manage Infection in Patients With Severe Bone Loss or Abductor Deficiency. *J Arthroplasty*. 2021 Feb 18;S0883-5403(21)00200-X. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.02.040>.
5. Thakrar R.R., Horriat S., Kayani B., Haddad F.S. Indications for a single-stage exchange arthroplasty for chronic prosthetic joint infection: a systematic review. *Bone Joint J*. 2019 Jan;101-B(1 Supple A):19-24. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0374.R1>.
6. Petis SM, Abdel MP, Perry KI, Mabry TM, Hanssen AD, Berry DJ. Long-Term Results of a 2-Stage Exchange Protocol for Periprosthetic Joint Infection Following Total Hip Arthroplasty in 164 Hips. *J Bone Joint Surg Am*. 2019 Jan 2;101(1):74-84. <https://doi.org/10.2106/JBJS.17.01103>.
7. Winkler T., Stuhler M.G.W., Lieb E., Müller M., von Roth P., Preininger B., Trampuz A., Perka C.F. Outcome of short versus long interval in two-stage exchange for periprosthetic joint infection: a prospective cohort study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019 Mar;139(3):295-303. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3052-4>.
8. Павлов В.В., Садовой М.А., Прохоренко В.М. Современные аспекты диагностики и хирургического лечения пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2015;(1):116-128. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2015-0-1-116-128>. [Pavlov V.V., Sadovoy M.A., Prokhorenko V.M. Modern aspects of diagnostic and surgical treatment of patients with hip periprosthetic infection (review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2015;(1):116-128. (In Russ.) <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2015-0-1-116-128>.]
9. Second International Consensus Meeting (ICM) on musculoskeletal infection. 2018. AalirezaieA., MorenoJ.D.V., MoojenD.J. 5.5.Treatment two-stage exchange. Question 1: What is the optimal timing for reimplantation of a two-stage exchange arthroplasty of the hip and knee? p.459. Режим доступа: <https://icmphilly.com/wp-content/uploads/2018/11/Hip-and-Knee.pdf>.
10. Tan T.L., Kheir M.M., Rondon A.J., Parvizi J., George J., Higuera C.A., Shohat N., Chen A.F. Determining the Role and Duration of the “Antibiotic Holiday” Period in Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty*. 2018 Sep;33(9):2976-2980. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.04.019>.
11. Herman A., Albers A., Garbuz D.S., Duncan C. P., Masri B. Classic Markers for Infection Perform Poorly in Predicting Residual Infection Prior to Reimplantation. Published Online:January 03, 2019. <https://doi.org/10.3928/01477447-20190103-03>.
12. Cancienne J.M., Werner B.C., Bolarinwa S.A., Browne J.A.. Removal of an Infected Total Hip Arthroplasty: Risk Factors for Repeat Debridement, Long-term Spacer Retention, and Mortality. *J Arthroplasty*. 2017 Aug;32(8):2519-2522. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.03.018>.
13. Erhart J., Jaklitsch K., Schurz M., Vecsei V., Ehall R. Cementless two-staged total hip arthroplasty with a short term interval period for chronic deep periprosthetic infection. Technique and long-term results. *Wien Klin Wochenschr*. 2010 May;122(9-10):303-10. <https://doi.org/10.1007/s00508-010-1372-7>.
14. Valle C.D., Bauer T.W., Malizos K.N. Proceedings of the International Consensus Meeting on periprosthetic joint infection. Workgroup 7: Diagnosis of periprosthetic joint infection. 2014. P.202-223. Режим доступа: [https://www.efort.org/wp-content/uploads/2013/10/Philadelphia\\_Consensus](https://www.efort.org/wp-content/uploads/2013/10/Philadelphia_Consensus).
15. Zimmerli W. Clinical presentation and treatment of orthopaedic implant-associated infection. *J Intern Med*. 2014 Aug; 276(2):111-119. <https://doi.org/10.1111/joim.12233>.

### Информация об авторах:

**Артюх Василий Алексеевич** – ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, врач травматолог-ортопед, заведующий отделением гнойной хирургии кандидат медицинских наук, Россия, Санкт-Петербург. [artyukhva@mail.ru](mailto:artyukhva@mail.ru)

**Божкова Светлана Анатольевна** – ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, заведующая отделением клинической фармакологии, профессор кафедры травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук, Россия, Санкт-Петербург. [clinpharm-rniito@yandex.ru](mailto:clinpharm-rniito@yandex.ru).

**Антипов Александр Павлович** – ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, врач травматолог-ортопед отделения гнойной хирургии Россия, Санкт-Петербург. [arantipov@rniito.ru](mailto:arantipov@rniito.ru).

**Муравьева Юлия Валентиновна** – ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, инженер-программист отдела информационных технологий, Россия, Санкт-Петербург. [julia-muraveva@yandex.ru](mailto:julia-muraveva@yandex.ru).

**Information about the authors:**

**Vasily A. Artyukh** - Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, traumatologist-orthopedist, head of the department of infection surgery, Cand. Sci. (Med.), Russia, St. Petersburg. artyukhva@mail.ru.

**Svetlana A. Bozhkova** —Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Head of the Scientific Department of Wound Infection Prevention and Treatment, Chief of the Clinical Pharmacology Department, Professor of the Traumatology and Orthopedics Chair, Dr. Sci. (Med.), Russia, St. Petersburg. clinpharm-rniito@yandex.ru.

**Alexander P. Antipov** - Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, traumatologist-orthopedist of the department of infection surgery, Russia, St. Petersburg. apantipov@rniito.ru.

**Julia V. Muravyova** - Vreden Russian Research Institute for Traumatology and Orthopaedics, software engineer of the information technology department, Russia, St. Petersburg. julia-muraveva@yandex.ru.

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.27-36

УДК 616.718.4-089.84

© Щепкина Е.А., Соломин Л.Н., Саута О.И., Сабиров Ф.К., 2021

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ГЕКСАПОДА ПРИ УДЛИНЕНИИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ «ПОВЕРХ» ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО СТЕРЖНЯ

ЩЕПКИНА Е.А.<sup>1,2,a</sup>, СОЛОМИН Л.Н.<sup>1,3,b</sup>, САУТА О.И.<sup>4,c</sup>, САБИРОВ Ф.К.<sup>1,d</sup><sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена», Санкт-Петербург, 195427, ул. академика Байкова, д.8, Россия<sup>2</sup> ФГБОУ «ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова», Санкт-Петербург, 197022, ул. Л. Толстого, д.6-8, Россия<sup>3</sup> ФГБОУ СПбГУ, Санкт-Петербург, 199034, Университетская наб., д. 7-9, Россия<sup>4</sup> АО «Институт авиационного приборостроения "Навигатор"», Санкт-Петербург, 199106, Шкиперский проток, д. 14, литера 3, корпус 19, Россия.

### Аннотация.

**Актуальность.** При «Удлинении поверх гвоздя» бедренной кости существует специфическая проблема – заклинивание стержня в костномозговом канале. Возможным решением является применение ортопедического гексапода. **Цель исследования:** определить показания к применению ортопедического гексапода при «Удлинении поверх гвоздя» бедренной кости и апробировать методику в клинике. **Материал и методы:** Для расчета риска заклинивания стержня применена аппроксимация окружностью участка костномозгового канала за уровнем остеотомии. Радиус канала рассчитывали на основе измерений длины и высоты хорды по рентгеновскому снимку. Используя систему квадратных уравнений с заданным радиусом стержня и вычисленным радиусом канала определяли риск заклинивания в зависимости от величины удлинения. Применение ортопедического гексапода, позволяющего перемещать фрагмент по заданной траектории, апробировано у 10 пациентов. **Результаты:** Произведены расчеты рисков и координат заклинивания при удлинении по прямой траектории для стержней с радиусом 2000 мм и 3000 мм и радиусов канала от 1200 мм до 3800 мм, которые представлены в виде таблиц для практической работы. Определено, что если радиус канала меньше радиуса стержня, то сначала произойдет конфликт по наружной поверхности изгиба (передняя кортикальная пластинка). Если этот участок удастся пройти при форсированной distrакции, то конфликт ликвидируется и через некоторое расстояние проявится с противоположной стороны. Если радиус канала больше радиуса стержня, то конфликта в области передней кортикальной пластинки не будет, но затем произойдет конфликт по задней поверхности. При клинической апробации во всех случаях выполнено расчетное удлинение без увеличения темпа distrакции. **Заключение.** Показаниями к использованию ортопедического гексапода являются: удлинение более 40 мм; наличие торсионной деформации или изгиба диафиза во фронтальной плоскости; угроза заклинивания до окончания планируемого удлинения; все случаи, когда радиус канала превышает радиус стержня.

**Ключевые слова:** удлинение бедренной кости; удлинение поверх гвоздя; заклинивание стержня; ортопедический гексапод.

### Для цитирования:

Щепкина Е.А., Соломин Л.Н., Саута О.И., Сабиров Ф.К., ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ГЕКСАПОДА ПРИ УДЛИНЕНИИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ «ПОВЕРХ» ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО СТЕРЖНЯ// Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.26-35

## SUBSTANTIATION FOR THE USE OF ORTHOPEDIC HEXAPOD FOR THE FEMUR LENGTHENING OVER THE NAIL

SHCHEPKINA E.A.<sup>1,2,a</sup>, SOLOMIN L.N.<sup>1,3,b</sup>, SAUTA O.I.<sup>4,c</sup>, SABIROV F.K.<sup>1,d</sup><sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden" of the Ministry of Health of the Russian Federation (8, Academician Baykova st., St. Petersburg, 195427, Russia)<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "First Saint Petersburg State Medical University named after I.I. Pavlov" of the Ministry of Health of the Russian Federation (6-8, L.Tolstoy st., St. Petersburg, 197022, Russia)<sup>3</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University" of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (7/9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia)<sup>4</sup> Stock company «Institute of Aviation Instrumentation "Navigator"» (14Z/19, Shkiperski protok, St. Petersburg, 199106, Russia)<sup>a</sup> E-mail: shchepkina\_elena@mail.ru<sup>b</sup> E-mail: solomin.leonid@gmail.com<sup>c</sup> E-mail: sauta-oleg@yandex.ru<sup>d</sup> E-mail: sabirov\_fanil@mail.ru

**Abstract.**

**Relevance.** During femur lengthening over the nail we have a specific problem - jamming of the nail in the medullary canal. A possible solution is the use of an orthopedic hexapod. **Aim:** to determine the indications for the use of orthopedic hexapod in the femur lengthening over the nail and to test the technique in the clinic. **Material and Methods:** To calculate the risk of nail jamming, a circular approximation of the medullary canal area behind the osteotomy level was used. The channel radius was calculated based on measurements of the chord length and height from an X-ray image. Using a system of quadratic equations with a given radius of the nail and a calculated radius of the channel, the risk of jamming was determined depending on the magnitude of the elongation. The use of orthopedic hexapod, which allows a fragment to be moved along a given trajectory, was tested in 10 patients. **Results:** Calculations were made of the risks and coordinates of jamming during lengthening in a straight line for nail with a radius of 2000 mm and 3000 mm and channel radii from 1200 mm to 3800 mm, which are presented in the form of tables for practical work. It was determined that if the radius of the channel is less than the radius of the nail, then first there will be a conflict along the outer surface of the bend (anterior cortical plate). If it is possible to pass this area with forced distraction, then the conflict is eliminated and after a certain distance it will manifest itself from the opposite side. If the radius of the canal is greater than the radius of the nail, then there will be no conflict in the region of the anterior cortical plate, but then there will be conflict along the posterior surface. In clinical approbation, the calculated lengthening was performed in all cases without increasing the rate of distraction. **Conclusion.** Indications for the use of orthopedic hexapod are: lengthening more than 40 mm; the presence of torsional deformation or bending of the diaphysis in the frontal plane; the threat of jamming before the end of the planned lengthening; all cases when the radius of the channel exceeds the radius of the nail.

**Key words:** femoral lengthening; lengthening over the nail, nail jamming; orthopedic hexapod.

**For quoting:**

Shchepkina E.A., Solomin L.N., Sauta O.I., Sabirov F.K., SUBSTANTIATION FOR THE USE OF ORTHOPEDIC HEXAPOD FOR THE FEMUR LENGTHENING OVER THE NAIL *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021. №3(45). pp.26-35

**Введение**

Использование комбинации внешней и внутренней фиксации - методика «Удлинение поверх гвоздя» (УПГ) позволяет уменьшить период чрескостного остеосинтеза, тем самым снижая риск возникновения типичных осложнений [1,2], без отрицательного влияния на структуру дистракционного регенерата [3]. Специфическая для УПГ бедренной кости проблема заклинивания стержня частично решается применением экстракостальных фиксаторов [4,5]. Однако сохраняется риск заклинивания костного фрагмента интрамедуллярным стержнем, связанный с кривизной диафиза в сагиттальной плоскости (Рисунок 1). Бедренная кость значительно отличается по конфигурации диафиза у населения разных регионов земного шара [6,7,8], имеет разную форму костномозгового канала на протяжении [9] и может иметь изгиб также во фронтальной плоскости [9,10]. Изгиб диафиза в обеих плоскостях может увеличиваться с возрастом и при различных заболеваниях [11]. Форсированная дистракция до 3 мм в сутки не всегда позволяет решить проблему заклинивания, а может и усугублять ее. В результате отмечаются такие осложнения как преждевременная консолидация на уровне регенерата [12], деформация или перелом чрескостных элементов (Рисунок 2).

Решением проблемы может быть применение в периоде удлинения ортопедического гексапода [13], который позволяет изменять траекторию перемещения фрагментов на определенных шагах дистракции (Рисунок 3). Для определения показаний к применению ортопедического гексапода при УПГ требуется оценка риска заклинивания стержня в канале в зависимости от планируемой величины удлинения и исходной конфигурации бедренной кости.

Цель исследования: определить показания к применению ортопедического гексапода при УПГ бедренной кости и апробировать методику в клинике.

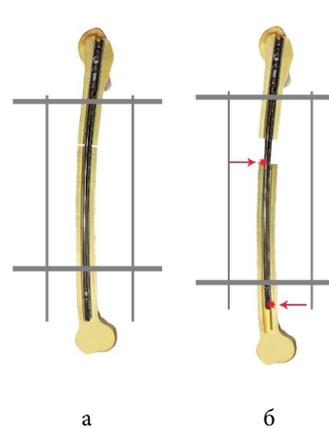


Рисунок 1. Схема заклинивания стержня: а – положение стержня до удлинения, б – положение стержня после удлинения при помощи прямых соединительных стержней (указаны потенциальные зоны заклинивания).

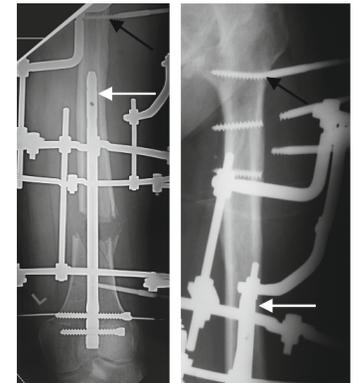


Рисунок 2. Деформация (а) и перелом (б) чрескостных элементов при продолжении дистракции (белой стрелкой указана зона заклинивания, черной – деформированные чрескостные элементы).

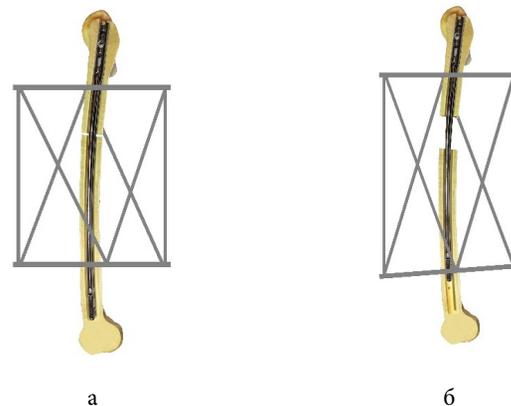
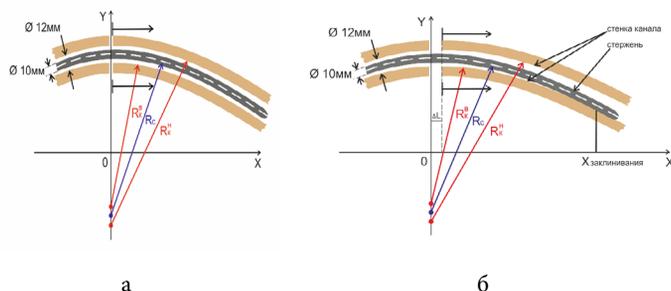


Рисунок 3. Схема применения ортопедического гексапода: а – до удлинения, б – отсутствие угрозы заклинивания при удлинении.



**Рисунок 4.** Схема заклинивания стержня: а – до удлинения, б – после удлинения на величину  $\Delta L$ . Представлена система координат и аппроксимирующие дуги окружностей для канала кости и стержня, где  $R_c$  – радиус стержня,  $R_{kv}$  – радиус стенки костномозгового канала с внутренней стороны изгиба,  $R_{kn}$  – радиус стенки костномозгового канала с наружной стороны изгиба,  $\Delta L$  – величина выполненного удлинения (перемещения фрагмента),  $X_{\text{заклинивания}}$  – расстояние от места остеотомии до точки конфликта.

На основании этих данных можно выполнить аналитический расчет, позволяющий оценить условия, при которых произойдет соприкосновение стержня и стенок канала кости при их относительном смещении. С целью упрощения аналитического представления результатов было принято, что стенка канала кости в плоскости рентгеновского снимка может быть аппроксимирована дугой окружности за область остеотомии (от уровня остеотомии до свободного конца стержня), а центры аппроксимирующих окружностей, содержащие дуги аппроксимации для канала кости и стержня, расположены на одной прямой с точкой в центре костномозгового канала на уровне остеотомии. Для этого введена система координат  $XOY$  с центром в точке  $O$  таким образом, чтобы ось  $OY$  проходила через область остеотомии кости, а ось  $OX$  была направлена параллельно направлению растягивающего усилия в аппарате (рис. 4а). Ранее выполненные работы [6,7] показывают, что аппроксимация канала кости окружностью на определенном участке вполне оправдана.

Использовалась система квадратных уравнений [15] с параметрами, соответствующими вычисленному радиусу канала кости и заданному радиусу стержня. Решение системы уравнений позволяет определить координаты точки заклинивания (пересечения дуг этих окружностей) в предположении, что стержень остается неподвижным, а кость (канал кости) смещается параллельно оси  $OX$ .

Для определения точки касания (заклинивания) наружной (по выпуклой стороне изгиба) части проекции стержня и наружной (по выпуклой стороне изгиба) части проекции поверхности канала использовалась система уравнений:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = (R_c^a)^2 \\ (x - L)^2 + (y - (R_c^a - R_k^a) - z)^2 = (R_k^a)^2, \end{cases} \quad (1)$$

Для определения точки касания (заклинивания) внутренней (по вогнутой стороне изгиба) части стержня и внутренней (по вогнутой стороне изгиба) поверхности канала использовалась система уравнений:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = (R_c^b)^2 \\ (x - L)^2 + (y - (R_c^b - R_k^b) + z)^2 = (R_k^b)^2, \end{cases} \quad (2)$$

где  $z$  – величина зазора между стержнем и стенкой канала кости (при расчетах принимаемая равной 1 мм с учетом техники подготовки канала);  $L$  – величина удлинения кости;  $R_c$ ,  $R_k$  – радиусы, соответственно, проекций внутренней и наружной поверхности стержня по отношению с его изгибу;  $R_c^a$ ,  $R_k^a$  – радиусы, соответственно, внутренней и наружной проекции (по отношению к изгибу) стенки канала кости за область остеотомии (от уровня остеотомии до свободного конца стержня в канале).

Системы уравнений (1) и (2) имеют аналитическое решение при наличии пересечений аппроксимирующих окружностей. Так как оценивается риск заклинивания при дистракции, рассматривались только положительные значения координаты  $X$ , которые и будут определять максимально допустимое удлинение  $L$  (смещение кости относительно стержня), после которого возникнет заклинивание, т.е. аппроксимирующие окружности проекции поверхностей стержня и стенок канала будут иметь точку пересечения.

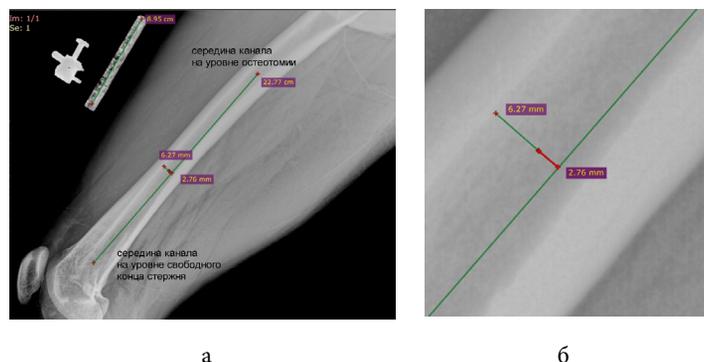
*Расчет радиуса канала кости по рентгеновскому снимку.*

Вычисление радиуса аппроксимирующей дуги окружности для канала кости производилось по формуле [15]:

$$R_k = \frac{C^2}{8h} + \frac{h}{2}, \quad (3)$$

где  $C$  – длина хорды,  $h$  – высота хорды.

Длина и высота хорды определялись по рентгеновскому снимку. Для обеспечения правильной проекции в сагиттальной плоскости при выполнении рентгенограмм наружная поверхность бедра полностью прилегалась к кассете или плоскости рентген-стола, а масштабная линейка располагалась на уровне кости. Расстояние от середины канала на уровне планируемой остеотомии до середины канала на уровне расчетного положения конца стержня – это длина хорды ( $C$ ). В качестве примера на рис. 5 представлено, как были определены параметры длины и высоты хорды в программе RadiAnt DICOM Viewer. Длина хорды по измерению в программе 227,70 мм. С учетом масштабирования (линейка длиной 80 мм соответствует измерению в программе 89,5 мм), истинная длина хорды  $227,70 \times 80,0 / 89,50 = 203,53$  мм. Расстояние по перпендикуляру от середины хорды до середины канала на этом уровне – высота хорды ( $h$ ). Аналогично высчитана истинная высота хорды  $2,76 \times 80,0 / 89,50 = 2,46$  мм. При расчете по формуле (3) получаем  $R_k$  2106,13 мм.



**Рисунок 5.** Определение длины и высоты хорды по середине костномозгового канала (а), определение высоты хорды (б) – увеличение.

При использовании косвенных измерений по формуле (3) были оценены возможные ошибки определения  $R_k$ , обусловленные ошибками измерений входящих в формулу параметров. Абсолютная ошибка  $\Delta R$  определения  $R_k$  вычислена по формуле [15]:

$$\Delta R = \sqrt{\left(\frac{c}{4h} \Delta C\right)^2 + \left[\left(\frac{1}{2} - \frac{c^2}{8h^2}\right) \Delta h\right]^2}, \quad (4)$$

где  $\Delta C$  и  $\Delta h$  соответственно погрешности прямых измерений длины и высоты хорды.

Используя выражение (4) и положив погрешности прямых измерений по рентгеновскому снимку  $\Delta C=0,1$  мм и  $\Delta h=0,1$  мм, для  $h=5$  мм и  $C=200$  мм, погрешность определения радиуса канала  $R_k$  была определена  $\Delta R=20$  мм. Эта величина составляет около 1% для среднего радиуса искривления кости. Таким образом, измерения по рентгеновскому снимку позволяют с достаточно высокой точностью определять радиус искривления канала кости.

*Клиническая апробация удлинения с помощью ортопедического гексапода.*

Для УПГ может быть использован любой ортопедический гексапод [16]. Нами применялся отечественный ортопедический гексапод Орто-СУВ [17], компьютерная программа которого снабжена опцией так называемой «многоэтапной коррекции» [18]. Благодаря ей имеется возможность перемещать дистальный фрагмент по такой траектории, при которой стержень на протяжении всего периода удлинения не соприкасается со стенками костномозгового канала. Таким образом, опасность заклинивания стержня исключается (Рисунок 6).

Методика апробирована при лечении 10 пациентов, у которых, согласно сделанным расчетам, был высокий риск заклинивания интрамедуллярного стержня. У большинства пациентов (9) имелось посттравматическое укорочение. Возраст пациентов составил от 19 до 56 лет. В группу вошли преимущественно мужчины (90%). Величина выполненного удлинения составила от 3 до 7 см. Сопутствующая торсионная деформация отмечена у 3 пациентов, других компонентов деформации не было.



**Рисунок 6.** Окно программы ортопедического гексапода: а – желтый контур – исходное положение перемещаемого костного фрагмента, красный контур – рассчитываемое программой положение костного фрагмента после удлинения, промежуточные контуры – этапы удлинения с шагом 10 мм; б – увеличенное изображение боковой проекции: видно, что на каждом из этапов удлинения стержень не касается стенок костномозгового канала

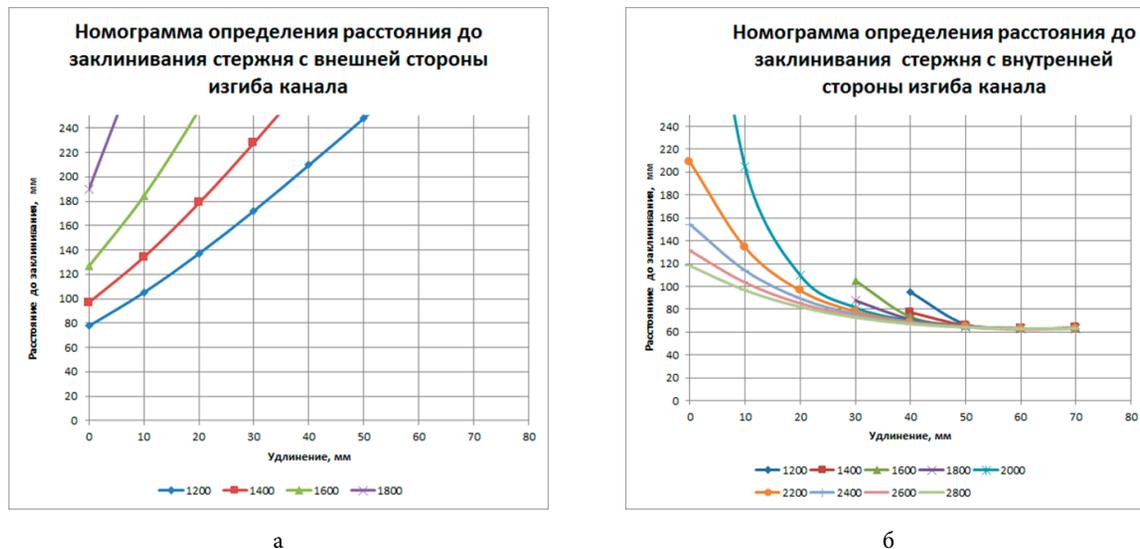
## Результаты.

### *Результаты расчетов и их использование для оценки рисков.*

При выполнении расчетов определено, что в случае, если  $R_k$  меньше  $R_c$ , то сначала произойдет конфликт по наружной по отношению к изгибу поверхности (по переднему кортикальному слою). Но если этот участок удастся пройти при форсированной дистракции, то при продолжающемся движении конфликт ликвидируется и через некоторое расстояние уже проявится с противоположной стороны (по внутренней поверхности изгиба – в области заднего кортикального слоя). В случае, если  $R_k$  равен или больше  $R_c$ , то конфликта в области переднего кортикального слоя не будет, а через некоторое расстояние произойдет конфликт в области заднего кортикального слоя (по внутренней части изгиба). Расчеты выполнены для стержней с  $R_c$  равным 2000 мм и 3000 мм и представлены в графическом решении в виде номограмм, а также систематизированы в таблицы для упрощения работы.

На рисунке 7 представлены графические результаты решения уравнений (1) и (2) для  $R_c=2000$  мм и зазора  $z=1$  мм. По оси ОУ отложены значения координаты X (мм), при которой произойдет пересечение дуг аппроксимирующих окружностей при удлинении кости в аппарате Илизарова в зависимости от величины смещения L (мм), которая отложена по оси ОХ (удлинение).

Порядок работы с номограммой следующий. После расчета радиуса кривизны кости по рентгенограмме находим кривую, соответствующую данному радиусу. Выбираем на оси ОХ планируемое удлинение L и проводим вертикальную линию до пересечения с нужной кривой на номограмме. Из точки пересечения вертикальной линии и выбранной кривой опускаем перпендикуляр на ось ОУ. Точка пересечения перпендикуляра и оси ОУ определит расстояние от остеотомии до места заклинивания. Фактически, это максимально допустимая длина части стержня за уровнем остеотомии, которая может быть введена в канал кости для удлинения на L мм при исключении заклинивания.



**Рисунок 7.** Номограммы для измерения расстояния до заклинивания стержня при удлинении: а – по наружной поверхности изгиба (передняя поверхность кости), б – по внутренней поверхности изгиба (задняя поверхность кости).

Вторым вариантом определения риска заклинивания является использование таблиц 1 и 2, в которых объединены полученные данные. В графах таблиц представлены расстояния от остеотомии, на которых возникает эффект заклинивания: Н – по наружной стороне искривления, В – по внутренней стороне искривления. Данные представлены для различного радиуса канала (верхняя строка - Rк): в табл. 1 для стержня с радиусом 2000 мм, в табл. 2 для стержня с радиусом 3000 мм. В первом столбце указана величина удлинения. Красным цветом выделены параметры места заклинивания.

В качестве примера произведена оценка возможности заклинивания стержня для радиуса канала 2200 мм. При радиусе стержня 2000 мм по табл. 1 определяем, что конфликт неизбежен при длине участка стержня от остеотомии до свободного конца 209 мм. Контакт стержня произойдет по внутренней стороне искривления (для сагиттальной проекции это задняя кортикальная пластинка) сразу после его установки (Таблица 1, столбец В для радиуса 2200 мм при удлинении 0). Поэтому при попытке удлинения произойдет заклинивание стержня в костномозговом канале. При длине участка интрамедуллярного стержня за уровнем остеотомии 130 мм, заклинивание произойдет при удлинении на 10 мм (Таблица 1, столбец В для радиуса 2200 мм при удлинении 10 мм). Таким образом, для кости с радиусом канала 2200 мм применение стержня с радиусом 2000 мм прямолинейное удлинение в 100% приведет к заклиниванию. Поэтому, в данном случае показано применение ортопедического гексапода.

При радиусе стержня 3000 мм по табл. 2 определяем, что при установке стержня сразу произойдет касание стержня стенки канала с наружной стороны искривления, т.е. с передней кортикальной пластиной, на расстоянии 129 мм от уровня остеотомии (Таблица 2, столбец Н для радиуса 2200 мм при удлинении 0). Но если удастся пройти удлинение величиной 20 мм путем форсированной distraction, конфликта с этой стороны канала не будет (Таблица 2, столбец Н для радиуса 2200 мм при удлинении 20 мм). Повторно произойдет конфликт с противоположной стороны, т.е. с задней кортикальной пластинкой, при удлинении

на 50 мм на расстоянии 91 мм от уровня остеотомии (Таблица 2, столбец В для радиуса 2200 мм и удлинения 50 мм). Это приведет к заклиниванию стержня. Таким образом, если в начале использовать сформированную distraction, то можно удлинить бедренную кость с использованием прямых соединительных стержней на 50 мм. Если необходимо удлинение больше 50 мм, потребуется применение ортопедического гексапода.

*Результаты клинической апробации УПГ с использованием ортопедического гексапода.*

У всех 10 пациентов было выполнено расчетное удлинение в темпе 1 мм в сутки за 4 приема. У 3 пациентов одновременно была устранена торсионная деформация. Результаты этапного рентген-контроля на каждом шаге удлинения в 10 мм показали полное соответствие темпам distraction, заданным в программе. Увеличивать темп distraction из-за угрозы заклинивания стержня не потребовалось ни в одном случае.

#### Обсуждение.

По результатам выполненных расчетов выявлено два варианта формирования конфликта между стержнем и стенками костномозгового канала. Первый вариант относится к случаям, когда радиус канала равен радиусу стержня или больше его. При этом варианте конфликта между стержнем и наружной по отношению к изгибу стенкой костномозгового канала (передней кортикальной пластинкой) не будет. Заклинивание произойдет на задней кортикальной пластинке (по внутренней по отношению к изгибу стенке канала) сразу при установке стержня или удлинении до 20 мм. Попытка решить эту проблему установкой более короткого стержня приведет к нестабильной фиксации после демонтажа аппарата. Так, чтобы удлинить бедренную кость с радиусом изгиба канала 3000 мм на стержне с радиусом 3000 мм на 30 мм без риска заклинивания, необходимо использовать стержень, часть которого от уровня остеотомии будет не более 115 мм (табл. 2, столбец В для радиуса канала 3000 мм и удлинения 30 мм). Если учесть 30 мм удлинения, то ниже регенерата протяженность фиксации стержнем составит 85 мм.

Таблица 1.

Результаты расчета риска заклинивания для стержня  $R_c=2000$  мм и зазора  $z=1$  мм.  
 $R_k$  – радиус канала (мм),  $dL$  – величина удлинения (мм).

| $R_k$ | 1200 |    | 1400 |    | 1600 |     | 1800 |    | 2000 |     | 2200 |     | 2400 |     | 2600 |     | 2800 |     |
|-------|------|----|------|----|------|-----|------|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|       | H    | B  | H    | B  | H    | B   | H    | B  | H    | B   | H    | B   | H    | B   | H    | B   | H    | B   |
| 0     | 78   |    | 97   |    | 127  |     | 190  |    |      | 500 |      | 209 |      | 154 |      | 131 |      | 118 |
| 10    | 105  |    | 134  |    | 184  |     | 312  |    |      | 204 |      | 134 |      | 114 |      | 103 |      | 97  |
| 20    | 137  |    | 178  |    | 255  |     | 464  |    |      | 110 |      | 96  |      | 89  |      | 85  |      | 82  |
| 30    | 172  |    | 228  |    | 333  | 105 | 628  | 88 |      | 81  |      | 78  |      | 76  |      | 74  |      | 73  |
| 40    | 210  | 95 | 280  | 77 | 416  | 73  | 794  | 71 |      | 70  |      | 69  |      | 68  |      | 68  |      | 67  |
| 50    | 248  | 67 | 335  | 66 | 500  | 65  | 953  | 65 |      | 65  |      | 65  |      | 64  |      | 64  |      | 64  |
| 60    | 289  | 63 | 390  | 63 | 585  | 63  | 1104 | 63 |      | 63  |      | 63  |      | 63  |      | 62  |      | 63  |
| 70    | 330  | 63 | 446  | 63 | 669  | 63  | 1243 | 63 |      | 63  |      | 63  |      | 63  |      | 63  |      | 63  |

Таблица 2.

Результаты расчета риска заклинивания для стержня  $R_c=3000$  мм и зазора  $z=1$  мм.  
 $R_k$  – радиус канала (мм),  $dL$  – величина удлинения (мм).

| $R_k$ | 2200 |    | 2400 |      | 2600 |     | 2800 |     | 3000 |     | 3200 |     | 3400 |     | 3600 |     | 3800 |     |
|-------|------|----|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|       | H    | B  | H    | B    | H    | B   | H    | B   | H    | B   | H    | B   | H    | B   | H    | B   | H    | B   |
| 0     | 129  |    | 155  |      | 198  |     | 290  |     |      | 500 |      | 309 |      | 225 |      | 189 |      | 168 |
| 10    | 170  |    | 211  |      | 285  |     | 473  |     |      | 305 |      | 196 |      | 164 |      | 147 |      | 136 |
| 20    | 219  |    | 279  |      | 391  |     | 703  |     |      | 160 |      | 138 |      | 126 |      | 119 |      | 114 |
| 30    | 273  |    | 355  |      | 511  | 155 | 951  | 126 |      | 115 |      | 108 |      | 104 |      | 100 |      | 98  |
| 40    | 331  |    | 435  | 110  | 636  | 102 | 1200 | 98  |      | 95  |      | 93  |      | 91  |      | 90  |      | 89  |
| 50    | 392  | 91 | 519  | 88,6 | 765  | 87  | 1441 | 86  |      | 85  |      | 84  |      | 84  |      | 83  |      | 83  |
| 60    | 455  | 81 | 605  | 81   | 894  | 80  | 1668 | 80  |      | 80  |      | 80  |      | 80  |      | 79  |      | 79  |
| 70    | 518  | 78 | 691  | 78   | 1023 | 78  | 1878 | 78  |      | 78  |      | 78  |      | 78  |      | 78  |      | 78  |

Возможным решением проблемы может быть рими́рование канала до величины, превышающей диаметр стержня на 3 мм, что увеличивает зазор до 1,5 мм. При этом риск заклинивания переместится на следующую строку (табл. 3), то есть возможность удлинения увеличится на 10 мм. Но в большинстве случаев это не позволит удлинить на необходимую величину. Для примера: при удлинении на стержне с радиусом 2000 мм при радиусе канала 2200 мм и рими́ровании +2 мм заклинивание произойдет при удлинении на 10 мм (табл. 3, столбец В, удлинение 10 мм), а при рими́ровании +3 мм при удлинении на 20 мм (табл. 3, столбец В, удлинение 20 мм). Таким образом, дополнительное рими́рование канала не решает проблему заклинивания стержня радикально. При варианте, когда радиус кривизны канала равен радиусу кривизны стержня или больше его, показано применение ортопедического гексапода.

При радиусе канала, меньшем, чем радиус стержня, первый конфликт формируется при установке стержня по наружной поверхности изгиба (в области передней кортикальной пластинки). На возможный конфликт между стержнем и передней кортикальной пластинкой в дистальном отделе бедренной кости, который может приводить к осложнениям при остеосинтезе

вплоть до перфорации кортикальной пластинки, указывают Kanawati A.J. с соавт. [19] и Shetty A. с соавт. [20]. Место соприкосновения стержня со стенкой канала определяется радиусом канала: чем ближе значение радиуса канала к радиусу стержня, тем дальше от остеотомии место конфликта. При удлинении на прямых соединительных стержнях между опорами аппарата в этой ситуации обязательно применение форсированной дистракции. И если при форсированной дистракции удастся пройти зону конфликта, то он разрешается. Реально это возможно только при небольшой разнице в радиусе стержня и канала. Так для стержня с радиусом 2000 мм при радиусе канала 1600-1800 мм конфликт разрешится при форсированной дистракции на 10 мм. При радиусе канала 1200-1400 мм конфликт будет сохраняться до 20-30 мм дистракции, что приведет к заклиниванию стержня. В то же время для стержня с радиусом 3000 мм при радиусе канала 2200-2600 мм конфликт разрешится при форсированной дистракции на 10 мм во всех случаях, а при радиусе канала 2800 мм конфликта по наружной стороне искривления не произойдет. Эффект разрешения конфликта при УПГ объясняет частоту и эффективность применения форсированной дистракции, на которую указывают различные авторы [21,22].

Если форсированная дистракция не применяется или оказывается не эффективной, возникает необходимость в повторном выполнении остеотомии [22,23]. Величина возможного в дальнейшем удлинения при использовании прямых соединительных стержней ограничена 30-40 мм. Так, для стержня с радиусом 2000 мм при радиусе канала 1600-1800 мм угроза заклинивания произойдет при удлинении на 30 мм. При радиусе канала 1200-1400 мм - при удлинении на 40 мм, но в этом случае эффективность форсированной дистракции на начальном этапе вызывает сомнения. Для стержня радиусом 3000 мм при радиусе канала 2600-2800 мм заклинивание прогнозируется при удлинении на 30 мм, при радиусе канала 2400 мм – при удлинении на 40 мм. И только при радиусе канала 2200 мм возможно удлинение без угрозы заклинивания на 50 мм. Удлинение больше 50 мм в 100% случаев приведет к заклиниванию стержня. Поэтому целесообразно рекомендовать применение ортопедического гексапода при планируемом удлинении более 40 мм.

Таблица 3.

Сравнение риска заклинивания стержня при разной величине зазора между стержнем и стенками канала для стержня с радиусом 2000 мм.

| Удлинение dL, мм | Rc=2000 мм     |     | Rk=2200 мм     |     |
|------------------|----------------|-----|----------------|-----|
|                  | Зазор z=1.0 мм |     | Зазор z=1.5 мм |     |
|                  | Н              | В   | Н              | В   |
| 0                |                | 209 | 158            | 256 |
| 10               |                | 134 | 198            | 177 |
| 20               |                | 96  | 245            | 131 |
| 30               |                | 78  | 297            | 106 |
| 40               |                | 69  | 353            | 92  |
| 50               |                | 65  | 411            | 84  |
| 60               |                | 63  | 472            | 80  |
| 70               |                | 63  | 534            | 78  |

При наличии сопутствующей торсионной деформации бедренной кости радиус кривизны костномозгового канала не может быть оценен корректно, а после ее одномоментного устранения велика вероятность трансляции костных фрагментов и формирования изначального конфликта со стержнем. Применение ортопедического гексапода позволяет одновременно дозированно во времени удлинять и устранять торсионную деформацию без конфликта между стержнем и стенками костномозгового канала. С учетом данных ряда авторов [6,7,9] о достаточно распространенном варианте анатомии диафиза бедренной кости с изгибом и во фронтальной плоскости спектр применения ортопедического гексапода для удлинения данного сегмента расширяется. Также, вероятно, целесообразно использовать ортопедический гексапод при локальных деформациях костномозгового канала, так как равномерность римирирования может быть не достигнута.

Измерения кривизны кости и канала по рентгеновскому снимку применяются и другими авторами, их достоверность оценивается как высокая. Liaw C.K. с соавт. [24], оценивая кривизну

кости и канала отметили, что при аппроксимации окружностью нижней трети диафиза значения радиуса, вычисленного по измерениям канала и кости, значительно отличаются. В то же время для средней и верхней трети диафиза таких отличий не выявлено. При расчетах мы аппроксимировали окружностью участок от уровня предполагаемой остеотомии до свободного конца стержня в канале, который включает часть средней трети диафиза и часть нижней трети. На примере, приведенном на рис. 5, дополнительно выполнены измерения по середине кости (Рисунок 8) и рассчитан Rk 2152,66 мм. Погрешность при расчете по середине кости составляет в данном случае 2,5%. С учетом погрешности измерений, которая была определена в 1%, общая погрешность составит менее 5%, что будет допустимым при оценке риска заклинивания с шагом радиуса канала 100 мм. Таким образом, если возникают сложности с измерением высоты хорды по центру костномозгового канала при аппроксимации дуги (например, наличие аналогового снимка), то можно выполнить измерения по середине диаметра кости.

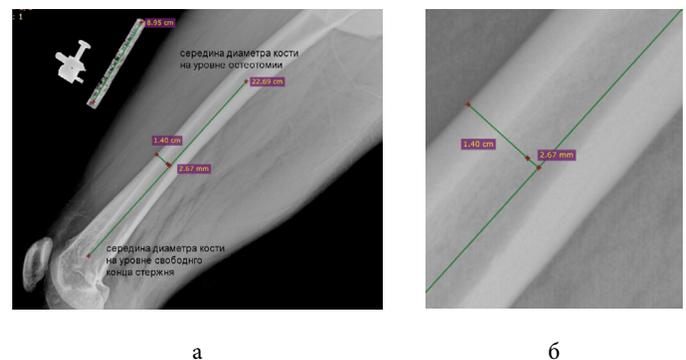


Рисунок 8. Определение длины и высоты хорды по середине кости (а), определение высоты хорды (б) – увеличение.

### Заключение

Показаниями к «Удлинению поверх гвоздя» бедренной кости с использованием ортопедического гексапода являются:

1. Все случаи удлинения более 40 мм.
2. Необходимость одновременно устранять торсионную деформацию.
3. Наличие изгиба диафиза не только в сагиттальной, но и во фронтальной плоскости.
4. Если радиус канала, рассчитанный на участке за уровнем планируемой остеотомии, равен или превышает радиус стержня, доступного к использованию.
5. Во всех случаях, когда расчет показывает угрозу заклинивания до окончания необходимого удлинения.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Клиническая апробация выполнена в рамках бюджетного финансирования.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы:

1. Xu W.G. Comparison of intramedullary nail versus conventional Ilizarov method for lower limb lengthening: a systematic review and meta-analysis. *Orthop. Surg.* 2017; 9(2): 159-166. doi: 10.1111/os.12330.

2. Farsetti P., De Maio F., Potenza V., Efremov K., Marsiolo M., Caterini A., Ippolito E. Lower limb lengthening over an intramedullary nail: a long-term follow-up study of 28 cases. *J. Orthop. Traumatol.* 2019; 20(1):30. doi: 10.1186/s10195-019-0538-y. <https://jorthotraumatol.springeropen.com/articles/10.1186/s10195-019-0538-y>
3. Еманов А.А., Митрофанов А.И., Борзунов Д.Ю., Колчин С.Н. Экспериментально-клиническое обоснование комбинированного остеосинтеза при замещении дефектов длинных костей (предварительное сообщение) // Травматология и ортопедия России. 2014. № 1. С. 16-23. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-16-23.
4. Способ удлинения бедренной кости поверх интрамедуллярного стержня: пат. 2584555. Рос. Федерация. № 2015106484, заявл. 25.02.15; опубл. 20.05.16, Бюл. №14. 19 с.
5. Соломин Л.Н., Сабиров Ф.К. Осложнения, связанные с применением экстракортикальных фиксаторов при комбинированном и последовательном использовании чрескостного остеосинтеза и внутренней фиксации бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2015. № 4. С. 103-110. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-103-110.
6. Abdelal A.H., Yamamoto N., Hayashi K., Takeuchi A., Morsy A.F., Miwa S., Kajino Y., Rubio D.A., Tsuchiya H. Radiological assessment of the femoral bowing in Japanese population. *SICOT J.* 2016; 2:2. doi: 10.1051/sicotj/2015037. [https://www.sicot-j.org/articles/sicotj/full\\_html/2016/01/sicotj150120/sicotj150120.html](https://www.sicot-j.org/articles/sicotj/full_html/2016/01/sicotj150120/sicotj150120.html)
7. Su X.Y., Zhao Z., Zhao J.X., Zhang L.C., Long A.H., Zhang L.H., Tang P.F. Three-Dimensional Analysis of the Curvature of the Femoral Canal in 426 Chinese Femurs. *Biomed. Res. Int.* 2015; 2015:318391. doi: 10.1155/2015/318391. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/318391/>
8. Thiesen D.M., Prange F., Berger-Groch J., Ntalos D., Petersik A., Hofstätter B., Rueger J.M., Klatte T.O., Hartel M.J. Femoral antecurvature-A 3D CT Analysis of 1232 adult femurs. *PLoS One.* 2018; 13(10):e0204961. doi: 10.1371/journal.pone.0204961. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0204961>
9. Барабаш А.П., Норкин И.А., Барабаш Ю.А., Барабаш И.В. Интрамедуллярные системы фиксации в лечении переломов, ложных суставов и дефектов бедренной кости. Саратов: Издательство Саратовского Государственного медицинского университета, 2019. 140 с.
10. Schmitt A., Letissier H., Poltaretskyi S., Babusiaux D., Rosset P., Le Nail L.R. Three-dimensional orientation of the femoral curvature. How well does it match with the sagittal curvature of femoral implants? *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2019; 105(1): 11-16. doi: 10.1016/j.otsr.2018.09.018.
11. Tsuchie H., Miyakoshi N., Kasukawa Y., Senma S., Narita Y., Miyamoto S., Hatakeyama Y., Sasaki K., Shimada Y. Factors related to curved femur in elderly Japanese women. *Ups. J. Med. Sci.* 2016; 121(3): 170-173. doi: 10.1080/03009734.2016.1185200.
12. Kocaoglu M., Eralp L., Kilicoglu O., Burc H., Cakmak M. Complications encountered during lengthening over an intramedullary nail. *J. Bone Joint. Surg.* 2004; 86-A(11): 2406-2411. doi: 10.2106/00004623-200411000-00007.
13. Щепкина Е.А., Лебедков И.В., Соломин Л.Н., Корчагин К.Л., Сабиров Ф. К., Парфеев Д. Г. Сравнительная оценка удлинения длинных костей нижних конечностей по Илизарову и «поверх» интрамедуллярного стержня. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2021;28(1):40-51. DOI: 10.24884/1607-4181-2021-28-1-40-51.
14. EL-Husseini T.F., Ghaly N.A. M., Mahran M.A., Al Kersh M.A., Emara K.M. Comparison between lengthening over nail and conventional Ilizarov lengthening: a prospective randomized clinical study. *Strat. Traum. Limb. Recon.* 2013; 8(2): 97-101. doi: 10.1007/s11751-013-0163-x.
15. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. М.: АСТ, 2006. 509с.
16. Способ удлинения бедренной кости поверх интрамедуллярного стержня: пат. №2638279. Рос. Федерация. № 2016133696; заявл. 16.08.2016; опубл. 12.12.2017, Бюл. № 35, 15 с.
17. Соломин Л.Н., Утехин А.И., Виленский В.А. Коррекция деформаций и лечение переломов с помощью аппарата Орто-СУВ, работающего на основе пассивной компьютерной навигации // Основы чрескостного остеосинтеза / Под. ред. Л.Н. Соломина. М.: БИНОМ, 2015. Т.2. Гл.2.9. С. 752-876.
18. Рохоев С.А., Соломин Л.Н. Использование метода чрескостного остеосинтеза при лечении контрактур коленного сустава у взрослых пациентов: обзор литературы // Травматология и ортопедия России. 2021. Т.27. №1. С.185-197. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-1-185-197.
19. Kanawati A.J., Jang B., McGee R., Sungaran J. The influence of entry point and radius of curvature on femoral intramedullary nail position in the distal femur. *J. Orthop.* 2014; 11(2): 68-71. doi: 10.1016/j.jor.2014.04.010.
20. Shetty A., Shenoy P.M., Swaminathan R. Mismatch of long Gamma intramedullary nail with bow of the femur: Does radius of curvature of the nail increase risk of distal femoral complications? *J. Clin. Orthop. Trauma.* 2019; 10(2): 302-304. doi: 10.1016/j.jcot.2017.12.006.
21. Simpson A.H., Cole A.S., Kenwright J. Leg lengthening over an intramedullary nail. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999; 81(6): 1041-1045. doi: 10.1302/0301-620x.81b6.9359.
22. Lascombes P., Popkov D., Huber H., Haumont T., Journeau P. Classification of complications after progressive long bone lengthening: proposal for a new classification. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2012; 98(6): 629-637. doi:10.1016/j.otsr.2012.05.010.
23. Sheridan G.A., Fragomen A.T., Rozbruch S.R. Integrated Limb Lengthening Is Superior to Classical Limb Lengthening: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature. *J. Am. Acad. Orthop. Surg. Glob. Res. Rev.* 2020; 4(6): e20.00054. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-20-00054. [https://journals.lww.com/jaaosglobal/Fulltext/2020/06000/Integrated\\_Limb\\_Lengthening\\_Is\\_Superior\\_to.9.aspx](https://journals.lww.com/jaaosglobal/Fulltext/2020/06000/Integrated_Limb_Lengthening_Is_Superior_to.9.aspx)
24. Liaw C.K., Chen Y.P., Wu T.Y., Fuh C.S., Chang R.F. New Computerized Method in Measuring the Sagittal Bowing of Femur from Plain Radiograph-A Validation Study. *J. Clin. Med.* 2019; 8(10): 1598. doi: 10.3390/jcm8101598. <https://www.mdpi.com/2077-0383/8/10/1598>

## References:

1. Xu W.G. Comparison of intramedullary nail versus conventional Ilizarov method for lower limb lengthening: a systematic review and meta-analysis. *Orthop. Surg.* 2017, 9(2), pp. 159-166. doi: 10.1111/os.12330.
2. Farsetti P., De Maio F., Potenza V., Efremov K., Marsiolo M., Caterini A., Ippolito E. Lower limb lengthening over an intramedullary nail: a long-term follow-up study of 28 cases. *J. Orthop. Traumatol.* 2019, 20(1), 30. doi: 10.1186/s10195-019-0538-y. <https://jorthotraumatol.springeropen.com/articles/10.1186/s10195-019-0538-y>
3. Emanov A.A., Mitrofanov A.I., Borzunov D.Y., Kolchin S.N. Экспериментально-клиническое обоснование комбинированного остеосинтеза при замещении дефектов длинных костей (предварительное сообщение) [Experimental and clinical justification of combined osteosynthesis for long bone defects (preliminary report)]. *Травматология и ортопедия России - Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2014, no.1, pp. 16-23. (In Russian) doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-1-16-23.
4. Solomin L.N., Shchepkina E.A., Sabirov F.K., Lebedkov I.V. *Sposob udlineniya bedrennoj kosti poverh intramedullyarnogo sterzhnya* [Method for lengthening femoral bone above intramedullary rod] Patent RF, no. 2584555, 2016. (in Russian)
5. Solomin L.N., Sabirov F.K. *Oslozhneniya, svyazannye s primeneniem ekstrakortikal'nyh fiksatorov pri kombinirovannom i posledovatel'nom ispol'zovanii chreskostnogo osteosinteza i vnutrennej fiksacii bedrennoj kosti*

[Complications after use of extracortical clamp device in combined and consecutive external and internal fixation of femoral bone]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii - Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2015, no.4, pp. 103-110. (In Russ.) doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-103-110.

6. Abdelaal A.H., Yamamoto N., Hayashi K., Takeuchi A., Morsy A.F., Miwa S., Kajino Y., Rubio D.A., Tsuchiya H. Radiological assessment of the femoral bowing in Japanese population. *SICOT J*. 2016, 2, 2. doi: 10.1051/sicotj/2015037. [https://www.sicot-j.org/articles/sicotj/full\\_html/2016/01/sicotj150120/sicotj150120.html](https://www.sicot-j.org/articles/sicotj/full_html/2016/01/sicotj150120/sicotj150120.html)

7. Su X.Y., Zhao Z., Zhao J.X., Zhang L.C., Long A.H., Zhang L.H., Tang P.F. Three-Dimensional Analysis of the Curvature of the Femoral Canal in 426 Chinese Femurs. *Biomed. Res. Int.* 2015, 2015:318391. doi: 10.1155/2015/318391. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/318391/>

8. Thiesen D.M., Prange F., Berger-Groch J., Ntalos D., Petersik A., Hofstätter B., Rueger J.M., Klatt T.O., Hartel M.J. Femoral antecurvature-A 3D CT Analysis of 1232 adult femurs. *PLoS One*. 2018, 13(10), e0204961. doi: 10.1371/journal.pone.0204961. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0204961>

9. Barabash A.P., Norkin I.A., Barabash I.A., Barabash I.V. *Intramedullarynye sistemy fiksatsii v lechenii perelomov, lozhnyh sustavov i defektov bedrennoj kosti*. [Intramedullary fixation systems in the treatment of fractures, pseudoarthrosis and femoral defects]. Saratov, Saratov St. Med. Univ. Publ., 2019. 140 p. (in Russian)

10. Schmitt A., Letissier H., Poltaretskyi S., Babusiaux D., Rosset P., Le Nail L.R. Three-dimensional orientation of the femoral curvature. How well does it match with the sagittal curvature of femoral implants? *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2019, 105(1), pp. 11-16. doi: 10.1016/j.otsr.2018.09.018.

11. Tsuchie H., Miyakoshi N., Kasukawa Y., Senma S., Narita Y., Miyamoto S., Hatakeyama Y., Sasaki K., Shimada Y. Factors related to curved femur in elderly Japanese women. *Ups. J. Med. Sci.* 2016, 121(3), pp. 170-173. doi: 10.1080/03009734.2016.1185200.

12. Kocaoğlu, M., Eralp L., Kilicoglu O., Burc H., Cakmak M. Complications encountered during lengthening over an intramedullary nail. *J. Bone. Joint. Surg.* 2004, 86-A(11), pp. 2406-2411. doi: 10.2106/00004623-200411000-00007.

13. Shchepkina E.A., Lebedkov I.V., Solomin L.N., Korchagin K.L., Sabirov F.K., Parfeev D.G. Sravnitel'naya ocenka udlineniya dlinnyh kostej nizhnih konechnostej po Ilizarovu i poverh intramedullyarnogo sterzhnya [Lower Limbs Lengthening Over the Nail versus Lengthening by Ilizarov]. *Uchenye zapiski PSPbGMU im. akad. I.P.Pavlova - The Scientific Notes of the Pavlov University*. 2021;28(1):40-51. (in Russian) DOI: 10.24884/1607-4181-2021-28-1-40-51.

14. EL-Husseini T.F., Ghaly N.A. M., Mahran M.A., Al Kersh M.A., Emara K.M. Comparison between lengthening over nail and conventional Ilizarov lengthening: a prospective randomized clinical study. *Strat. Traum. Limb. Recon.* 2013, 8(2), pp. 97-101. doi: 10.1007/s11751-013-0163-x.

15. Vygodskii M.I. *Spravochnik po elementarnej matematike* [Elementary Mathematics Reference]. Moscow, AST Publ., 2006. 509 p. (in Russian)

16. Solomin L.N., Skomoroshko P.V., Shchepkina E.A., Korchagin K.L., Sabirov F.K., Lebedkov I.V. *Sposob udlineniya bedrennoj kosti poverh intramedullyarnogo sterzhnya* [Method for femoral bone elongation along intramedullary pin]. Patent RF, no. 2638279, 2017. (in Russian)

17. Solomin L.N., Utekhin A.I., Vilenskii V.A. *Korrekcija deformacij i lechenie perelomov s pomoshch'yu apparata Orto-SUV, rabotayushchego na osnove passivnoj kompyuternoj navigacii* [Correction of deformities and treatment of fractures using the Ortho-SUV apparatus based on passive computer navigation.]. In *Osnovy chreskostnogo osteosinteza* [Basics of transosseous osteosynthesis]. Edited by Leonid N. Solomin. – Moscow, BINOM Publ., 2014. Pt. II, Ch. 2.9, pp. 752-876. (in Russian)

18. Rokhovev S.A., Solomin L.N. Ispol'zovanie metoda chreskostnogo osteosinteza pri lechenii kontraktur kolennogo sustava u vzroslyh pacientov: obzor literatury [Usage of External Fixation in the Treatment of Adult Patients with Knee Joint Stiffness: Review]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii - Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021, vol.27, no.1, pp. 185-197 (In Russ.). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-1-185-197.

19. Kanawati A.J., Jang B., McGee R., Sungaran J. The influence of entry point and radius of curvature on femoral intramedullary nail position in the distal femur. *J. Orthop.* 2014; 11(2), pp. 68-71. doi: 10.1016/j.jor.2014.04.010.

20. Shetty A., Shenoy P.M., Swaminathan R. Mismatch of long Gamma intramedullary nail with bow of the femur: Does radius of curvature of the nail increase risk of distal femoral complications? *J. Clin. Orthop. Trauma*. 2019, 10(2), pp. 302-304. doi: 10.1016/j.jcot.2017.12.006.

21. Simpson A.H., Cole A.S., Kenwright J. Leg lengthening over an intramedullary nail. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999, 81(6), pp. 1041-1045. doi: 10.1302/0301-620x.81b6.9359.

22. Lascombes P., Popkov D., Huber H., Haumont T., Journeau P. Classification of complications after progressive long bone lengthening: proposal for a new classification. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2012, 98(6), pp. 629-637. doi:10.1016/j.otsr.2012.05.010.

23. Sheridan G.A., Fragomen A.T., Rozbruch S.R. Integrated Limb Lengthening Is Superior to Classical Limb Lengthening: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature. *J. Am. Acad. Orthop. Surg. Glob. Res. Rev.* 2020;4(6):e20.00054. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-20-00054. [https://journals.lww.com/jaaosglobal/Fulltext/2020/06000/Integrated\\_Limb\\_Lengthening\\_Is\\_Superior\\_to.9.aspx](https://journals.lww.com/jaaosglobal/Fulltext/2020/06000/Integrated_Limb_Lengthening_Is_Superior_to.9.aspx)

24. Liaw C.K., Chen Y.P., Wu T.Y., Fuh C.S., Chang R.F. New Computerized Method in Measuring the Sagittal Bowing of Femur from Plain Radiograph-A Validation Study. *J. Clin. Med.* 2019, 8(10), 1598. doi: 10.3390/jcm8101598. <https://www.mdpi.com/2077-0383/8/10/1598>

## Информация об авторах:

**Щепкина Елена Андреевна**, доцент, к.м.н., старший научный сотрудник научного отделения лечения травм и их последствий ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России, ул. академика Байкова, д.8, Санкт-Петербург, 195427, Россия; доцент кафедры травматологии и ортопедии и кафедры общеврачебной практики (семейной медицины) ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Л. Толстого, д.6-8, Санкт-Петербург, 197022, Россия; e-mail: shchepkina\_elena@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6132-0305>

**Соломин Леонид Николаевич**, профессор, д.м.н., ведущий научный сотрудник научного отделения лечения травм и их последствий ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России ул. академика Байкова, д.8, Санкт-Петербург, 195427, Россия; профессор кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского Государственного университета» Минобрнауки России, Университетская наб. д. 7-9, Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: solomin.leonid@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3705-3280>

**Саута Олег Иванович**, д.т.н., начальник научно-исследовательского сектора, заместитель главного конструктора АО «Институт авиационного приборостроения “Навигатор”», Шкиперский проток, д. 14, литера 3, корпус 19, Санкт-Петербург, 199106, Россия; e-mail: sautaoleg@yandex.ru

**Сабиров Фаниль Камилжанович**, к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России, ул. академика Байкова, д.8, Санкт-Петербург, 195427, Россия; e-mail: sabirov\_fanil@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0307-0771>

**Information about the authors:**

**Shchepkina Elena Andreevna**, docent, PhD in Medicine, Senior Research Associate at the Scientific Department of the Treatment of Injuries and Their Consequences of the Vreden' National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Russia; 8, Academician Baykov str., St. Petersburg, 195427, Russia; Associate Professor at the Department of Traumatology and Orthopedics and the Department of General Medical Practice (Family Medicine) of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russia; 6-8, L. Tolstoy st., St. Petersburg, 197022, Russia; e-mail: shchepkina\_ele-na@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6132-0305>

**Solomin Leonid Nikolaevich**, Professor, Doctor of Medicine, Leading Research Associate at the Scientific Department of the Treatment of Injuries and Their Consequences of the Vreden' National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Russia; 8, Academician Baykov str., St. Petersburg, 195427, Russia; Professor at the Department of General Surgery of Saint Petersburg State University of the Ministry of Science and Higher Education of the Russia; 7/9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia; e-mail: solomin.leonid@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3705-3280>

**Sauta Oleg Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences, Head of Research Sector, Deputy Chief Designer of the Stock company «Institute of Aviation Instrumentation “Navigator”»; 14Z/19, Shkiperski protok, St. Petersburg, 199106, Russia; e-mail: sauta-oleg@yandex.ru

**Sabirov Fanil Kamilganovich**, PhD in Medicine, Associate Professor at the Department of Traumatology and Orthopedics of the Vreden' National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Russia; 8, Academician Baykov str., St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: sabirov\_fanil@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0307-0771>

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.37-42

УДК 616.72-007.248

© Найманн А.И., Лычагин А.В., Сурин В.В., Венгеров В.Ю., Ян Я., Иванников С.В., 2021

## НАШ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОДИЛЯТАЦИОННОЙ РЕДРЕССАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ТУГОПОДВИЖНОСТИ ПРИ АДГЕЗИВНОМ КАПСУЛИТЕ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

НАЙМАНН А.И.<sup>1,a</sup>, ЛЫЧАГИН А.В.<sup>2,b</sup>, СУРИН В.В.<sup>2,c</sup>, ВЕНГЕРОВ В.Ю.<sup>1,d</sup>, ЯН Я.<sup>2,e</sup>, ИВАННИКОВ С.В.<sup>2,f</sup>

<sup>1</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы Городская клиническая больница имени С.П. Боткина, 125284, Москва, Россия

<sup>2</sup> Кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 127994, Москва, Россия

### Аннотация

**Обоснование:** адгезивный капсулит [АК] является распространённым заболеванием плечевого сустава. Основным симптомом АК является тугоподвижность, ограничивающая трудоспособность пациентов и препятствующая занятиям лечебной физкультурой.

**Цель:** целью данной работы является улучшение результатов лечения тугоподвижности при АК плечевого сустава за счёт включения гидродилатационной реддрессации в комплекс лечения.

**Методы:** Исследование проводилось в течении 9 месяцев. Гидродилатационная реддрессация была произведена 45 пациентам с тугоподвижностью на фоне АК плечевого сустава. Пациенты были обследованы дважды. Первичное обследование производилось непосредственно перед гидродилатационной реддрессацией. Повторное обследование производилось спустя 1 месяц после гидродилатационной реддрессации. Обследование включало клинический осмотр врача-ортопеда а также заполнение опросных шкал SST, SSI – ASES и UCLA.

**Результаты:** Все пациенты отметили увеличение объёма движений в плечевом суставе, снижение интенсивности болевого синдрома и рост толерантности к физическим нагрузкам. Осложнений и нежелательных явлений в процессе исследования отмечено не было.

**Заключение:** гидродилатационная реддрессация является эффективным методом лечения тугоподвижности при АК плечевого сустава. Простота выполнения, малоинвазивность, низкие риски и высокая эффективность позволяют рекомендовать гидродилатационную реддрессацию как первичный метод в лечении пациентов с тугоподвижностью при АК плечевого сустава в условиях стационаров кратковременного пребывания больных.

**Ключевые слова:** Замороженное плечо; адгезивный капсулит плечевого сустава; гидродилатационная реддрессация; тугоподвижность плечевого сустава.

### Для цитирования:

Найманн А.И., Лычагин А.В., Сурин В.В., Венгеров В.Ю., Ян Яньбинь ..., Иванников С.В., НАШ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОДИЛЯТАЦИОННОЙ РЕДРЕССАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ТУГОПОДВИЖНОСТИ ПРИ АДГЕЗИВНОМ КАПСУЛИТЕ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА. // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021. №3(45). С.36-41

## OUR EXPERIENCE WITH THE USE OF HYDRODILATATION REDRESSATION FOR THE TREATMENT OF STIFFNESS OF THE ADHESIVE CAPSULITIS AT THE SHOULDER JOINT

NAIMANN A.I.<sup>1,a</sup>, LYCHAGIN A.V.<sup>2,b</sup>, SURIN V.V.<sup>2,c</sup>, VENGEROV V.Y.<sup>1,d</sup>, YANG Y.<sup>2,e</sup>, IVANNIKOV S.V.<sup>2,f</sup>

<sup>1</sup> State Budgetary Healthcare Institution of the City of Moscow S. P. Botkin City Clinical Hospital, 125284, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Catastrophes, Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 127994, Moscow, Russia

**Justification:** adhesive capsulitis [AC] is a common disease of the shoulder joint. The main symptom of AC is stiffness, which limits the ability of patients to work and prevents them from practicing physical therapy.

**Purpose:** the aim of this work is to improve the results of the treatment of stiffness in AC of the shoulder joint by including hydrodilatation redressation in the treatment complex.

**Methods:** The study was conducted for 9 months. Hydrodilatation redressation was performed in 45 patients with stiffness on the background of AC of the shoulder joint. The patients were examined twice. A primary examination was carried out just before hydrodilatation redressation. Secondary examination was

<sup>a</sup> E-mail: naimann.a@mail.ru

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

<sup>c</sup> E-mail: rassvet\_1612@mail.ru

<sup>d</sup> E-mail: vengerov\_v@mail.ru

<sup>e</sup> E-mail: yanbin.yang@bk.ru

<sup>f</sup> E-mail: s.ivannikov@icloud.com

performed 1 month after hydrodilatation redressation. The examination included a clinical examination by an orthopedist and completion of the SST, SSI – ASES, and UCLA poll scales.

**Results:** All patients noted an increase in the volume of movements in the shoulder joint, a decrease in the intensity of pain syndrome and an increase in tolerance to physical activity. No complications or adverse events were observed during the study.

**Conclusion:** hydrodilatation redressation is an effective method for the treatment of AK stiffness in the shoulder joint. Ease of implementation, minimally invasive, low risks and high efficiency allow us to recommend hydrodilatation redressation as the primary method in the treatment of patients with stiffness in shoulder joint AC in short-term hospital settings.

**Keywords:** Frozen shoulder; shoulder adhesive capsulitis; hydrodilatation redressation; stiffness of sholder.

#### For quoting:

Naimann A.I., Lychagin A.V., Surin V.V., Vengerov V.Y., Yang Yanbin ., Ivannikov S.V., OUR EXPERIENCE WITH THE USE OF HYDRODILATATION REDRESSATION FOR THE TREATMENT OF STIFFNESS OF THE ADHESIVE CAPSULITIS AT THE SHOULDER JOINT *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021.№3(45). pp.36-41

#### Введение:

Термин «плечелопаточный периартрит» для определения синдрома, проявляющегося болью и ограничением движений в плечевом суставе вследствие поражения параартикулярных мягких тканей, был введён в конце 19 века. Впоследствии термин стал использоваться для определения всех переартикулярных поражений плечевого сустава. Позднее вводилось другое название: «плечелопаточный болевой синдром», представляющий из себя целую группу различных нозологий в числе которых находится адгезивный капсулит плечевого сустава[1,2].

Адгезивный капсулит [АК] поражает от 4до 7% взрослого населения, частота встречаемости увеличивается с возрастом. Если среди людей до 40 лет встречаемость АК составляет всего 3-4 %, то к 60 годам она возрастает до 15-20%[1,3].

Этиология АК до конца не ясна, однако можно выделить первичный АК плечевого сустава, развивающийся идиопатически, и вторичный АК плечевого сустава, появляющийся вследствие повреждений ротаторной манжеты, импиджмент синдрома и иных поражений плечевого сустава[2].

АК требуется дифференцировать с поражениями периартикулярных тканей плечевого сустава, дающих схожую клиническую симптоматику. Принципиальным отличием АК является поражение именно капсулы сустава, за счёт обструкции сумок и заворотов, приводящее к ограничению движений и болевому синдрому. Тогда как, например, при разрывах мышц ротаторной манжеты или субакромиальном импиджмент синдроме, патологический процесс первично в капсуле не локализуется [4,5].

АК разделяют на 3 стадии:

1) болевая стадия- «застывающее плечо», когда за счёт болевого синдрома ограничены преимущественно активные движения.

2) стадия скованности «замороженное плечо», когда за счёт спаечного процесса в капсуле сустава развивается выраженная тугоподвижность, характеризующаяся ограничением как активных, так и пассивных движений.

3) стадия разрешения «оттаивающее плечо», когда в результате успешной терапии происходит постепенное восстановление объёма движений и снижение интенсивности болевого синдрома [2,6,7,8]

Существуют различные подходы к лечению АК плечевого сустава, и развивающейся на его фоне тугоподвижности.

Консервативные методики включают в себя приём противовоспалительных препаратов, внутрисуставное введение обе-

зболивающих и противовоспалительных препаратов, лечебную физкультуру, физиотерапию, механическую редрессацию под анестезией. При неэффективности консервативной тактики выполняется артроскопия плечевого сустава с иссечением спаек при помощи различных хирургических инструментов [5,6,7,8,12,13,14,15,16,17].

С.П. Миронов, Е.Ш. Ломтатидзе, М.Б. Цыкунов и др. в своей монографии описали способ консервативного лечения тугоподвижности при АК под названием «Гидродилатационная новокаиновая блокада плечевого сустава». Суть методики заключается во введении в полость плечевого сустава смеси кортикостероидного препарата и новокаина в количестве до 40 мл. За счёт большого количества жидкости происходит расширение капсулы сустава изнутри и разрыв спаек, вызывающих обструкцию сумок и заворотов[5]. О целесообразности применения гидродилатационных блокад при АК плечевого сустава пишут также Н. В. Серебрянников, В. Д. Машталов и А. В. Бехтерев [3].

С.П. Миронов, Е.Ш. Ломтатидзе, М.Б. Цыкунов и др. также разработали алгоритм лечебно диагностических мероприятий при плечелопаточном болевом синдроме, исходя из которого, гидродилатационные блокады являются лечебно-диагностическими и должны быть применены во всех случаях плечелопаточного болевого синдрома с контрактурой, резистентных к медикаментозной терапии, ЛФК и ФТЛ.

Мы считаем, что термин «блокада» не совсем соответствует сути методики, так как основной эффект достигается не медикаментозным действием препаратов, а давлением жидкости в полости сустава. Также непосредственно после выполнения процедуры наши пациенты выполняли ряд маятникообразных пассивных и активных движений в плечевом суставе. Во время этих движений в силу изменения формы капсулы, в ней создавался дополнительный гидравлический градиент, приводящий к разрыву спаек.

Исходя из вышесказанного, мы считаем более подходящим для описания данной методики термин «гидродилатационная редрессация».

В данной работе мы приводим опыт клинического применения данной методики.

#### Материалы и методы:

##### Пациенты:

Исследование проводилось в период с июня 2020 года по январь 2021 года.

В исследовании принимали участие 45 пациентов с тугоподвижностью на фоне АК плечевого сустава. Отведение плеча было ограничено до 30-50 градусов.

Возраст пациентов: от 18 до 73 лет. До поступления к нам, всем пациентам выполнялась противовоспалительная терапия, медикаментозные блокады без явного клинического эффекта.

Всем пациентам была выполнена МРТ плечевого сустава с целью дифференциальной диагностики с иными поражениями плечевого сустава.

Всем пациентам была выполнена гидродилатационная редрессация плечевого сустава. В полость сустава вводилось 39 мл 0,5 % раствора новокаина и 1 мл раствора дексаметазона 4 мг/мл. Сразу после введения, пациент выполнял активную и пассивную разработку движений в плечевом суставе. Процедура выполнялась без дополнительной анестезии в условиях операционной.

#### **Предоперационное обследование:**

Предоперационное обследование каждого пациента включало:

- 1) Осмотр врача-травматолога-ортопеда
- 2) Взятие у пациента информированного согласия
- 3) Заполнение опросных листов следующих оценочных шкал:
  - а) Простой тест на состояние плеча (Simple Shoulder Test (SST))
  - б) Шкала оценки плечевого сустава Университета Калифорнии, Лос – Анджелес (The University of California - Los Angeles (UCLA) Shoulder Scale)
  - в) Оценочный опросник состояния плеча американских хирургов плечевого и локтевого суставов (Shoulder assessment form american shoulder and elbow surgeons (SSI – ASES))

#### **Гидродилатационная редрессация:**

В период с июня 2020 по февраль 2020 года в условиях пациентам была выполнена гидродилатационная редрессация плечевого сустава.

#### **Дальнейшее ведение:**

После выполнения гидродилатационной редрессации пациентам назначался курс лечебной физкультуры.

#### **Послеоперационное обследование:**

Послеоперационное обследование проводилось через 1 месяц после редрессации и включало в себя:

- 1) Осмотр врача-травматолога-ортопеда
- 2) Заполнение опросных листов следующих оценочных шкал:
  - а) Простой тест на состояние плеча (Simple Shoulder Test (SST))
  - б) Шкала оценки плечевого сустава Университета Калифорнии, Лос – Анджелес (The University of California - Los Angeles (UCLA) Shoulder Scale)
  - в) Оценочный опросник состояния плеча американских хирургов плечевого и локтевого суставов (Shoulder assessment form american shoulder and elbow surgeons (SSI – ASES))

#### **Методы статистической обработки:**

Для статистических расчётов использовалась программа MedCalc 19.5.2 for Windows (MedCalc, Belgium). Данные

из опросных листов вручную вводились в программу. Выполнена программная и визуальная проверка данных на полноту, допустимые диапазоны, логические и медицинские взаимосвязи. Нормальность выборки проверена по критерию Шапиро-Уилка. Произведён расчёт минимальных (min) и максимальных (max) значений, далее произведён расчёт средних значений (M) и значений стандартных отклонений от значения средней арифметической ( $\sigma$ ). При расчёте динамики изменения количественных показателей до и после лечения использовался W-критерий Вилкоксона. Статистически значимыми считались различия между показателями при уровне вероятности  $p < 0,05$ .

#### **Результаты:**

69,89 %  $\pm$  5,59% (31) пациентов испытывали сильное чувство распирания в суставе, резко пропадавшее с характерным треском. У 53,34%  $\pm$  7,57% (24) данное явление происходило в момент введения препаратов в полость сустава, у 15,56%  $\pm$  0,56% (7) - во время пассивно-активной разработки движений сразу после введения.

86,67%  $\pm$  2,76 % (39) пациентов сразу после выполнения гидродилатационной редрессации отмечали увеличение объёма движений (отведения, переднего сгибания и заднего сгибания) в плечевом суставе на 15-25 градусов, а также снижение интенсивности болей при выполнении этих движений.

Все пациенты отмечали выраженное увеличение объёма движений в суставе (отведения, переднего сгибания и заднего сгибания) на 30-45 градусов в течении 1 месяца.

У 15,56%  $\pm$  0,56% (7) пациентов при увеличении объёма движений интенсивность болей изменялась незначительно, что вероятно связано с наличием сопутствующей патологии периапарткулярных тканей.

Все пациенты отметили возросшую толерантность к физиологическим и спортивным нагрузкам. Отрицательная динамика, выпот, отёки, болезненность при пальпации плечевого сустава у всех пациентов отсутствовали.

Средние значения результатов заполнения опросных листов оценочных шкал при первичном и повторном обследовании представлены в Таблице 1.

**Таблица 1:**

#### **Средние результаты SST, ULCA, SSI-ASES при первичном и повторном обследовании**

| Оценочная шкала        | SSI – ASES    | SSI – ASES боль | SSI – ASES функция | SST          | UCLA          |
|------------------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|
| Первичное обследование | 9 $\pm$ 1,41  | 6 $\pm$ 1,53    | 2 $\pm$ 1,51       | 5 $\pm$ 1,24 | 11 $\pm$ 1,37 |
| Повторное обследование | 23 $\pm$ 1,27 | 2 $\pm$ 0,94    | 8 $\pm$ 1,09       | 1 $\pm$ 1,16 | 29 $\pm$ 0,86 |

p- критерий <0,05, различия достоверны

SSI – ASES: средний балл при первичном обследовании составил 9  $\pm$  1,41 баллов, средняя оценка боли составила 6  $\pm$  1,53 баллов, средняя оценка функции составила 2  $\pm$  1,51 балла. При повторном обследовании средний балл при первич-

ном обследовании составил  $23 \pm 1,27$  балла, средняя оценка боли составила  $2 \pm 0,94$  балла, средняя оценка функции составила  $8 \pm 1,09$  баллов.

SST: средний балл при первичном обследовании составил  $5 \pm 1,24$  баллов, при повторном обследовании –  $1 \pm 1,16$

UCLA: средний балл при первичном обследовании составил  $11 \pm 1,37$  баллов, при повторном обследовании –  $29 \pm 0,86$

Исходя из вышесказанного, через 1 месяц наблюдался статистически значимый рост показателей, чьё значение имеет прямую корреляцию с улучшением клинического состояния (SSI – ASES, функция и ULCA) и статистически значимое снижение показателей, обратно коррелирующих с улучшением клинического состояния (боль и SST).

Таким образом можно говорить о значительном снижении болевого синдрома и восстановлении функции плечевого сустава через 1 месяц после гидродилатационной реддрессации.

#### Обсуждение:

Основной целью при лечении адгезивного капсулита плечевого сустава является улучшение качества жизни пациента за счёт восстановления объёма движений и снижения болевого синдрома.

Как правило при лечении АК вначале используются различные консервативные методики, а именно лечебная физкультура, противовоспалительная терапия и физиотерапия. При неэффективности консервативного подхода выполняется хирургическое артроскопическое лечение [5,6,7,8,12,13,14,15,16,17].

Гидродилатационная реддрессация занимает промежуточное положение между консервативным и хирургическим лечением. С одной стороны, на спайки заворотов капсулы сустава оказывается прямое механическое воздействие высокой силы, одновременно разрывающее спайки и увеличивающее объём движений в плечевом суставе за счёт их разрыва. В то время как медикаментозная терапия и физиотерапия не имеют механического воздействия вообще, а лечебная физкультура воздействует на спайки заворотов лишь опосредованно через всю капсулу, и требует длительных и трудновыполнимых для многих пациентов занятий [3, 6, 9, 10, 13, 15, 17].

С другой стороны, воздействие оказывается через обычную пункцию плечевого сустава. В отличие от артроскопии, гидродилатационная реддрессация не требует дополнительных разрезов, специального оборудования, практически не травмирует окружающие ткани выполняется быстрее и не несёт тех рисков, что сопровождают артроскопию плечевого сустава [7, 8, 11, 12, 14, 16].

Конечно гидродилатационная реддрессация всё же менее эффективна, нежели артроскопическая операция, и собственно сами С.П. Миронов, Е.Ш. Ломтатидзе, М.Б. Цыкунов и др. включили её в свои алгоритмы как предхирургический метод, неэффективность которого является уже показанием к артроскопии [3].

Мы также придерживаемся мнения, что гидродилатационная реддрессация должна применяться в сочетании с другими консервативными методами как дополнительная возможность решить проблему без операции. При неэффективности гидро-

дилатационной реддрессации пациентам может и должна быть выполнена артроскопия плечевого сустава.

#### Заключение:

На основании полученных данных можно заключить, что гидродилатационная реддрессация является эффективным методом лечения тугоподвижности при АК плечевого сустава. Простота выполнения, малоинвазивность и возможность механического воздействия на капсулу сустава без риска травмы и необходимости в анестезии, свойственной для обычной механической реддрессации, а также высокая эффективность методики позволяют рекомендовать её как первичный метод в лечении пациентов с тугоподвижностью при АК плечевого сустава в условиях стационаров кратковременного пребывания больных.

**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. Актуальные вопросы диагностики и лечения плечелопаточного периартрита / Скворцов В.В., Тумаренко А.В., Одинцов В.В., Скворцова Е.М., Фомина Н.Г. // Поликлиника. 2011. №2.С. 56-58.
2. Шамсутдинова Н.Г., Кириллова Э. Р. Адгезивный капсулит плеча // Практическая медицина. 2013. № 69. С. 138-140.
3. Серебрянников Н. В., Машталов В. Д., Бехтерев А.В. Опыт консервативного лечения плечелопаточного болевого синдрома // А. В. Главный врач 2019. № 65 . С. 45-48.
4. Пересада А.С. Клиническая диагностика и обоснование лечебной тактики при субакромиальном синдроме и адгезивном капсулите плечевого сустава// Медицинские новости. 2014. № 12. С. 72-77.
5. Плечелопаточный болевой синдром/ Миронов С.П., Ломтатидзе Е.Ш., Цыкунов М.Б., Соломин М.Ю., Поцелуйко С.В., Лазко Ф.Л., Ломтатидзе В.Е. Волгоград. 2006. 287 с.
6. Широков В.А. Боль в плече: проблемы диагностики и лечения // Эффективная фармакотерапия.2016. №35 С. 38-46.
7. Burkhart S.S., Lo I. K.Y., Brady P.C.,Denard P.J. The Cowboy's Companion: A Trail Guide for the Arthroscopic Shoulder Surgeon. Lippincott Williams & Wilkins. USA. 2012. 544p.
8. Johnson D.H., Amandla A., Barber A.F. Operative Arthroscopy. Lippincott Williams & Wilkins. USA. 2013. 560p.
9. Еремин А.Н. Содержание физической реабилитации женщин с адгезивным капсулитом в различные периоды заболевания//материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. «Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития». Москва. 2016. С. 117-118.
10. Троицкий Н.П., Федорова Т.Н. Программа реабилитации при адгезивном капсулите плечевого сустава// Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы адаптивной физической культуры и спорта». Омск. 2015 С. 39-46.
11. Опыт артроскопического лечения адгезивного капсулита плечевого сустава / Ломтатидзе Е.Ш., Лазко Ф.Л., Кубашев А.А., Савицкий П.П., Призов А.П.// Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2013. №1 С.34-37.
12. Tasto, J.P., Elias, D. W. Adhesive Capsulitis. Sports Med Arthrosc Rev. 2007. no. 4. pp. 216-221.[DOI: 10.1097/JSA.0b013e3181595c22]

13. Alsubheen S. A., Nazari G., Bobos P., MacDermid J.C., Overend T.J., Faber K. Effectiveness of Nonsurgical Interventions for Managing Adhesive Capsulitis in Patients With Diabetes: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2019. no. 2. pp. 350-365. [DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.08.181>]

14. Forsythe B., Lavoie-Gagne O., Patel B. H., Lu Y., Ritz E., Chahla J., Okoroha K.R., Allen A.A., Nwachukwu B.U. Efficacy of Arthroscopic Surgery in the Management of Adhesive Capsulitis: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Available at: [https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063\(20\)30804-5/fulltext](https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063(20)30804-5/fulltext) (accessed 19.11.2020) [DOI:<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.09.041>]

15. Sonune S. P., Gaur A.K., Gupta S. Comparative study of ultrasound guided supra-scapular nerve block versus intra-articular steroid injection in frozen shoulder. *Int J Res Orthop.* 2016 no. 4. pp.387-393. [DOI: <http://dx.doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20164174>]

16. Gupta A., Cand P., Rai D. Functional outcome of adhesive capsulitis treated by manipulation. *International Journal of Orthopaedics Sciences.* 2020. no.3. pp.10-14 [DOI: <https://doi.org/10.22271/ortho.2020.v6.i3a.2168>]

17. Iqbal M.J., Anwar W., Rahman N., Kashif S., Khan A. Suprascapular Nerve Block in the Treatment of Frozen Shoulder. *Journal of Surgery Pakistan* 2012 no. 1. pp. 27-31.

## References

1. Skvorcov V.V., Tumarenko A.V., Odincov V.V., Skvorcova E.M., Fomina N.G. Aktual'nye voprosy diagnostiki i lechenija plechelopatochnogo periartrita. [Current issues in diagnosis and treatment of shoulder periarthritis]. *Poliklinika.* 2011. no. pp. 56-58. (In Russian)

2. Shamsutdinova N.G., Kirillova Je. R. Adgezivnyj kapsulit plecha. [Adhesive capsulitis of the shoulder]. *Prakticheskaja medicina.* 2013. no. 69. pp. 138-140. (In Russian)

3. Serebrjannikov N. V., Mashtalov V. D., Behterev A.V. Opyt konservativnogo lechenija plechelopatochnogo bolevoogo sindroma. [Experience of conservative treatment of shoulder pain syndrome]. *Glavnyj vrach* 2019. no. 65. pp. 45-48. (In Russian)

4. Peresada A.S. Klinicheskaja diagnostika i obosnovanie lechebnoj takiki pri subakromial'nom sindrome i adgezivnom kapsulite plechevogo sustava [Clinical diagnosis and justification of therapeutic tactics in subacromial syndrome and adhesive capsulitis of the shoulder joint]. *Medicinskie novosti.* 2014. no. 12. pp. 72-77. (In Russian)

5. Mironov S.P., Lomtatidze E.Sh., Cykunov M.B., Solomin M.Ju., Pocolujko S.V., Lazko F.L., Lomtatidze V.E. Plechelopatochnyj bolevoj sindrom. [Shoulder pain syndrome]. *Volgograd. VolgMU. Publ.* 2006. 287 p. (In Russian)

6. Shirokov V.A. Bol' v pleche: problemy diagnostiki i lechenija. [Pain in the shoulder: problems of diagnosis and treatment]. *Jefferktivnaja farmakoterapija.* 2016. no. 35 pp. 38-46. (In Russian)

7. Burkhart S.S., Lo I. K.Y., Brady P.C., Denard P.J. *The Cowboy's Companion: A Trail Guide for the Arthroscopic Shoulder Surgeon.* Lippincott Williams & Wilkins. USA. 2012. 544p.

8. Johnson D.H., Amandla A., Barber A.F. *Operative Arthroscopy.* Lippincott Williams & Wilkins. USA. 2013. 560p.

9. Eremin A.N. [Content of physical rehabilitation of women with adhesive capsulitis in different periods of the disease]. *Materialy 5 Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. «Lechebnaja fizicheskaja kul'tura: dostizhenija i perspektivy razvitiya».* [Materials of the 5 All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. "Therapeutic physical culture: achievements and prospects of development"]. Moscow. 2016. pp. 117-118. (In Russian)

10. Troickij N.P., Fedorova T.N. [Rehabilitation program for adhesive capsulitis of the shoulder joint]. *Materialy nauchno-prakticheskoy*

konferencii «Aktual'nye problemy adaptivnoj fizicheskoj kul'tury i sporta».[ Materials of the scientific and practical conference "Actual problems of adaptive physical culture and sports"]. Omsk. 2015 pp. 39-46. (In Russian)

11. Lomtatidze E.Sh., Lazko F.L., Kubashev A.A., Savickij P.P., Prizov A.P. Opyt artroskopicheskogo lechenija adgezivnogo kapsulita plechevogo sustava [Experience of arthroscopic treatment of adhesive capsulitis of the shoulder joint]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2013. No.1 pp.34-37.

12. Tasto, J.P., Elias, D. W. Adhesive Capsulitis. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2007. no. 4. pp. 216-221. [DOI: [10.1097/JSA.0b013e3181595c22](https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3181595c22)]

13. Alsubheen S. A., Nazari G., Bobos P., MacDermid J.C., Overend T.J., Faber K. Effectiveness of Nonsurgical Interventions for Managing Adhesive Capsulitis in Patients With Diabetes: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2019. no. 2. pp. 350-365. [DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.08.181>]

14. Forsythe B., Lavoie-Gagne O., Patel B. H., Lu Y., Ritz E., Chahla J., Okoroha K.R., Allen A.A., Nwachukwu B.U. Efficacy of Arthroscopic Surgery in the Management of Adhesive Capsulitis: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Available at: [https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063\(20\)30804-5/fulltext](https://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749-8063(20)30804-5/fulltext) (accessed 19.11.2020) [DOI:<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.09.041>]

15. Sonune S. P., Gaur A.K., Gupta S. Comparative study of ultrasound guided supra-scapular nerve block versus intra-articular steroid injection in frozen shoulder. *Int J Res Orthop.* 2016 no. 4. pp.387-393. [DOI: <http://dx.doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20164174>]

16. Gupta A., Cand P., Rai D. Functional outcome of adhesive capsulitis treated by manipulation. *International Journal of Orthopaedics Sciences.* 2020. no.3. pp.10-14 [DOI: <https://doi.org/10.22271/ortho.2020.v6.i3a.2168>]

17. Iqbal M.J., Anwar W., Rahman N., Kashif S., Khan A. Suprascapular Nerve Block in the Treatment of Frozen Shoulder. *Journal of Surgery Pakistan* 2012 no. 1. pp. 27-31.

## Информация об авторах:

**Найманн Андрей Игоревич**, кандидат медицинских наук, врач травматолог ортопед, стационар кратковременного пребывания №1 ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, Ул. Ленская, Д. 28, г. Москва, 129327, Россия, e-mail: [naimann.a@mail.ru](mailto:naimann.a@mail.ru)

**Лычагин Алексей Владимирович**, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Ул. 1й Нагатинский проезд, Д. 11, г. Москва, 115533, Россия, e-mail: [dr.lychagin@mail.ru](mailto:dr.lychagin@mail.ru)

**Сури Владимир Владимирович**, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Ул. Вагута, Д. 1, г. Химки, 141400, Россия, e-mail: [rassvet\\_1612@mail.ru](mailto:rassvet_1612@mail.ru)

**Венгеров Вениамин Юрьевич**, Зав. отделением, стационар кратковременного пребывания №1 ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, Ул. Академика королёва, Д.10, г. Москва, 129515, Россия, e-mail: [vengerov\\_v@mail.ru](mailto:vengerov_v@mail.ru)

**Ян Яньбинь**, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), e-mail: [yanbin.yang@bk.ru](mailto:yanbin.yang@bk.ru)

**Иванников Сергей Викторович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф первого ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Ул. Миклухо-Маклая, Д. 20-248, г. Москва, 117437, Россия, e-mail: [s.ivannikov@icloud.com](mailto:s.ivannikov@icloud.com)

**Information about the authors:**

**Naimann Andrey Igorevich**, PhD in of Medical Sciences, Orthopaedic traumatologist of the Department Short-term hospital No. 1, S. P. Botkin State Clinical Hospital DZM, 28 Lenskaya Str., Moscow, 129327, Russia, e-mail: naimann.a@mail.ru

**Lychagin Alexey Vladimirovich**, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Catastrophes, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 1st Nagatinsky proezd, 11, Moscow, 115533, Russia, e-mail: dr.lychagin@mail.ru

**Surin Vladimir Vladimirovich**, Postgraduate at the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Catastrophes, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 1 Vatutina Str., Khimki, 141400, Russia, e-mail: rassvet\_1612@mail.ru

**Vengerov Veniamin Yuryevich**, Head of the Department Short-term hospital No. 1, S. P. Botkin State Clinical Hospital DZM, 10 Akademika Korableva Str., Moscow, 129515, Russia, e-mail: vengerov\_v@mail.ru

**Yang Yanbin**, Postgraduate at the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Catastrophes of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), e-mail: yanbin.yang@bk.ru

**Ivannikov Sergey Viktorovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Surgery of Catastrophes of the first Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 20-248 Miklukho –Maklaya Str., Moscow, 117437, Russia, e-mail: s.ivannikov@icloud.com

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.2.43-51

УДК617.3

© Логвинов Н.Л., Хорошков С.Н., Ярыгин Н.В., 2021

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧАСТИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПО 18 - ЛЕТНИМ ДАННЫМ АВСТРАЛИЙСКОГО РЕЕСТРА AOANJRR

ЛОГВИНОВ Н.Л.<sup>1,a</sup>, ХОРОШКОВ С.Н.<sup>2,b</sup>, ЯРЫГИН Н.В.<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> - ТК 383 Госстандарта РФ, Москва, РФ ТК 383 Госстандарта РФ, г. Москва, Россия. 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д.9.

<sup>2,3</sup> – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

г. Москва, Россия. 127473, г. Москва, ул. Десятская, д.20, стр. 1.

**РЕЗЮМЕ:** Целью настоящего обзора стал анализ результатов частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС) на основании новейших данных Австралийского реестра. Данные реестра впервые обобщают 18-летние результаты ЧЭКС и наиболее часто используемые системы одноименных протезов, в частности такие протезы как Оксфорд (Oxford), Джорни Юни (Journey Uni), Зук (Zuk) и другие модели, которые зарегистрированы, и разрешены к применению в Российской Федерации. Опережающий интерес к использованию частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС) по сравнению с тотальными системами (ТЭКС) связан с более высокими показателями качества жизни пациента при установке данных систем, что отмечается ведущими российскими и зарубежными авторами. Вторая причина заключается в большем сохранении костной и хрящевой тканей, связочного аппарата, проприоцептивных рецепторов при частичном эндопротезировании коленного сустава (ЧЭКС). Третья причина: уменьшение всех видов осложнений, таких как кровопотеря во время операции и после, снижение нозокомиальных инфекций, осложнений, связанных с наркозом и длительной послеоперационной реабилитацией, а также всех видов расходов экономики системы здравоохранения, что является немаловажной причиной роста популярности частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС).

Реестр изучался для ответа на вопросы: зависимость частоты ревизий от вида применяемой системы, оптимальный выбор цементной, бесцементной, гибридной фиксации, количество операций с использованием системы частичного эндопротезирования коленного сустава, средняя частота ревизий. Также рассматривались результаты использования систем роботизированной помощи в частичном эндопротезировании коленного сустава.

**ВЫВОДЫ:** На основании изученной информации Австралийского реестра дана наиболее современная классификация частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС). Также сделан вывод о том, что ЧЭКС с использованием новейших систем эндопротезирования позволяет достичь максимальной удовлетворенности пациентов и минимизировать расходы здравоохранения. Использование систем с пателлофemorальным протезом (ПФС) в настоящее время ограничено.

**Ключевые слова:** ЧАСТИЧНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА, АВСТРАЛИЙСКИЙ РЕГИСТР, ГОНАРТРОЗ, ОДНОМЫШЕЦКОВОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА, РОБОТИЗИРОВАННАЯ ПОМОЩЬ.

### Для цитирования:

Логвинов А.Н., Хорошков С.Н., Ярыгин Н.В., АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧАСТИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПО 18 - ЛЕТНИМ ДАННЫМ АВСТРАЛИЙСКОГО РЕЕСТРА AOANJRR. // Кафедра травматологии и ортопедии. 2021. №3(45). С.42-50

## ANALYSIS OF THE RESULT OF THE PARTIAL KNEE JOINT REPLACEMENT DURING 18-YEAR DATA AUSTRALIAN REGISTRY AOANJRR

LOGVINOV A.N.<sup>1,a</sup>, KHOROSHKOV S.N.<sup>2,b</sup>, YARYGIN N.V.<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> Member of TC 383 ISO Russian Federation, Leninskiy prospect., 9 Moscow, 119049, Russia.

<sup>2,3</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry nam. after A.I. Evdokimov, Ministry of Health, Russian Federation, Delegatskaya str., d.20, Moscow, 127473, Russia

**ABSTRACT:** The purpose of this review is to analyze the results of partial knee arthroplasty (PKR) based on the latest data from the Australian registry. The registry data firstly summarizes the 18. year results and the most commonly used unicompartmental prosthesis systems, in particular such prostheses as Oxford, Journey Uni, Zuk and other models that have been registered in the Russian Federation. The outstripping interest in the use of partial knee arthroplasty (PKR) in comparison with total systems (TKR) is associated with higher indicators of the patient's quality of life during the installation of these systems, which is noted by leading Russian and foreign authors. The second reason is the greater preservation of bone and cartilage tissues, ligamentous apparatus, proprioceptive receptors in partial endo-prosthetics of the knee joint (PECS). The third reason: a decrease in all types of complications, such as blood loss during and after

<sup>a</sup> E-mail: [nickolay.logvinov@gmail.com](mailto:nickolay.logvinov@gmail.com)

<sup>b</sup> E-mail: [Khoroshkov@yandex.ru](mailto:Khoroshkov@yandex.ru)

<sup>c</sup> E-mail: [yarmk@mail.ru](mailto:yarmk@mail.ru)

surgery, a decrease in nosocomial infections, complications associated with anesthesia and long-term postoperative rehabilitation, as well as all types of costs of the health care economy, which is an important reason the growing popularity of partial knee arthroplasty (PKR). The registry was studied to answer the following questions: the dependence of the revision frequency, the dependence of the revision frequency on the type of system used, the optimal choice of cement, cementless, hybrid fixation, the number of operations using the partial knee arthroplasty system, the average revision rate. The results of the use of robotic assistance systems in partial endo-prosthetics of the knee joint were also considered.

**CONCLUSION:** Based on the studied information from the Australian registry, the most modern classification of partial knee arthroplasty has been given. It was also concluded that unicompartmental systems is a method of choice, which allows you to achieve maximum patient satisfaction and minimize health care costs. The use of systems with a patellofemoral prosthesis is currently limited.

**Keywords:** PARTIAL KNEE REPLACEMENT, AUSTRALIAN ORTHOPEDIC ASSOCIATION REGISTRY, IMAGE DERIVED INSTRUMENTATION, KNEE OSTEOARTHRITIS, UNICOMPARTMENTAL KNEE ARTHROPLASTY, ROBOTIC ASSISTANCE.

#### For quoting:

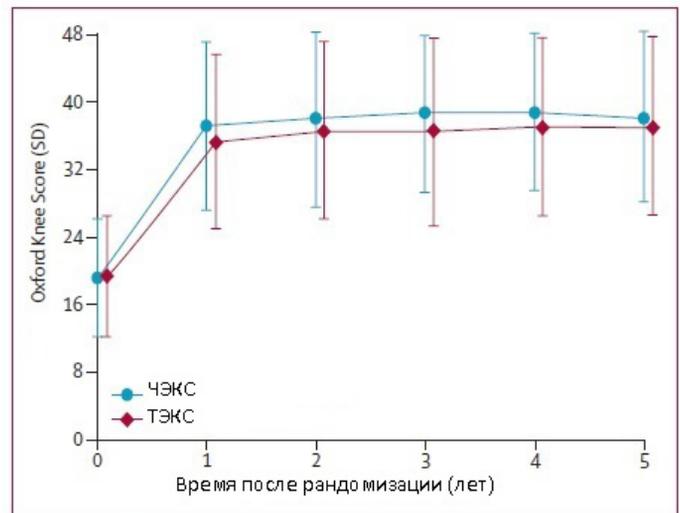
Logvinov A.N., Khoroshkov S.N., Yarygin N.V., ANALYSIS OF THE RESULT OF THE PARTIAL KNEE JOINT REPLACEMENT DURING 18-YEAR DATA AUSTRALIAN REGISTRY AOANJRR *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021. №3(45). pp.42-50

Целью настоящего исследования стал анализ результатов частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС) на основании новейших данных, включая Австралийский реестр [1,12,17]. Данные реестра впервые обобщают 18-летние результаты ЧЭКС и наиболее часто используемые системы одно-мышцелковых протезов, в частности такие протезы как Оксфорд (Oxford), Джорни Юни (Journey Uni), Зук (Zuk) и другие модели, которые зарегистрированы, и разрешены к применению в Российской Федерации. Опережающий рост использования частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС) по сравнению с тотальными системами (ТЭКС) связан с более высокими показателями качества жизни пациента после установки данных систем, что отмечается ведущими российскими и зарубежными авторами [2,3,11,13].

По данным S. H. Palmer и соавторы, результат ЧЭКС обеспечивает более высокие показатели качества жизни по оксфордской шкале оценки функции коленных суставов Oxford knee score над ТЭКС-см. рисунок 1 [8]. Способность вставить на колени отмечается у большинства пациентов, перенесших ТЭКС, составляя от 64% до 82% [6]. При этом, у пациентов перенесших ЧЭКС, эта способность фактически не страдает и отмечается у 98% всех пациентов через 12 месяцев после перенесенной операции [7]. Вторая причина заключается в большем сохранении костной массы и хрящевой ткани, связочного аппарата, проприоцептивных рецепторов при частичном эндопротезировании коленного сустава (ЧЭКС). Третья причина: уменьшение всех видов осложнений, таких как кровопотеря во время операции и после, снижение нозокомальных инфекций, осложнений связанных с наркозом и длительной послеоперационной реабилитацией, а также всех видов расходов экономики системы здравоохранения, что показано в контролируемом многоцентровом рандомизированном исследовании TOPCAT- 2019, а также ведущими отечественными исследованиями [8,13,14,15,16,17].

Австралийский реестр был образован Австралийской ортопедической ассоциацией в 1999 году, таким образом в этом году ему исполнилось 22 года. Австралийский реестр является одним из наиболее значимых и международно-признанных реестров, который на регулярной основе предоставляет информацию в Министерство Здравоохранения, Международную ассоциацию реестров артропластики (ISAR), Международный консорциум реестров и Управление по контролю за продовольствием

и лекарственными средствами (FDA, США). Австралийский реестр анализирует объективные данные 782 600 первичных и ревизионных операций эндопротезирования коленного сустава, выполненных в исследуемом регионе за период с 1 сентября 1999 года по 31 декабря 2018 года.



**Рисунок 1.** TOPCAT. Оксфордская коленная шкала после эндопротезирования коленного сустава

Реестр изучался для ответа на основные вопросы практического применения систем, а именно: зависимость частоты ревизий от вида применяемой системы, пола и возраста, медиального и латерального положения, оптимальный выбор цементной, бесцементной, гибридной фиксации феморальных и тибиальных компонентов, количество операций с использованием ЧЭКС, средняя частота ревизий, ранний кумулятивный процент ревизий.

#### Процедуры сбора и валидация данных. Статистические методы обработки

Больницы исследуемого региона предоставляют данные в бумажном виде при помощи особых форм, которые заполняются во время операции и передаются каждый месяц. Примеры форм, отправляемых данных доступны для ознакомления на веб-сайте Реестра. Печатные формы отправляются в Реестр, где уполномоченная группа экспертов вводит данные непосредственно в базу

данных. Локальные менеджеры базы используются во время ввода данных, чтобы уменьшить возможные ошибки ввода данных.

Стандартное отклонение используется в Реестре как определение разброса полученных значений наблюдаемых величин вблизи их среднего арифметического значения, которое вычисляется как корень квадратный из отклонений значений выборки [7, 8].

Время до первой ревизии используется для оценки результатов с использованием множительного анализа выживаемости Каплана-Мейера. Совокупный пересмотр процентов в определенное время, например, в пять лет, является дополнением по вероятности к функции выживания Каплана-Мейера, умноженной на 100.

Наиболее информативной оценкой степени пересмотра с течением времени является кумулятивный процент ревизий. Доверительные интервалы для кумулятивного процента ревизий являются нескорректированными точечными оценками Гринвуда и не должны использоваться для определения значительных различий в пересмотре между группами. Отмеченные коэффициенты риска должны использоваться при оценке статистической значимости.

Регрессия Кокса или модель пропорциональных рисков, - прогнозирование риска наступления события для рассматриваемого объекта и оценка влияния заранее определенных независимых переменных (предикторов) на этот риск или модель пропорциональных рисков: статистическая модель, которая связывает опасность для человека в любой момент времени  $t$  (неопределенная) базовая опасность и набор предикторных переменных, таких как тип лечения, возраст, пол и т. д. Модель Кокса дает коэффициенты опасности, которые позволяют сравнивать группы по ставке интересующего события. Основное предположение модели Кокса состоит в том, что отношение рисков между группами, которые мы хотим сравнить, не меняются со временем. Это называется «предположением о пропорциональном риске». Если коэффициент риска не пропорционален за все время наблюдения, затем используется изменяющаяся во времени модель, которая оценивает отдельный риск - соотношение в пределах каждого предварительно определенного периода времени. В каждом периоде времени риски пропорциональны. Реестр использует определенный набор алгоритмов, который итеративно выбирает моменты времени до принятия пропорционального риска для каждого временного интервала.

### Определение ЧЭКС

Частичное эндопротезирование коленного сустава (ЧЭКС) можно определить, как замена частей или отделов коленного сустава с использованием отдельных бедренных и отдельных большеберцовых компонентов, включая замену пателлофemorального сочленения и замену надколенника.

По Австралийскому реестру принято выделять всего пять классов частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС) – см. рисунок 2. Они определяются типами используемых протезов, а именно: первый класс называется частичный ресурфейсинг (ЧР), второй класс – юниспейсеры (ЮС), третий класс - двухкомпар-

тментовый (ДК); четвертый, надколенник/трохлеа (ПФС), пятый класс - однокомпарментовое протезирование (ОК).

Класс 1, частичный ресурфейсинг (ЧР), включает использование одного или нескольких эндопротезов типа «пуговица» (button) для замена части суставной поверхности на одной или нескольких сторонах сустава, в одном или нескольких отделах коленного сустава.

Класс 2, юниспейсер (ЮС) включает использование протеза типа «спейсер» (spacer) медиального или латерального отдела суставной поверхности бедренно-большеберцового сустава.



**Рисунок 2.** Классы частичного эндопротезирования коленного сустава (ЧЭКС)

Класс 3, двухкомпарментный (ДК) включает замену медиальной бедренной и трохлеарной (блоковой) суставной поверхности колена одиночным бедренным эндопротезом, а также медиальной большеберцовой суставной поверхности однокомпонентным большеберцовым эндопротезом. БК может сочетаться или не сочетаться с заменой поверхности надколенника (Patella resurfacing).

Класс 4, пателлофemorальный (ПФС) или пателлотрохлеарный, предполагает использование трохлеарного эндопротеза для замены суставной поверхности блока бедренной кости и, в большинстве случаев, протеза надколенника (Patella resurfacing).

Класс 5, однокомпарментное (ОК) или одномышцелковое эндопротезирование (ОМ), включает замену отдельного бедренного и большеберцового медиального или латерального отдела с использованием отдельных бедренных и большеберцовых протезов.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЭКС

Однокомпарментное или одномышцелковое эндопротезирование (ОМ) или пятый класс ЧЭКС, является наиболее

распространенным и востребованным на практике классом первичной частичной замены коленного сустава, составляя 92,8% от всех процедур ЧЭКС. Второй по распространенности класс – это замена пателлофemorального сочленения (ПФ), четвертый класс, составляет 6,4%. В оставшихся трех классах (частичный ресурфейсинг, юниспейсер и бикомпартментная замена коленного сустава), согласно новейшим данным Австралийского регистра за период 2005-2020, выполняется только небольшое количество процедур, около одного процента (0,8%) -см. Таблица 1 [1].

Таблица 1

## Частота использования ЧЭКС в зависимости от класса

| ТАБЛИЦА КР 1 ЧЭКС В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССА |            |         |
|---|------------|---------|
| КЛАСС ЧЭКС                                | КОЛИЧЕСТВО | ПРОЦЕНТ |
| ЧАСТИЧНЫЙ РЕСУРФЕЙСИНГ                    | 244        | 0.4     |
| ЮНИСПЕЙСЕР                                | 40         | 0.1     |
| ДВУХКОМПАРТМЕНТНЫЙ                        | 165        | 0.3     |
| ПАТЕЛЛА/ТРОХЛЕЯ                           | 3928       | 6.4     |
| ОДНОКОМПАРТМЕНТНЫЙ                        | 56628      | 92.8    |
| ВСЕГО                                     | 61005      | 100.0   |

## Частичный ресурфейсинг, первый класс

В реестре зарегистрировано всего 244 операции частичного ресурфейсинга (ЧР) или протезов типа «пуговица» (button), см. рис. 2. Это на 4 дополнительные процедуры больше по сравнению с количеством, указанным в прошлом отчете. Во всех зарегистрированных процедурах частичного ресурфейсинга поверхности сустава использовались протезы Hemicap (Arthrosurface). Наиболее часто использовался один эндопротез типа «пуговица». Он был использован суммарно в 753 операциях, причем в большинстве случаев его имплантировали на суставную поверхность бедра.



Рисунок 3. Частичный эндопротез коленного сустава, первый класс.

Кумулятивный процент ревизий при частичном ресурфейсинге (ЧР) составил 45,6% за 10 лет наблюдения (см. таблица 3).

Большинство операций первичного частичного ресурфейсинга ревизовались либо тотальной операцией коленного сустава (ТЭКС 62,23%), либо одномышцелковым эндопротезированием коленного сустава (ОЭ 21,13%).

## Пателлофemorальный (ПФ), четвертый класс

В Австралийском реестре зарегистрировано суммарно 3928 операций по эндопротезированию пателлофemorального сочленения (ПФС) - см. рисунок 3. Это на 335 процедур больше по сравнению с предыдущим отчетом. Основным диагнозом

для эндопротезирования ПФС являлся в 98,93 % случаев остеоартроз.



Рисунок 4. Эндопротез пателлофemorального сочленения.

Средний возраст пациентов составлял 58,6 года, причем эту процедуру чаще проводили у женщин (76,83%). В реестре зарегистрировано 762 ревизии первичного эндопротезирования пателлофemorального сочленения у пациентов с диагнозом остеоартроз. Кумулятивный процент ревизий для эндопротезирования пателлофemorального сочленения составил 46,1% за период 15 лет (см. таблица 3).

Наиболее частой причиной ревизии являлось прогрессирование основного заболевания [50,53%], при этом наиболее часто в качестве ревизии выполнялась тотальная замена коленного сустава [84,83%].

И возраст, и пол являлись факторами риска для ревизии у пациентов в возрасте <65 лет и, в первую очередь, у мужчин, у которых частота ревизий выше.

## Одномышцелковые эндопротезы (ОМ), пятый класс

В этом году Реестр сообщает суммарно 56628 первичных одномышцелковых (ОМ) операциях эндопротезирования на колене.

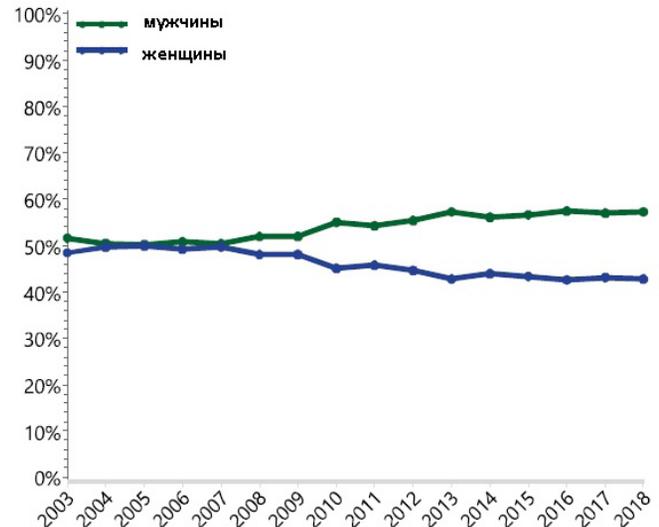


Рисунок 5. Первичная одномышцелковая замена коленного сустава в зависимости от пола

Это приблизительно на 7% процедур больше по сравнению с предыдущим отчетом. Использование одномышцелкового эндопротезирования коленного сустава несколько увеличилось с 5,73% в 2017 г. до 5,83% всех операций на коленном суставе в 2019 году и составило 3814 операций ОМ протезирования за год.

Остеоартроз являлся основным диагнозом, на который приходилось 99,03% случаев операций протезирования. Эта процедура чаще выполняется у мужчин (53,53%).

Первичное ОМ эндопротезирование коленного сустава увеличилось с 50,33 % в 2007 году до 57,23% в 2018 году (рисунок КРЗ). ОМ замена коленного сустава чаще всего выполняется у пациентов в возрасте 55–74 лет (66,63%). Возрастное распределение оставалось относительно стабильным с 2003 года. Средний возраст пациентов составляет 65,3 года. На рисунке 6 представлены ОМ эндопротезы коленного сустава



Рисунок 6. ОМэндопротезы коленного сустава

В 2018 году на 10 наиболее часто используемых протезов большеберцовой кости приходилось 98,03 % всех одномыщелковых операций. Протезы Restoris МСК, ZUK, Journey Uni и Oxford (бесцементные и с цементом) являлись наиболее часто используемыми одномыщелковыми протезами согласно Австралийскому реестру, так называемые «топ пять» (Таблица 2).

В Австралийском реестре зарегистрировано 7193 ревизии первичных одномыщелковых операций коленного сустава с первичным диагнозом остеартроз. Кумулятивный процент ревизий при первичной замене коленного сустава, предпринятой по поводу остеартроза, составляет 7,9% через 5 лет и 27,3% через 18 лет (Таблица 3).

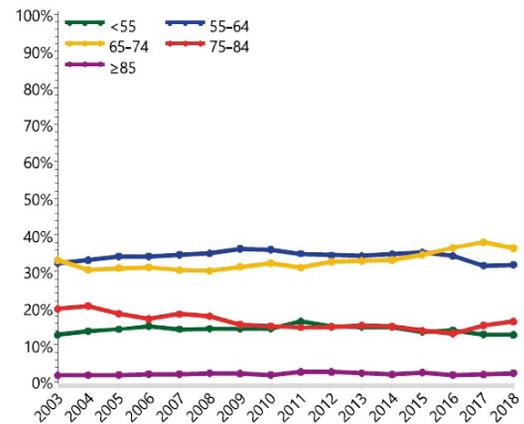


Рисунок 7. Первичное ОМ коленного сустава в зависимости от возраста

Основной вид ревизии - тотальная замена коленного сустава (ТЭКС 87,53%). Основными причинами ревизии являются расшатывание (38,43%), прогрессирование заболевания (33,53%) и боль (8,13%) (таблица 4), что согласуется с отечественными данными [10,11,12,13,14,15, 16].

Таблица 2

#### Наиболее часто используемые ОМ эндопротезы

| 2003<br>№модель   | 2014<br>№модель | 2015<br>№модель | 2016<br>№модель  | 2018<br>№модель |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1366 OxfordCTD    | 748 ZUK         | 784 OxfordCL    | 1025 Restoris    | 1041 Restoris   |
| 444 REPICCI       | 704 OxfordCL    | 742 ZUK         | 913 ZUK          | 973 ZUK         |
| 373 PreservationF | 394 OxfordCTD   | 610 Restoris    | 910 OxfordCL     | 796 OxfordCL    |
| 353 MG            | 145 Restoris    | 383 OxfordCTD   | 262 OxfordCTD    | 196 JOURNEY UNI |
| 336 Allegretto    | 129 SIGMA       | 156 SIGMA       | 175 JOURNEY UNI  | 195 OxfordCTD   |
| 321 GPU           | 113 UNIX        | 137 JOURNEY UNI | 136 SIGMA        | 146 SIGMA       |
| 275GENESIS        | 54 TRIATHLON    | 62 UNIX         | 62 TRIATHLON     | 139 BALANSYS    |
| 260 UNIX          | 48 REPICCI      | 40 ENDOMODEL    | 43 ENDOMODEL     | 44 TRIATHLON    |
| 121PreservationM  | 46 GRU          | 40 TRIATHLON    | 27 JOURNEYUNI AP | 35 GENUS        |
| 101 ENDOMODEL     | 40 JOURNEY UNI  | 17 GMK          | 25 REPICCI       | 29 GMK          |

Таблица 3

Кумулятивный процент ревизий для всех типов одномыщелковых эндопротезов при первичной замене коленного сустава по данным AOANJR

| ТИП КОЛЕНА | ЧИСЛО РЕВИЗИЙ | ВСЕГО ЧЭКС | 1ГОД | 3ГОДА | 5ЛЕТ | 10ЛЕТ | 15ЛЕТ | 18ЛЕТ |
|------------|---------------|------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| ЧР         | 85            | 219        | 6.5  | 18.1  | 27.4 | 45.6  | нд    | нд    |
| ПФС        | 762           | 3886       | 2.3  | 8.2   | 13.8 | 27.7  | 46.1  | нд    |
| ОМ         | 7193          | 56068      | 2.2  | 5.5   | 7.9  | 14.4  | 22.3  | 27.3  |
| ВСЕГО      | 8040          | 60173      |      |       |      |       |       |       |

Таблица 4

## Основные причины ревизий при ОМ эндопротезировании коленного сустава

| ПРИЧИНЫ РЕВИЗИЙ  | КОЛИЧЕСТВО | ПРОЦЕНТ |
|------------------|------------|---------|
| РАСПАТЫВАНИЕ     | 2765       | 38.4    |
| ПРОГРЕССИРОВАНИЕ | 2413       | 33.5    |
| БОЛЬ             | 583        | 8.1     |
| ИНФЕКЦИЯ         | 271        | 3.8     |
| ЛИЗИС            | 197        | 2.7     |
| ПЕРЕЛОМ          | 157        | 2.2     |
| ДИСЛОКАЦИЯ       | 147        | 2.0     |
| ИЗНОСТИВ ВКЛ     | 119        | 1.7     |
| НЕСТАБИЛЬНОСТЬ   | 84         | 1.2     |
| МАЛЬЭЛАЙНМЕНТ    | 76         | 1.1     |
| ИЗНОС ТИБ        | 51         | 0.7     |
| БОЛЬ ПФС         | 47         | 0.7     |
| ПЕРЕЛОМ ИМПЛАНТА | 46         | 0.6     |
| ДРУГОЕ           | 237        | 3.3     |
| ВСЕГО            | 7193       | 100     |

Таблица 5

## Основные факторы, влияющие на исход первичного одномышечкового эндопротезирования коленного сустава

| ВОЗРАСТ | ЧИСЛО РЕВИЗИЙ | ВСЕГО ЧЭКС | 1ГОД | 3ГОДА | 5ЛЕТ | 10ЛЕТ | 15ЛЕТ | 18ЛЕТ |
|---------|---------------|------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| <55     | 1690          | 7916       | 3.2  | 9.0   | 12.6 | 22.4  | 34.2  | 40.6  |
| 55-64   | 2813          | 18853      | 2.3  | 5.7   | 8.4  | 15.6  | 25.4  | 32.1  |
| 65-74   | 2004          | 18517      | 1.9  | 4.8   | 6.7  | 12.8  | 18.6  | 21.7  |
| >75     | 686           | 10782      | 1.8  | 3.9   | 5.3  | 8.3   | 9.7   |       |
| ВСЕГО   | 7193          | 56068      |      |       |      |       |       |       |

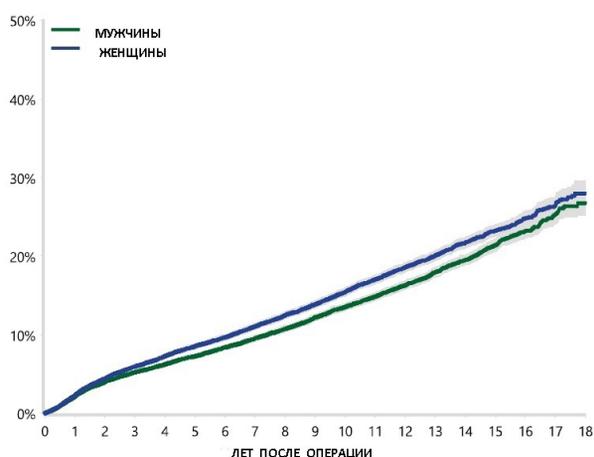


Рисунок 8. Кумулятивный процент ревизий после ОМ протезирования в зависимости от пола

## Характеристика пациентов

Основным фактором, влияющим на исход первичного одномышечкового эндопротезирования коленного сустава, является

возраст, при этом частота ревизий снижается с увеличением возраста (таблица КР10).

У женщин более высокий процент ревизий (Рисунок КР8). Влияние возраста на скорость ревизии очевидно, как у мужчин, так и у женщин. Таблица 5 показывает кумулятивный процент ревизий после первичной одномышечковой замены коленного сустава (первичный диагноз ОА) в зависимости от возрастной категории пациентов.

## РЕЗУЛЬТАТ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПРОТЕЗА

## Фиксация

Большинство одномышечковых замен коленного сустава используют цементную фиксацию (80,63%), меньшее количество - бесцементную фиксацию (17,83%) и немногие используют гибридную фиксацию (1,53%). Существует ограниченное количество протезов, которые можно использовать с бесцементной фиксацией. Если сравнивать бесцементную фиксацию с цементной фиксацией, частота ревизий выше в течение первых 6 месяцев, а затем, через 1,5 года, частота ревизий становится ниже [5]. Бесцементная и цементная фиксация (для первых 4,5 лет) имеют более низкие темпы ревизий по сравнению с гибридной фиксацией (Таблица 6).

### Роботизированная помощь

С 2015 года в Реестре было зарегистрировано 3068 операций по замене коленного сустава с роботизированной помощью, выполненных в условиях одного отделения.

При использовании роботизированной помощи отмечается меньше ревизий по причинам асептического расшатывания, прогрессирования основного заболевания, перипротезных переломов и боли, но больше ревизий, связанных с нозокомиаль-

ной инфекцией [4]. В 2018 г. - 31,83% процентов всех операций на коленном суставе использовали роботизированную помощь. Также одним из развивающихся подходов к первичным операциям является пациент-деривативный инструментарий, 3d моделирование и прототипирование [9].

Одномышечковые операции на колене с использованием роботизированной помощи реже подвергаются ревизии от 9 месяцев до 1,5 лет по сравнению с аналогичными процедурами без роботизированной помощи (таблица КР15).

Таблица 6

Результаты одномышечкового эндопротезирования коленного сустава при цементной, бесцементной и гибридной фиксации

| ФИКСАЦИЯ     | ЧИСЛО РЕВИЗИЙ | ВСЕГО ЧЭКС | 1ГОД | 3ГОДА | 5ЛЕТ | 10ЛЕТ | 15ЛЕТ | 18ЛЕТ |
|--------------|---------------|------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| ЦЕМЕНТНАЯ    | 6183          | 45194      | 2.0  | 5.5   | 8.0  | 14.7  | 22.7  | 27.8  |
| БЕСЦЕМЕНТНАЯ | 900           | 10005      | 2.9  | 5.3   | 6.9  | 12.2  | 18.8  |       |
| ГИБРИДНАЯ    | 110           | 869        | 3.5  | 8.1   | 11.8 | 17.4  |       |       |
| ВСЕГО        | 7193          | 56068      |      |       |      |       |       |       |

Таблица 7

Одномышечковые операции на колене с использованием роботизированной помощи

| Роботизированная помощь     | №РЕВИЗИЙ | № ВСЕГО | 1ГОД | 2ГОДА | 3ГОДА |
|-----------------------------|----------|---------|------|-------|-------|
| С роботизированной помощью  | 53       | 3068    | 1.5  | 2.5   | 2.8   |
| Без Роботизированной помощи | 317      | 9859    | 2.1  | 3.6   | 4.6   |
| ВСЕГО                       | 370      | 12927   |      |       |       |

### Подвижная платформа

Фиксированные платформы используются в 63.03% при замене коленного сустава с заменой одного компартмента, а в 36.93% используется подвижный вкладыш протеза.

Подвижную платформу имеют семь различных комбинаций протезов.

Протезы с фиксированной платформ ревизуют реже, чем протезы с подвижной платформой, в течение первых 9 месяцев, и после этого времени разницы в частоте ревизий не отмечается (таблица 8).

Таблица 8

Частота использования одномышечковых протезов коленного сустава с фиксированной и подвижной платформой

| МОБИЛЬНОСТЬ   | ЧИСЛО РЕВИЗИЙ | ВСЕГО ЧЭКС | 1ГОД | 3ГОДА | 5ЛЕТ | 10ЛЕТ | 15ЛЕТ | 18ЛЕТ |
|---------------|---------------|------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| ФИКСИРОВАННАЯ | 4338          | 35341      | 1.9  | 5.2   | 7.5  | 14.1  | 21.7  | 26.1  |
| ПОДВИЖНАЯ     | 2850          | 20693      | 2.6  | 6.0   | 8.4  | 14.9  | 23.1  | 28.9  |
| ВСЕГО         | 7188          | 56034      |      |       |      |       |       |       |

### Медиальное или латеральное положение

В Реестре зарегистрировано 2242 боковых одномышечковых операций на коленях, проводимых при остеоартрозе.

Нет никакой разницы в частоте ревизии при сравнении латерального одномышечковым протезированием коленного сустава с медиальным одномышечковым протезированием коленного сустава (Таблица 9 и Рисунок 9).

Наиболее частой причиной ревизии латеральных одномышечковых коленных суставов является прогрессирование основного заболевания.

Как видно из рисунка КР 14 и таблицы 9 кумулятивный процент ревизий одномышечковых медиальных и латераль-

ных протезов не отличается в промежутке от нуля до пяти лет. С пяти до семнадцати лет чаще ревизуются латеральные одномышечковые протезы.

Асептическое расшатывание является наиболее частой причиной ревизии для медиальных ОМ протезов (Рисунок 10).

Таким образом, на основании изучения представленных данных Австралийского реестра AOANJRR, можно сделать следующие выводы:

1. Предложенные Австралийским реестром определение и классификация частичного протезирования является логичной, простой, удовлетворяет практические потребности, помогает практикующему врачу в выборе эндопротеза и прогнозировании результата.

2. Впервые полученный кумулятивный процент ревизий при частичном ресурфейсинге (ЧР) составляет 45,6% за 10 лет наблюдения.

3. Впервые полученный кумулятивный процент ревизий для эндопротезирования пателлофemorального сочленения составляет 46,1% за 15 лет наблюдения.

4. Впервые полученный средний уровень ревизий при первичном ЧЭКС составил в среднем 7,9% за 5 лет наблюдения и 27,3% за 18 лет наблюдений.

5. Для классов 2 и 3, юниспейсеры и двухкомпарментное протезирование, кумулятивный процент ревизий не рассчитывался в связи с небольшим количеством операций, 40 и 165 соответственно.

6. Использование компьютерной навигации уменьшает риск последующих ревизий при первичном ЧЭКС [1].

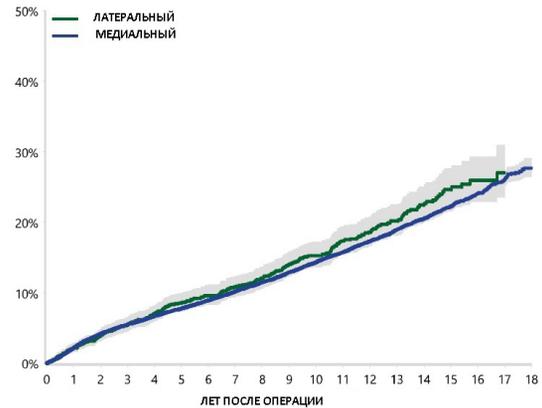
7. Применение как цементной, так и бесцементной фиксации уменьшает число осложнений и ревизий по сравнению с гибридной фиксацией.

8. Неподвижная платформа уменьшает число осложнений и ревизий по сравнению с подвижной платформой.

9. Протезы моделей Оксфорд (Oxford), Джорни Юни (Journey Uni), Зук (Zuk) являлись наиболее часто используемыми одно-мощелчковыми протезами.

10. Не отмечено разницы в частоте ревизий между латеральными и медиальными ОМ протезами.

11. Необходимо максимально расширить участие травматологов-ортопедов в работе единого отечественного реестра эндопротезирования (РЭС) на базе РНИИТО им. Р.Р.Вредена, и тем самым проводить более глубокий и детальный анализ соответствующих операций, новый качественный уровень наблюдения за пациентами и оценки результатов.

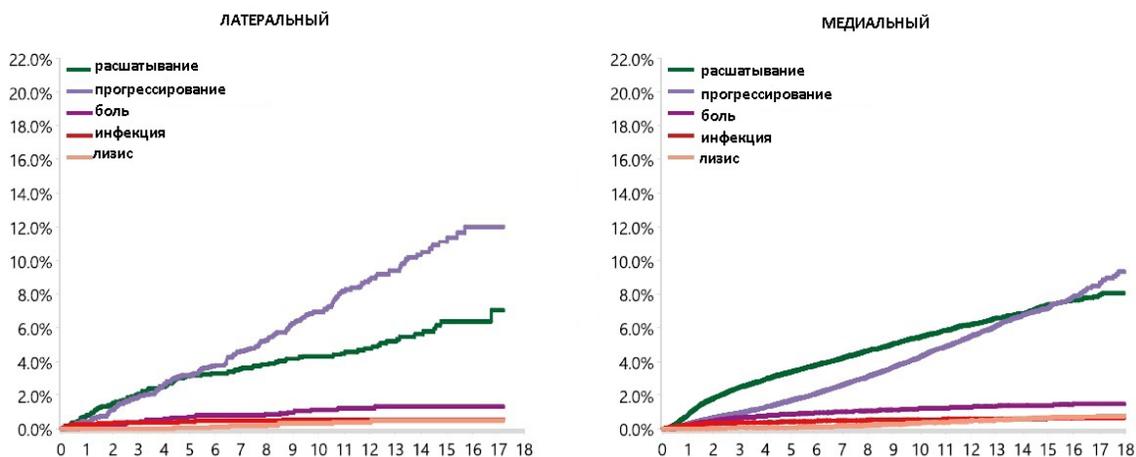


**Рисунок 9.** Кумулятивный процент ревизий при одномощелчковом латеральном и медиальном протезировании коленного сустава.

**Таблица 9.**

**Сравнительный анализ ревизий при одномощелчковом латеральном и медиальном протезировании коленного сустава.**

| ПОЛОЖЕНИЕ   | ЧИСЛО РЕВИЗИЙ | ВСЕГО ОМ | 1ГОД | 3ГОДА | 5ЛЕТ | 10ЛЕТ | 15ЛЕТ | 18ЛЕТ |
|-------------|---------------|----------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| ЛАТЕРАЛЬНОЕ | 325           | 2242     | 2.2  | 5.5   | 8.6  | 15.3  | 24.6  |       |
| МЕДИАЛЬНОЕ  | 6251          | 50411    | 2.2  | 5.5   | 7.8  | 14.3  | 22.2  | 27.7  |
| ВСЕГО       | 6576          | 52653    |      |       |      |       |       |       |



**Рисунок 10.** Кумулятивный процент ревизий при одномощелчковом латеральном и медиальном протезировании коленного сустава.

В заключение, на основании изучения предоставленной информации Австралийского реестра AOANJRR, можно оценить важность выбора модели протеза на основании доказательной медицины [10,11]. Процесс внедрения доказательной медицины носит как правило длительный характер и занимает определен-

ный временной промежуток [3-4]. Очевидно, что значение доказательной медицины будет неуклонно возрастать и включать следующие меры:

- комплексная разработка и внедрение новых медицинских технологий включая роботизированную помощь;

- повышения уровня подготовив врачей и медицинского персонала;
- внедрение международных стандартов и опыта

**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. Australian Orthopaedic Association, National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2020 Annual Report. Adelaide: ISSN 1445-3657.
2. Robertsson O, Lidgren L, Sundberg M, W-Dahl A. Swedish Knee Arthroplasty Register Annual Report, 2019. ISBN 978-91-88017-29-1.
3. National Joint Registry for England and Wales. 16th Annual Report. 2019. ISSN 2054-183X.
4. Does Image Derived Instrumentation Alter Revision Rates? An AOANJRR Analysis. McAuliffe MJ, Beer B, Hatch J, Whitehouse SL, Crawford RW. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2017 May; 5. DOI: 10.1177/2325967117S00159.
5. The effect of fixation type on the survivorship of contemporary total knee arthroplasty in patients younger than 65 years of age: a register-based study of 115,177 knees in the Nordic Arthroplasty Register Association (NARA) 2000–2016 M J Niemeläinen, K T Mäkelä, O Robertsson, A W-Dahl, O Furnes, A Fenstad, A B Pedersen, H M Schroder, A Reito, A Eskelinen. (2020), *Acta Orthopaedic*, 91:2, 184–190, DOI:10.1080/17453674.2019.1710373.
6. Ability to kneel after total knee replacement S. H. Palmer, C. T. Servant, J. Maguire, E. N. Parish, M. J. J Bone Joint Surg Br . 2002 Mar;84(2):220-2. doi: 10.1302/0301-620x.84b2.12568.
7. After Partial Knee Replacement, Patients Can Kneel, But They Need to Be Taught to Do So: A Single-Blind Randomized Controlled Trial C Jenkins, K L Barker, H Pandit, CDodd, D W Murray *Notes Physical Therapy*, Volume 88, Issue 9, 1 September 2008, Pages 1012–1021, <https://doi.org/10.2522/ptj.20070374>
8. The clinical and cost-effectiveness of total versus partial knee replacement in patients with medial compartment osteoarthritis (ТОРКАТ): 5-year outcomes of a randomised controlled trial S. H. Palmer, C. T. Servant, J. Maguire, E. N. Parish, M. J. Cross. *Lancet*. 2019 Aug 31; 394(10200): 746–756. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31281-4
9. Загородний Н.В., Чраган Г.А., Алексанян О.А., Каграманов С.В., Полевой Е.В. Применение 3D-моделирования и прототипирования при первичном и ревизионном эндопротезировании. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова* № 2,2018, С: 21–29 DOI: 10.32414/0869-8678-2018-2-21-29
10. Зиганшина Л.Е., Абакумова Т.Р., Александрова Э.Г., Габдрахманов А.И., Гамирова Р.Г., Кораблёва А.А., Рыбакова С.В., Титаренко А.Ф., Хазиахметова В.Н., Юдина Е.В. Доказательная медицина: достижения и барьеры (QIQUМ 2015). *Казанский Медицинский журнал* 97(4) 2016; С: 662–663. УДК 61: 001.92: 61: 061.2/.4: 615:378.4
11. Основы доказательной медицины: Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей / Под общей редакцией ак. РАМН, проф. Р. Г.Оганова. - М.: Силиция-Полиграф, 2010. - 136 с. - ISBN 978-5-9901-860-2-6. УДК: 978-5-99001860-2-6.
12. Тихилов Р.М., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Дроздова П.В. Принципы создания и функционирования регистров артропластики коленного сустава. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2014, 1 (45):220–226. УДК: 616.723.3-089.844.

13. Одномышечное латеральное эндопротезирование в структуре современной артро

14. пластики коленного сустава: «горе от ума» или оптимальное решение? Д.В. Чугаев,

15. Н.Н. Корнилов, А.С. Карпунин, П.Г. Коган, С.А. Ласунский. *Травматология и ортопедия России*. 2020, 26(3). С: 34–48. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-34-48

16. Корнилов Н.Н., Денисов А.А. Парадигма раннего гонартроза: обзор современных возможностей диагностики и лечения (часть 1). *Терапевтический архив*. 2017; 89(12):238–243. doi: 10.17116/terarkh20178912238-243.

17. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Федоров Р.Э. Современные представления об одномышечном эндопротезировании в структуре хирургических методов лечения больших гонартрозов. *Травматология и ортопедия России*. 2012; 1: 113–120. ISSN2311-2905

18. Даниляк В.В., Молодов М.А., Ключевский В.В., Вергай А.А., Жиженкова Т.В. Осложнения одномышечного эндопротезирования коленного сустава. *Кремлевская медицина*. 2015; (4):21–26. ISSN-L: 1683-8378 ISSN: 1818-460X

19. Эшназаров К., Хонг-Чул Л., Каримов М. Анализ отделённых результатов применения и сроков выживаемости одномышечковых эндопротезов коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2016; 1:60–65. doi 10.18019/1028-4427-2016-1-60-65.

### Информация об авторах:

**Логвинов Николай Леонидович** -к.м.н., врач травматолог-ортопед, ТК 383 Госстандарта РФ, г. Москва, Россия. 119049, г. Москва, Ленинский проспект 9. e-mail: nickolay.logvinov@gmail.com

**Хорошков Сергей Николаевич** -д.м.н., доцент, профессор кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф ФГБОУ ВО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова МЗ РФ, г. Москва, Россия. 127473, г. Москва, ул. Делегатская, д.20, стр.1. e-mail: khoroshkov@yandex.ru

**Ярыгин Николай Владимирович** - доктор медицинских наук, профессор, член-корр. РАН, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и медицины катастроф ФГБОУ ВО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова МЗ РФ, г. Москва, Россия. 127473, г. Москва, ул. Делегатская, д.20, стр.1. e-mail: dom1971@yandex.ru

### Information about the authors:

**Logvinov Nikolai Leonidovich** – PhD, traumatology and orthopedics, Member of TC 383 ISO Russian Federation, Leninskiy prospect., 9 Moscow, 119049, Russia. e-mail: nickolay.logvinov@gmail.com

**Khoroshkov Sergej Nikolaevich** – Docent, Doctor of Medicine, professor of department of traumatology, orthopedics and medicine of accidents Moscow State University of Medicine and Dentistry nam. after A.I.Evdokimov, Ministry of Health, Russian Federation, Delegatskaya str., d.20, Moscow, 127473, Russia e-mail: khoroshkov@yandex.ru

**Yarygin Nikolai Vladimirovich** - Corresponding Member Russian Academy of Sciences, Head of the Department of traumatology, orthopedics and medicine of accidents A.I.Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry nam. after A.I.Evdokimov, Ministry of Health, Russian Federation, Delegatskaya str., d. 20, Moscow, 127473, Russia e-mail: dom1971@yandex.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.52-61

УДК 617.3

© Расулов М.Ш., Куляба Т.А., Банцер С.А., Сараев А.В., Санникова Е.В., Корнилов Н.Н., 2021

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА КОЛЕННОМ СУСТАВЕ НА ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

*РАСУЛОВ М.Ш.<sup>1,a</sup>, КУЛЯБА Т.А.<sup>1,b</sup>, БАНЦЕР С.А.<sup>1,c</sup>, САРАЕВ А.В.<sup>1,d</sup>, САННИКОВА Е.В.<sup>1,e</sup>, КОРНИЛОВ Н.Н.<sup>1,2,f</sup>*<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Введение.** Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является высокоэффективным методом лечения заболеваний и последствий травм коленного сустава. По мнению ряда отечественных и зарубежных авторов перенесенные травмы и оперативные вмешательства на коленном суставе могут оказывать существенное влияние на технические особенности и функциональные результаты артропластики, частоту и характер послеоперационных осложнений, выживаемость эндопротезов.

**Цель исследования.** На основе анализа опубликованных в отечественной и зарубежной литературе данных изучить клинические и функциональные результаты и установить характерные особенности ТЭКС, выполняемого после артроскопических операций, реконструкции связочного аппарата, переломов костей, формирующих коленный сустав.

**Материал и методы.** В обзор вошли 55 работ отечественных и зарубежных авторов, опубликованных в электронных научных базах данных PubMed и eLIBRARY в период с 2008г. по 2020 г.

**Результаты.** Артроскопия у пациентов с гонартрозом ускоряет прогрессирование заболевания и оказывает минимальное влияние на последующее ТЭКС, тем не менее частота развития локальных послеоперационных осложнений и ревизионных вмешательств у данных пациентов может увеличиваться. Для артропластики после реконструктивно-пластических операций при повреждении связочного аппарата характерны существенные технические особенности (увеличение продолжительности и травматичности операции, частая потребность в связанных имплантатах), данные о частоте послеоперационных осложнений и функциональных результатах эндопротезирования противоречивы. Для ТЭКС при посттравматическом артрозе после переломов мыщелков бедренной и большеберцовой костей характерно наличие многоплоскостных деформаций мыщелков, протяженных костных дефектов, металлоконструкций или предыдущих тяжелых операций в области коленного сустава, а частота развития интра- и послеоперационных осложнений у данных больных существенно выше. Данные о влиянии ранее перенесенных переломов на функциональные результаты ТЭКС и долгосрочную выживаемость эндопротезов остается неоднозначным.

**Вывод.** Проведенный обзор данных литературы свидетельствует об отсутствии единого мнения о влиянии травм и оперативных вмешательств на коленном суставе на последующее ТЭКС в плане особенностей хирургического вмешательства, количества и характера послеоперационных осложнений, функциональных результатов операций и долгосрочной выживаемости эндопротезов.

**Ключевые слова:** артропластика коленного сустава; артроскопия коленного сустава; повреждение связок коленного сустава; остеосинтез коленного сустава; внутрисуставные переломы.

### Для цитирования:

Расулов М.Ш., Куляба Т.А., Банцер С.А., Сараев А.В., Санникова Е.В., Корнилов Н.Н., ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА КОЛЕННОМ СУСТАВЕ НА ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)// Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.51-60

## INFLUENCE OF PREVIOUS OPERATIVE TREATMENT ON THE FEATURES AND RESULTS OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY (REVIEW)

*RASULOV M. SH.<sup>1,a</sup>, KULYABA T. A.<sup>1,b</sup>, BANCER S. A.<sup>1,c</sup>, SARAEV A. V., SANNIKOVA E. V.*<sup>1</sup>V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia 34A, Kashirskoe Shosse, 115522<sup>2</sup>Sechenov University, Moscow, Russia, 8s2 Trubeckaya str, 119991<sup>a</sup> E-mail: magomed93r@yandex.ru<sup>b</sup> E-mail: taraskuliaba@mail.ru<sup>c</sup> E-mail: serg249\_spb@mail.ru<sup>d</sup> E-mail: saraeff@mail.ru<sup>e</sup> E-mail: sannikovaekaterina@rambler.ru<sup>f</sup> E-mail: drkornilov@hotmail.com

**Abstract**

**Background.** Total knee arthroplasty (TKA) is highly effective treatment method of diseases and consequences of injury of the knee. According to a number of domestic and foreign authors previous trauma and operative treatment on the knee can influence technical features and functional results of arthroplasty, frequency and nature of postoperative complications, endoprosthesis survival rate. **The purpose of study** was to perform analysis of domestic and foreign literature data on TKA features and results after arthroscopic surgeries, ligament reconstructions and bones forming the knee joint fractures. **Materials and methods.** Review includes 55 works of domestic and foreign authors published in electronic databases PubMed and eLIBRARY from 2008 to 2020 years. **Results.** Arthroscopy in patients with knee osteoarthritis minimally influence following TKA yet local postoperative complications and revision rate in such patients can raise. Arthroplasty after reconstructive surgeries in way of ligament injuries characterized by significant technical features (duration and operation trauma increasing, frequent need for implantation of associated endoprotheses), and its influence on postoperative complication rates and functional results are contradictory. Characteristic features of TKA in case of posttraumatic osteoarthritis after tibial and femoral condyles fractures are multiplanar deformities of the condyles, extended bone defects, metal structures or previous severe surgical interventions in the knee joint, the need for careful preoperative planning for choosing a model of the endoprosthesis. Intra- and postoperative complications rate in such patients are significantly higher. The opinion about the influence of previously transferred fractures on the functional results of TKA and the long-term survival of endoprotheses remains controversial. **Conclusion.** Performed review of published data showed absence of one point of view about trauma and previous operations on the knee on following arthroplasty in terms surgical treatment features, rates and characteristic of following complications, functional results of operations and long-term endoprosthesis survival rate.

**Keywords:** knee arthroplasty; knee arthroscopy; knee ligament injuries; knee osteosynthesis; intra-articular fractures.

**For quoting:**

Rasulov M.S., Kulyba T.A., Bancer S.A., Saraev A.V., Sannikova E.V., Kornilov N.N., INFLUENCE OF PREVIOUS OPERATIVE TREATMENT ON THE FEATURES AND RESULTS OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY (REVIEW) *Department of Traumatology and Orthopedics.* 2021. №3(45). pp.51-60

**Введение**

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является наиболее широко применяемым и высокоэффективным методом лечения заболеваний и последствий травм коленного сустава: так, в 2017 году в США было выполнено 911000, в Германии – 191000, в Великобритании – 125000 эндопротезирований коленного сустава [1]. В Российской Федерации количество выполняемых первичных артропластик коленного сустава ежегодно увеличивается: с 36843 в 2014 г. до 47945 в 2018 г., что отражает общемировые тенденции [3][4]. В связи с этим увеличивается количество ревизионных оперативных вмешательств – в настоящее время их доля составляет от 6 до 8% от общего числа операций эндопротезирования коленного сустава [5].

По данным национальных регистров артропластики Австралии и Финляндии, выживаемость современных моделей эндопротезов коленного сустава составляет примерно 93% через 15 лет, 90% через 20 лет и около 82% через 25 лет после операции и, по мнению ряда авторов, зависит от целого ряда факторов, среди которых наиболее значимыми являются надлежащая хирургическая техника имплантации, а также особенности двигательной активности пациента и состояния здоровья в целом [6][7].

Определенной доле пациентов, ТЭКС приходится выполнять в различные сроки после ранее перенесенного оперативного вмешательства на коленном суставе. Отечественные и зарубежные авторы высказывают различные, зачастую противоречивые мнения о влиянии перенесенных травм и оперативных вмешательств на коленном суставе на технические особенности и функциональные результаты артропластики, частоту и характер послеоперационных осложнений, выживаемость эндопротезов. Наиболее часто выполняемыми на коленном суставе вмешательствами являются артроскопические операции, реконструктивно-пластическое восстановление связочного аппарата, остеосинтез при переломах костей, формирующих коленный сустав. Несмотря на совершенствование технологий их выполнения, в отдаленной перспективе у ряда пациентов развиваются

дегенеративные изменения в оперированном суставе, прогрессирование которых приводит к необходимости выполнения ТЭКС. В настоящей работе мы провели анализ опубликованных в отечественной и зарубежной литературе данных об особенностях ТЭКС и его результатах у пациентов с указанными операциями в анамнезе.

**Материал и методы**

Нами был проведен поиск англо- и русскоязычных публикаций в электронных базах данных PubMed, e-LIBRARY, за период с 2008 по 2020г. по ключевым словам: #артропластика коленного сустава после артроскопии =arthroplasty of the knee joint after arthroscopy#, #артропластика коленного сустава после повреждения связок коленного сустава = arthroplasty of the knee joint after ligament injuries#, #артропластика коленного сустава после остеосинтеза костей, формирующих коленный сустав= arthroplasty of the knee joint after osteosynthesis intra-articular fractures#. Из 478 найденных по указанным словам публикаций с полным текстом были исключены публикации с небольшим количеством наблюдений (менее 10 пациентов), а также с нерелевантными дизайном и наблюдениями. В результате были отобраны и включены в данный обзор 55 статей.

**Результаты****Особенности ТЭКС после артроскопических вмешательств на коленном суставе**

По мнению Viste A. с соавторами [8] даже такая малотравматичная операция как артроскопия, особенно если она выполнялась на фоне уже существующего дегенеративного поражения сустава, зачастую, ведёт к быстрому прогрессированию артроза и единственным эффективным методом его лечения остаётся артропластика. Артроскопия коленного сустава чаще всего выполняется для уменьшения болевого синдрома и улучшения функции сустава. Однако в доступной литературе встречаются разноречивые мнения о влиянии артроскопии на последующую быстроту прогрессирования деструктивных изменений в суста-

ве и результаты тотального эндопротезирования коленного сустава у данной категории пациентов [9].

Rongen J. J. с соавторами [10] опубликовали результаты исследования, целью которого являлось определение целесообразности выполнения артроскопии пациентам с повреждением менисков на фоне уже имеющегося гонартроза. В первую группу было включено 335 пациентов с остеоартрозом, перенесших артроскопическую менискэктомию при наличии симптомов повреждения менисков, наблюдение за больными в течении 4 лет продемонстрировало, что у 63 из них (18,8%) потребовалось выполнение ТЭКС. Во вторую группу включили также 335 пациентов с сопоставимой степенью гонартроза и симптомами повреждения мениска, леченных консервативно. В данной группе при аналогичных сроках наблюдения за больными тотальная артропластика была выполнена в 38 (11,3%) наблюдениях. Результаты математического моделирования с расчётом коэффициента пропорциональной опасности по методике Кокса показали, что коэффициент опасности ТЭКС составил 3,03 (95% ДИ (1,67-5,26)) у пациентов, перенесших артроскопическую менискэктомию, по сравнению с пациентами, леченными консервативно. На основании этого авторы настоятельно рекомендуют травматологам-ортопедам не направлять пациентов с остеоартрозом для артроскопической хирургии.

К такому же заключению пришли Gu A. с соавторами [11], тщательно проанализировав анамнез заболевания и особенности прогрессирования гонартроза у 138019 пациентов подвергнутых ТЭКС: у 3357 (2,4%) пациентов до эндопротезирования выполнялась артроскопия коленного сустава, а у 134662 (97,6%) больных нет. Наиболее частой артроскопической операцией был дебридмент и лаваж при остеоартрозе (40,0% наблюдений), резекция повреждённого участка медиального мениска (26,0%) и повреждённого хряща (21%). Риск прогрессирования артроза до терминальной стадии и необходимость выполнения эндопротезирования в течение 2-х лет был статистически значимо выше у пациентов подвергшихся артроскопии.

Figuerоа D. с соавторами [12] акцентируют внимание на выявленных ими факторах, повлиявших на ухудшение тяжести артроза и приведших к необходимости тотального эндопротезирования. Проведенное ими ретроспективное исследование включало 78 пациентов в возрасте от 37 до 78 лет (в среднем 58,9 лет), которым была выполнена артроскопия коленного сустава по поводу гонартроза. Сроки наблюдения за больными составили от 12 месяцев до 96 месяцев (в среднем 50,4 месяцев). У 24 из 78 (27,3%) оперированных коленных суставов после артроскопии дегенеративные изменения прогрессировали, что послужило показанием для ТЭКС в течение 13-29 месяцев после артроскопии (в среднем 13,5 месяцев).

Результаты систематического обзора актуальных исследований, целью которого явилась оценка целесообразности применения артроскопического лаважа, дебридмента, менискэктомии у больных гонартрозом опубликованы А.В. Сараевым с соавторами [9]. Проанализировав 39 публикаций (15 рандомизированных клинических исследований, 12 обзорных статей, 2 метаанализа и 8 рекомендаций профессиональных сообществ) и основываясь на принципах доказательной медицины, авторы

пришли к выводу, что артроскопия у больных деформирующим артрозом малоэффективна и имеет ограниченные показания. Целесообразно проводить консервативное лечение, а при его неэффективности предпочтение следует отдавать таким методам хирургического лечения, как околосуставные остеотомии и одномышечковое или тотальное эндопротезирование коленного сустава [9].

Зарубежными авторами проведен систематический обзор, целью которого явилась оценка вероятности ТЭКС после артроскопии по поводу остеоартрита. Доля пациентов подвергнутых ТЭКС с артроскопией в анамнезе в год составила 2,62% от общего количества операций. Они обнаружили, что в среднем риск развития ТЭКС после артроскопии составил около 2% в год, а средняя продолжительность между артроскопией и ТЭКС составляла 3,4 года. По данным результатов, пациенты с более выраженной рентгенологической картиной остеоартрита на момент артроскопии, имели в два раза более высокий риск ТЭКС по сравнению с менее выраженным остеоартритом (4,05% по сравнению с 2,00%)[56].

Дискутабельным остаётся вопрос об оптимальном времени выполнения ТЭКС после предшествующей артроскопии. Для определения влияния временного фактора между двумя операциями на результаты артропластики Barton S.B. с соавторами [13] оценили непосредственные исходы и краткосрочные результаты (от 2 месяцев до 12 месяцев, в среднем 9 месяцев) эндопротезирования у 186 пациентов, ранее перенесших артроскопию. В первой группе (103 больных) ТЭКС выполнялось в течение 6 месяцев после артроскопии, во второй (83 больных) – в более поздний срок. Частота ревизий у пациентов первой группы составила 3,8%, во второй группе – 1,6%. Авторы пришли к выводу, что для снижения частоты осложнений тотальной артропластики у пациентов ранее перенесших артроскопию временной интервал между операциями должен составлять не менее 6 месяцев. Такого же мнения придерживаются Werner B.C. с соавторами [14] показавшие, что развитие инфекционных осложнений и тугоподвижности выше у пациентов, перенесших ТЭКС в течение 6 месяцев после артроскопии. При выполнении ТЭКС более чем через 6 месяцев после артроскопии частота осложнений не отличалась.

Boyd J.A. с соавторами [15] изучили влияние сопутствующей патологии (ожирение, депрессивные расстройства, ревматоидный артрит, диабет и возраст старше 70 лет) на частоту выполнения ТЭКС после артроскопической операции в течение двухлетнего периода: основным фактором риска последующей артропластики было ожирение, сочетание других заболеваний оказывало меньшее влияние на прогрессирование гонартроза. Авторы подчеркнули, что у молодых пациентов в возрасте от 50 до 54 лет дегенеративно-дистрофические изменения в суставе прогрессируют медленно и частота перехода артроскопии в ТЭКС у них самая низкая – 8,3% наблюдений по сравнению с другими возрастными группами – 11,6% при возрасте 55-59 и 13,1% при возрасте 60-64. У мужчин показания к выполнению эндопротезирования коленного сустава возникали реже (11,3% наблюдений), чем у женщин (15,8% наблюдений).

Такого же мнения придерживаются и ряд других авторов - частота и сроки необходимости выполнения эндопротезирования коленного сустава после артроскопии по причине быстрого прогрессирования деструктивных изменений в суставе пропорциональны возрасту пациентов. Harris I.A. с соавторами [16] сообщили, что конверсия в ТЭКС в течение 24 месяцев после артроскопии имела место у 21,5% пациентов старше 65 лет, у более молодых больных этот показатель был существенно ниже - 9%. При анализе базы данных о больных с ортопедической патологией в Онтарио (Канада) этот показатель составил 18,4% в течение 3 лет после артроскопии у пациентов старше 50 лет. Повышенный риск конверсии артроскопии в ТЭКС по мнению авторов связан с тяжестью артроза у пациентов старшей возрастной группы и его быстрым прогрессированием после эндопротезирования коленного сустава.

В литературе продолжается дискуссия о влиянии артроскопии на функциональные результаты, частоту возникновения осложнений, выживаемость имплантатов после ТЭКС. Viste A. с соавторами [17] был проведен ретроспективный анализ результатов артропластики у 320 пациентов: 160 больным ранее выполнялась артроскопическая операция (без реконструкции связок), у другой группы (также 160 пациентов) операций на коленном суставе не было. Сравнение функциональных результатов с помощью шкалы KSS (KS и FS), амплитуды движений и частоты развития послеоперационных осложнений показало, что предыдущая артроскопия не влияет на результаты артропластики коленного сустава при сроках наблюдения от 2 до 15 лет (в среднем 9) лет. Issa K. с соавторами [18], изучив функциональные результаты по шкале KSS (KS и FS), рентгенологические результаты и выживаемость имплантатов не обнаружили статистически значимых различий по исследованным показателям в группе из 60 пациентов, ранее перенесших артроскопическое вмешательство на коленном суставе с результатами ТЭКС у больных без оперативных вмешательств в анамнезе.

В доступной литературе высказывается и противоположное мнение, акцентирующее внимание на отрицательном влиянии артроскопии на результаты ТЭКС. Так Piedade S.R. с соавторами [19], сравнив результаты артропластики коленного сустава у 60 больных с артроскопией в анамнезе с результатами 1119 ТЭКС у пациентов без артроскопии, продемонстрировали более высокие показатели частоты развития локальных послеоперационных осложнений (30%) и ревизионных вмешательств (8,3%) после ТЭКС в группе пациентов, ранее перенесших артроскопию коленного сустава. Десятилетняя выживаемость эндопротезов, рассчитанная по методике Каплан-Мейер у пациентов с артроскопией в анамнезе равнялась 86,8%, тогда как в другой группе она составила 98,1%.

*Особенности ТЭКС после реконструктивно-пластических вмешательств при повреждениях связочного аппарата коленного сустава*

Реконструктивно-пластические операции, направленные на восстановление поврежденных связочных структур, значительно травматичнее артроскопии, требуют длительного реабилитационного лечения и не всегда позволяют добиться необходимой стабильности сустава. Как следствие, у пациентов

довольно рано развивается гонартроз, требующий тотального эндопротезирования [20].

T. Leroux с соавторами [21] указывают на то, что через пятнадцать лет после реконструкции передней крестообразной связки (ПКС) кумулятивная частота артропластики коленного сустава довольно низкая - 1,4%, однако она в семь раз больше, чем кумулятивная частота артропластики у пациентов из общей популяции - 0,2%. Авторы подчеркивают, что реконструкция передней крестообразной связки выполненная хирургами с большим опытом приводит к снижению риска возможной артропластики коленного сустава.

Схожего мнения придерживаются Watters T.S. с соавторами [22], показавшие, что несмотря на успехи операций по реконструкции ПКС, долгосрочный риск развития посттравматического остеоартроза, требующего ТЭКС, выше, чем у пациентов без операций. Сравнив результаты ТЭКС у 122 пациентов с предыдущей реконструкцией ПКС с результатами артропластики у 122 пациентов без предшествующих операций они установили, что меньшая предоперационная амплитуда сгибания в коленном суставе у пациентов с реконструкцией ПКС нивелируется после эндопротезирования и в последующем различий в амплитуде движения в обеих группах нет. Тем не менее, при средних сроках наблюдения 3,3 года частота ревизий у основной группы составила 13,4%, а в группе сравнения - 2,4%. Следовательно, риск повторного вмешательства в основной группе был более чем в 5 раз выше, чем в группе сравнения.

Оценивая влияние предыдущей реконструкции ПКС на результаты ТЭКС Klatte T.O. с соавторами [23] провели ретроспективный анализ результатов артропластики у 124 пациентов с одновременным удалением имплантатов после предыдущего вмешательства и не выявили увеличения степени риска развития перипротезной инфекции - при более чем пятилетнем сроке наблюдения она развилась только у 1 (1%) пациента. Результаты исследования также показали, что необходимость удаления фиксаторов приводит к более длительному времени операции, увеличивает травматичность и усложняет первичное эндопротезирование, что обуславливает повышенный риск ревизионного вмешательства после первичной тотальной артропластики коленного сустава - при указанных сроках наблюдения повторные операции были выполнены у 13 (11%) больных.

Ряд авторов придерживаются других взглядов о влиянии предшествующей реконструкции ПКС на результаты артропластики коленного сустава. Так Magnussen R.A. с соавторами [24] утверждают, что реконструкция ПКС не оказывает негативного влияния на последующее эндопротезирование в плане послеоперационной амплитуды движений, частоты ревизий и инфекционных осложнений. Похожие результаты ТЭКС были установлены в исследовании Нохе S.C. с соавторами [25], включавшем 36 пациентов с ранее выполненной пластикой ПКС (основная группа) и 36 пациентов без таковой (группа сравнения). Предоперационная амплитуда сгибания в основной группе составила в среднем 101°, в группе сравнения 105°, а дефицит разгибания 6° и 5° соответственно. После артропластики средняя амплитуда сгибания голени в обеих группах равнялась 105°, а дефицит разгибания составлял 0,6° и 0,4° соответственно - следо-

вателью предыдущая реконструкция ПКС не оказывала негативного влияния на амплитуду движения после ТЭКС. В каждой из групп было по 2 случая ревизионных вмешательств, однако у 11% пациентов основной группы установлено высокое расположение надколенника при том, что в группе сравнения данная особенность отмечена в 2,8% наблюдений.

Lizaar U.A. с соавторами [26] изучили результаты ТЭКС у 74 пациентов через 6,1 года (от 5 до 7,3 лет), разделив больных на две равные группы по 37 человек: с предварительной реконструкцией ПКС и без таковой. По мнению авторов, планируя эндопротезирование коленного сустава хирург должен быть готовым к техническим проблемам (они имели место у 24 больных первой группы), возникающим в ходе операции, но они не оказывают существенного влияния на окончательный функциональный результат операции и выживаемость эндопротезов.

Дискутабельным остается вопрос о необходимости удаления имплантатов после реконструкции ПКС в ходе артропластики. Chong A.C. с соавторами [27] проанализировали особенности ТЭКС у 101 пациента с предыдущей реконструкцией ПКС разделив их на 4 группы: в 1-й группе, имплантаты с бедренной и большеберцовой костей не удалялись (22 наблюдения), во 2-й группе удалялись только имплантаты из бедренной кости (8 наблюдений), в 3-й группе - только из большеберцовой кости (45 наблюдений) и в 4-й группе удалялись из обеих костей (26 наблюдений). Для сравнительного анализа также была включена и проанализирована группа сравнения, включающая 202 пациента, которым ТЭКС выполнялось без наличия предшествующих реконструктивно-пластических вмешательств. Частота послеоперационных осложнений во всех группах была одинаковой. Статистически значимые различия выявлены между двумя подгруппами по средним показателям времени операции: 3-я группа (основная группа:  $74 \pm 23$  минуты; контрольная группа:  $65 \pm 21$  минута) и группа 4 ( $79 \pm 24$  минут; контрольная группа:  $65 \pm 21$  минут). Авторы пришли к выводу, что имплантаты на большеберцовой кости после предшествующей реконструкции ПКС существенно увеличивают продолжительность ТЭКС, но не влияют на величину кровопотери и частоту возникновения осложнений.

В доступной литературе встречаются единичные публикации о влиянии реконструктивных операций на связочном аппарате коленного сустава на степень связанности компонентов искусственного сустава при последующем ТЭКС. James E.W. с соавторами [28] проанализировали частоту имплантации искусственных суставов с повышенной степенью механической связанности в трёх группах больных: в 1-ю основную группу были включены 188 пациентов, перенесших пластику передней крестообразной связки, во 2-ю основную - 35 пациентов, перенесших одномоментную пластику задней крестообразной связки и коллатеральных связок или только коллатеральных связок, и в 3-ю контрольную - 223 пациента без предшествующих операций на коленном суставе. Авторы также сравнили частоту развития тромбоза глубоких вен (ТГВ), тромбоза легочной артерии (ТЭЛА), инфекционных осложнений и ревизионных вмешательств в указанных группах. Установлена значительно большая частота имплантации полусвязанных и связанных эн-

допротезов у основных групп - 76 (34,1%) наблюдений в сравнении с 40 (17,9%) наблюдениями в контрольной группе. При этом во 2-й основной группе было в два раза больше случаев использования связанных имплантатов (21/35, 60,0%), чем в 1-й группе (55/188, 29,3%). Статистически значимых различий в частоте ТГВ, ТЭЛА, инфекции и ревизионного вмешательства выявлено не было, однако средняя продолжительность эндопротезирования у пациентов основных групп была больше на 12,7 минут. Статистически значимых различий амплитуды движений в суставе после эндопротезирования также выявлено не было.

Chaudhry Z. S. с соавторами [29] провели систематический обзор публикаций, посвященных влиянию реконструкции ПКС на технические особенности и результаты последующего эндопротезирования коленного сустава. Анализ включал четыре ретроспективных исследования, в которых оценивались исходы эндопротезирования у 318 пациентов, ранее перенесших реконструкцию передней крестообразной связки. В трех исследованиях была отмечена большая длительность оперативного вмешательства у пациентов с реконструкцией ПКС в анамнезе, чем в группах сравнения, различий в интраоперационной кровопотере отмечено не было. В одном исследовании сообщалось о более высокой частоте перипротезной инфекции суставов и более высокой частоте повторных операций. В 2 исследованиях в группе с предшествующей реконструкции ПКС отмечен больший предоперационный дефицит сгибания. Среднесрочные субъективные оценки и функциональные исходы ТЭКС, по мнению авторов, сопоставимы у пациентов с реконструкцией ПКС в анамнезе и без нее, а риск ревизионных вмешательств выше у пациентов с предшествующей пластикой ПКС.

*Особенности ТЭКС после оперативного лечения переломов костей, формирующих коленный сустав*

Еще одной важной проблемой первичного ТЭКС является посттравматический гонартроз терминальной стадии, развивающийся после переломов костей, формирующих коленный сустав, зачастую сопровождающийся выраженной контрактурой сустава и деформацией конечности, особенно у молодых пациентов [30][31]. Переломы проксимального отдела большеберцовой занимают 1,5-2% [32], а дистального отдела бедренной кости - 4-6% в структуре переломов всех костей [33].

По мнению Schenker M.L. с соавторами [34] у 75% пациентов с внутрисуставными переломами коленного сустава можно ожидать развития посттравматического остеоартроза коленного сустава, а терминальная стадия остеоартроза по данным Lunebourg A. с соавторами [35] развивается уже в течение 7 лет после травмы. Veronique A. с соавторами [36] установили, что риск развития посттравматического артроза, требующего эндопротезирования, в течение 5 лет на 37% выше у пациентов с внутрисуставными переломами. Переломы плато большеберцовой кости приводят к посттравматическому артрозу терминальной стадии в два раза быстрее, чем переломы дистального отдела бедренной кости [37].

Повреждение суставного хряща и субхондральной кости с нарушением кровоснабжения и импрессией костных фрагментов, развивающаяся дисконгруэнтность суставных поверхностей [38], неизбежно ведут к существенному нарушению

функции сустава, его контрактуры и нестабильности, снижению опороспособности нижней конечности с развитием деформирующего артроза и высокой инвалидизацией пациентов [39] [40]. David W. с соавторами [41] оценили исходы остеосинтеза переломов плато большеберцовой кости у 8426 пациентов - через 5 лет в ТЭКС нуждались 447 больных (5,3%), через 10 лет - 615 пациентов (7,3%). По их наблюдениям перелом плато большеберцовой кости увеличил вероятность эндопротезирования в 5,3 раза и сопровождался повышенным риском развития инфекционных осложнений по сравнению с пациентами с идиопатическим гонартрозом.

Преимущества эндопротезирования по сравнению с другими методами оперативного лечения гонартроза развивающегося после переломов костей, формирующих коленный сустав, состоят в ранней нагрузке оперированной конечности, быстрой активизации больных, восстановлении движений в суставе и положительном предсказуемом отдаленном результате [42]. К недостаткам данного метода можно отнести необходимость замены эндопротеза в будущем у лиц трудоспособного и молодого возраста, постепенный износ компонентов эндопротеза [43]. Показания к ТЭКС после переломов возникают при развитии выраженного посттравматического остеоартроза, посттравматических деформациях суставной поверхности вследствие ошибок при выполнении остеосинтеза либо вторичных смещений костных фрагментов, которые привели к нарушениям оси конечности, стабильности коленного сустава и снижению амплитуды движений [43]. В ряде наблюдений эндопротезирование коленного сустава показано как основной метод оперативного лечения перелома, возникшего на фоне имеющегося выраженного остеоартроза [44][45].

Характерными особенностями эндопротезирования при посттравматическом гонартрозе после переломов мыщелков бедренной и большеберцовой костей являются наличие многоплоскостных деформаций мыщелков, протяжённых костных дефектов, металлоконструкций или предыдущих тяжёлых хирургических вмешательств в области коленного сустава, необходимость тщательного предоперационного планирования для выбора модели эндопротеза [43] [46] [47].

Aurich M. с соавторами [2] придерживаются мнения, что даже на фоне выраженного гонартроза первым этапом лечения показана открытая репозиция и остеосинтез переломов мыщелков, так как это позволяет создать опору компонентам эндопротеза, уменьшить протяжённость костных дефектов и имплантировать стандартные модели эндопротезов в будущем. Противоположного мнения придерживаются Parratte S. с соавторами [49] - они выделяют группу больных, которым эндопротезирование коленного сустава при переломе показано изначально как метод лечения перелома - это пожилые пациенты, возникновение перелома проксимального отдела большеберцовой кости у которых произошло на фоне уже присутствующего выраженного гонартроза. Rozell J.C. с соавторами [45] указывают на необходимость тщательного выбора модели эндопротеза, способной обеспечить как первичную стабильность компонентов, так и стабилизацию отломков для их последующего сращения у указанной категории больных.

По мнению многих авторов риск развития интра- и послеоперационных осложнений при эндопротезировании коленного сустава после переломов проксимального отдела большеберцовой кости существенно выше в обеих ситуациях - при выполнении артропластики после металлоостеосинтеза или по первичным показаниям в сравнении с первичной артропластикой при идиопатическом гонартрозе [50]. Lizaur-Utrilla A., с соавторами [51], сравнив исходы тотального эндопротезирования коленного сустава у 29 пациентов с посттравматическим остеоартрозом после переломов плато большеберцовой кости с таковыми у 58 пациентов с идиопатическим остеоартрозом, при средних сроках наблюдения 6 лет, не выявили существенных функциональных различий по балльным шкалам KSS, WOMAC и SF-12 и разницы в амплитуде движений в сравниваемых группах. Но в основной группе было выявлено 4 осложнения (13,7%), при отсутствии таковых в контрольной. Авторы рекомендуют удалять металлоконструкции после остеосинтеза до эндопротезирования, а также указывают на более частую необходимость расширения доступа за счёт остеотомии буржистности большеберцовой кости у пациентов с переломами в анамнезе.

Kester B. S. с соавторами [52], проанализировав 67765 ТЭКС за период с 2010 по 2013 годы установили, что доля пациентов с внутрисуставными переломами бедренной или большеберцовой костей в анамнезе составила около 1% (674 случая). Сравнение особенностей оперативного вмешательства и послеоперационного периода продемонстрировало увеличение продолжительности операции на 26,7 минут и анестезии на 42 минуты у пациентов с ранее перенесенными переломами. Также у данной группы больных на 6,7% увеличилась необходимость в переливании крови вследствие большей интраоперационной кровопотери и частота развития поверхностной инфекции, хотя глубокая инфекция в обеих группах была идентичной по частоте встречаемости.

Scott C.E. с соавторами [48] также отметили, что тотальная артропластика коленного сустава после перелома большеберцового плато имеет более высокую частоту осложнений (13%), чем при идиопатическом артрозе (1%), а послеоперационные контрактуры наблюдались у 10% больных после ТЭКС на фоне перелома.

Ge D.H. с соавторами [53] и Pinter Z. соавторами [54] в двух опубликованных работах провели анализ 72 первичных ТЭКС выполненных при посттравматическом гонартрозе: в 27 случаях (37,5%) после переломов проксимального отдела большеберцовой кости, в 45 (62,5%) - дистального отдела бедренной кости или надколенника и у 45 больных после травмы мягких тканей. У пациентов после переломов костей, формирующих коленный сустав, количество осложнений составило 22%, у пациентов с травмой мягких тканей в анамнезе - 4%. Также авторы отметили, что пациенты с несколькими предыдущими оперативными вмешательствами нуждались в ТЭКС на 10 лет раньше, чем пациенты с одной предыдущей операцией на коленном суставе. При сроке наблюдения за больными от 1 до 12 лет (в среднем 3 года) реэндопротезированию были подвергнуты 8% пациентов с переломами в анамнезе.

Xing-Shan W. с соавторами [55] проанализировали результаты ТЭКС у 71 пациента с предшествующим переломом большеберцовой или бедренной костей в период с 2005 по 2016 год, средний срок наблюдения составил 4,7 года (от 3,2 до 7,1 года). Для оценки функциональных результатов были использованы балльная шкала KSS и шкала удовлетворенности пациентов результатами тотальной артропластики. Средний балл по шкале KSS увеличился с 35 предоперационных баллов до 90 баллов после операции. При оценке удовлетворенности артропластикой сорок один пациент оказался очень удовлетворенным результатами операции, двадцать пациентов были удовлетворены, четверо выражали нейтральное отношение, четверо были недовольны и два пациента крайне недовольны достигнутым. Таким образом, 85,9% пациентов, в целом, были довольны результатами операции, в то время как 14,1% не удовлетворены. По мнению авторов, основной причиной неудовлетворенности больных явилась высокая частота встречаемости низкого положения надколенника до эндопротезирования, трудно поддающегося коррекции в ходе операции. В послеоперационном периоде у 12 пациентов (16,9%) выявлены 19 различных осложнений, при указанных сроках наблюдения показания к ревизионным вмешательствам развились у 6 (8,3%) пациентов.

Мальшев Е.Е. с соавторами [57], сравнив амплитуду движений и функциональные результаты артропластики у пациентов с идиопатическим и посттравматическим гонартрозом пришли к ряду важных выводов. ТЭКС при идиопатическом гонартрозе позволил достичь полного разгибания в коленном суставе, при этом достоверно значимого увеличения сгибания не было выявлено, тогда как ТЭКС после переломов проксимального отдела большеберцовой кости привел к статистически значимому улучшению всех показателей, характеризующих функциональное состояние коленного сустава, в том числе, в отличие от группы пациентов с идиопатическим гонартрозом, статистически значимо улучшить сгибание в коленном суставе. В группе пациентов с последствиями внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости отмечались худшие показатели по подразделу «симптомы» шкалы KOOS, связанные с более выраженной тугоподвижностью. С другой стороны, у пациентов с переломами мыщелков большеберцовой кости отмечался статистически достоверно менее выраженный болевой синдром. При оценке среднесрочных результатов ТЭКС статистически значимых различий между показателями, характеризующими функциональное состояние коленного сустава, в обеих группах не было выявлено [57].

Дискутабельным остается вопрос о влиянии предшествующих переломов костей, формирующих коленный сустав, на выживаемость имплантированных конструкций в различные сроки после первичной операции. Оценив 15-летнюю выживаемость эндопротеза у 113 больных с переломом надколенника в анамнезе, Houdec M.T. с соавторами [58] отметили, что она составила 80% и не отличалась от таковой при идиопатическом гонартрозе. Однако у пациентов с переломом надколенника амплитуда сгибания в коленном суставе была меньше.

El-Galaly A. с соавторами (2017) [59] провели сравнительное исследование сроков выживаемости компонентов

эндопротеза у пациентов с посттравматическим артрозом после переломов костей, формирующих коленный сустава и с идиопатическим гонартрозом, взяв за основу данные датского регистра эндопротезирований, содержащего сведения о 52518 первичных ТЭКС, выполненных в период с 1997 по 2013 годы. Первую группу составили 1421 пациент с внутрисуставными переломами в анамнезе, вторую - 51 097 больных с идиопатическим гонартрозом. Разделив пациентов на три возрастных группы (1 группа - пациенты до 50 лет, 2 группа - от 50 до 70 лет и 3 группа - старше 70 лет), авторы оценили риск возникновения показаний к ревизионному вмешательству на ранних сроках (<1 года), при средних сроках (1-5 лет) и более 5 лет после ТЭКС. По результатам исследования были сделаны следующие существенные выводы:

- у молодых пациентов в возрасте до 50 лет с посттравматическим гонартрозом риск ревизионного вмешательства наиболее высокий в течение 1 года после операции;

- в возрастных группах 50-70 лет и старше 70 лет сохраняется повышенный риск ревизионного вмешательства у пациентов с посттравматическим гонартрозом до 5 лет после первичного ТЭКС;

- среднесрочная выживаемость эндопротеза у молодых пациентов (до 50 лет), а также долгосрочные результаты во всех возрастных группах были сходными;

- следовательно, молодые пациенты с ТЭКС после переломов должны находиться под детальным амбулаторным наблюдением в течение первого года после операции, а пациенты старших возрастных групп – до 5 лет, в дальнейшем динамический контроль может быть одинаковым независимо от причины, приведшей к развитию терминального поражения коленного сустава. Наиболее частыми причинами ревизионных вмешательств в обеих группах стали инфекционные осложнения, асептическое расшатывание и нестабильность компонентов эндопротеза, однако у пациентов с внутрисуставными переломами бедренной и большеберцовой костей в анамнезе частота инфекционных осложнений и асептической нестабильности была в три раза выше: 3,2% против 1,4% при инфекции и 3,5% против 1% при асептической нестабильности.

В 2018 году M. Fuchs [60] с соавторами опубликовали результаты исследования, целью которого явился анализ среднесрочной выживаемости, оценка частоты возникновения осложнений и функциональных результатов первичного ТЭКС у 79 больных с посттравматическим гонартрозом, развившимся на фоне переломов костей формирующих коленный сустав. При среднем сроке наблюдения 69 месяцев выживаемость эндопротезов составила 88,6%, в 11,4% случаев потребовались ревизионные вмешательства, основной причиной которых явилась перипротезная инфекция (6,6%). Функциональные результаты операций по шкале KSS KS и FS через 12 месяцев после операции были хорошими, составив в среднем 82 и 77 баллов соответственно.

### Заключение

Проведенный обзор опубликованных в доступной литературе данных свидетельствует об отсутствии единого

мнения о влиянии травм и оперативных вмешательств на коленном суставе на последующее ТЭКС в плане особенностей хирургического вмешательства, количества и характера послеоперационных осложнений, функциональных результатов операций и долгосрочной выживаемости эндопротезов. Это является основанием для проведения дальнейших исследований по всему спектру вопросов лечения данной категории пациентов.

**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

### Литература / References:

1. Abdelaal M.S., Restrepo C., Sharkey P.F. Global Perspectives on Arthroplasty of Hip and Knee Joints. *Orthop Clin North Am.* 2020; 51(2):169-176. doi:10.1016/j.ocl.2019.11.003.
2. Aurich M, Koenig V, Hofmann G. Comminuted intraarticular fractures of the tibial plateau lead to posttraumatic osteoarthritis of the knee: Current treatment review. *Asian J Surg.* 2018 Mar;41(2):99-105. doi: 10.1016/j.asjsur.2016.11.011. Epub 2017 Jan 26. PMID: 28131634.
3. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Попова М.М. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2014 году. М.: НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; 2015. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Попова М.М. Injuries, orthopedic disease, the condition of trauma and orthopedic care in Russia in 2014 year. Russian Ministry of Health, the State Organization CITO them Priorov. M. 2014. 132 p. (In Russian).
4. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Попова М.М. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2018 году. М.: НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; 2019. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Попова М.М. Injuries, orthopedic disease, the condition of trauma and orthopedic care in Russia in 2018 year. Russian Ministry of Health, the State Organization CITO them Priorov. M. 2019. (In Russian).
5. Бовкис Г.Ю., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Компенсация дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей при ревизионном эндопротезировании коленного сустава – способы и результаты их применения (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России.* 2016; 22(2):101-113.
6. Vanhaecht K., Sermeus W., Tuerlinckx G., Witters I., Vandenuecker H., Bellemans J. Development of a clinical pathway for total knee arthroplasty and the effect on length of stay and in-hospital functional outcome. *Acta Orthop Belg.* 2005;71(4):439-44. PMID: 16184999.
7. Evans J. T., Walker R. W., Evans J. P., Blom A.W., Sayers A., Whitehouse M. R. How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. *The Lancet.* 2019;393(10172), 655–663. doi:10.1016/s0140-6736(18)32531-5.
8. Viste A., Abdel M.P., Ollivier M., Mara K.C., Krych A.J., Berry D.J. Prior Knee Arthroscopy Does Not Influence Long-Term Total Knee Arthroplasty Outcomes and Survivorship. *J Arthroplasty.* 2017;32(12):3626-3631. doi: 10.1016/j.arth.2017.06.052. Epub 2017 Jul 8. PMID: 28735799.
9. Сараев А.В., Куляба Т.А., Расулов М.Ш., Корнилов Н.Н. Артроскопия при гонартрозе в XXI веке: систематический обзор актуальных исследований высокого уровня доказательности и рекомендаций профессиональных сообществ. *Травматология и ортопедия России.* 2020;26(4):150-162. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-150-162>
10. Rongen J.J., Rovers M.M., van Tienen T.G., Buma P., Hannink G. Increased risk for knee replacement surgery after arthroscopic surgery for degenerative meniscal tears: a multi-center longitudinal observational study using data from the osteoarthritis initiative. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25(1):23-29. doi: 10.1016/j.joca.2016.09.013. Epub 2016 Oct 3. PMID: 27712957.
11. Gu A., Malahias M.A., Cohen J.S., Richardson S.S., Stake S., Blevins J.L., Sulco P.K. Prior Knee Arthroscopy Is Associated With Increased Risk of Revision After Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2020;35(1):100-104. doi: 10.1016/j.arth.2019.08.043. Epub 2019 Aug 27. PMID: 31548115.
12. Figueroa D., Calvo R., Villalón I.E., Meleán P., Novoa F., Vaisman A. Clinical outcomes after arthroscopic treatment of knee osteoarthritis. *Knee.* 2013;20(6):591-4. doi: 10.1016/j.knee.2012.09.014. Epub 2012 Oct 25. PMID: 23103346.
13. Barton S.B., McLauchlan G.J., Canty S.J.. The incidence and impact of arthroscopy in the year prior to total knee arthroplasty. *Knee.* 2017;24(2):396-401. doi: 10.1016/j.knee.2016.12.003. Epub 2017 Jan 9. PMID: 28081897.
14. Werner B.C., Burrus M.T., Novicoff W.M., Browne J.A. Total Knee Arthroplasty Within Six Months After Knee Arthroscopy Is Associated With Increased Postoperative Complications. *J Arthroplasty.* 2015;30(8):1313-6. doi: 10.1016/j.arth.2015.02.023. Epub 2015 Feb 28. PMID: 25791670.
15. Boyd J.A., Gradisar I.M. Total Knee Arthroplasty After Knee Arthroscopy in Patients Older Than 50 Years. *Orthopedics.* 2016;39(6):e1041-e1044. doi: 10.3928/01477447-20160719-01. Epub 2016 Jul 27. PMID: 27459139.
16. Harris I.A., Madan N.S., Naylor J.M., Chong S., Mittal R., Jalaludin B.B. Trends in knee arthroscopy and subsequent arthroplasty in an Australian population: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:143. doi: 10.1186/1471-2474-14-143. PMID: 23617303; PMCID: PMC3648388.
17. Viste A., Abdel M.P., Ollivier M., Mara K.C., Krych A.J., Berry D.J. Prior Knee Arthroscopy Does Not Influence Long-Term Total Knee Arthroplasty Outcomes and Survivorship. *J Arthroplasty.* 2017;32(12):3626-3631. doi: 10.1016/j.arth.2017.06.052. Epub 2017 Jul 8. PMID: 28735799.
18. Issa K., Naziri Q., Johnson A.J., Pivec R., Bonutti P.M., Mont M.A. TKA results are not compromised by previous arthroscopic procedures. *J Knee Surg.* 2012;25(2):161-4. doi: 10.1055/s-0032-1313755. PMID: 22928434.
19. Piedade S.R., Pinaroli A., Servien E., Neyret P. Is previous knee arthroscopy related to worse results in primary total knee arthroplasty? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(4):328-33. doi: 10.1007/s00167-008-0669-9. Epub 2008 Dec 20. PMID: 19099293.
20. Brophy R.H., Gray B.L., Nunley R.M., Barrack R.L., Clohisy J.C. Total knee arthroplasty after previous knee surgery: expected interval and the effect on patient age. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(10):801-5. doi: 10.2106/JBJS.M.00105. PMID: 24875020.
21. Leroux T., Ogilvie-Harris D., Dwyer T., Chahal J., Gandhi R., Mahomed N., Wasserstein D. The risk of knee arthroplasty following cruciate ligament reconstruction: a population-based matched cohort study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(1):2-10. doi: 10.2106/JBJS.M.00393. PMID: 24382718.
22. Watters T.S., Zhen Y., Martin J.R., Levy D.L., Jennings J.M., Dennis D.A. Total Knee Arthroplasty After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Not Just a Routine Primary Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(3):185-189. doi: 10.2106/JBJS.16.00524. PMID: 28145948.
23. Klatte T.O., Schneider M.M., Citak M., Oloughlin P., Gebauer M., Rueger M., Gehrke T., Kendoff D. Infection rates in patients undergoing primary knee arthroplasty with pre-existing orthopaedic fixation-devices. *Knee.* 2013;20(3):177-80. doi: 10.1016/j.knee.2013.02.004. Epub 2013 Mar 27. PMID: 23540939.
24. Magnussen R.A., Demey G., Lustig S., Servien E., Neyret P. Total knee arthroplasty for secondary osteoarthritis following ACL reconstruction:

a matched-pair comparative study of intra-operative and early post-operative complications. *Knee*. 2012;19(4):275-8. doi: 10.1016/j.knee.2011.05.001. Epub 2011 Jun 1. PMID: 21636280.

25. Hoxie S.C., Dobbs R.E., Dahm D.L., Trousdale R.T. Total knee arthroplasty after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Arthroplasty*. 2008;23(7):1005-8. doi: 10.1016/j.arth.2007.08.017. Epub 2008 Mar 28. PMID: 18534505.

26. Lizaur-Utrilla A., Martinez-Mendez D., Gonzalez-Parreño S., Marco-Gomez L., Miralles Muñoz F.A., Lopez-Prats F.A. Total Knee Arthroplasty in Patients With Prior Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Arthroplasty*. 2018;33(7):2141-2145. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.054. Epub 2018 Feb 21. PMID: 29555495.

27. Chong A.C.M., Fisher B.T., MacFadden L.N., Piatt B.E. Prior Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Effects on Future Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(9):2821-2826. doi: 10.1016/j.arth.2018.04.014. Epub 2018 Apr 19. PMID: 29731267.

28. James E.W., Blevins J.L., Gausden E.B., Turcan S., Denova T.A., Satalich J.R. et al. Increased utilization of constraint in total knee arthroplasty following anterior cruciate ligament and multiligament knee reconstruction. *Bone Joint J*. 2019;101-B(7\_Supple\_C):77-83. doi: 10.1302/0301-620X.101B7.BJ-2018-1492.R1. PMID: 31256640.

29. Chaudhry Z.S., Salem H.S., Purtill J.J., Hammoud S. Does Prior Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Affect Outcomes of Subsequent Total Knee Arthroplasty? A Systematic Review. *Orthop J Sports Med*. 2019;7(7):2325967119857551. doi: 10.1177/2325967119857551. PMID: 31321251; PMCID: PMC6628531.

30. Головаха М.Л. Алгоритм дифференцированного лечения остеоартроза коленного сустава. Запорож. мед. журн. 2011;4. С.16–19. Golovaha M.L. Algorithm for differentiated treatment of osteoarthritis of the knee joint. *Zaporozh Med j*. 2011;4. 16-19 p. (In Russian).

31. Hoffmann MF, Sietsema DL, Jones CB. Lost to follow-up: reasons and outcomes following tibial plateau fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2016 Dec;26(8):937-942. doi: 10.1007/s00590-016-1823-6. Epub 2016 Jul 21. PMID: 27443640.

32. Кочиш А.Ю., Кислицын М.А., Бельский И.Г., Майоров Б.А., Старчик Д.А. Анатомо-клиническое обоснование заднелатерального трансмалоберцового доступа для остеосинтеза переломов заднелатеральной колонны плато большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):112-123. doi:10.21823/2311-2905-2019-25-3-112-123. Kochish A.Yu., Kislitsyn M.A., Belen'kii I.G., Mayorov B.A., Starchik D.A. Anatomical and Clinical Rationale for Posterolateral Transfibular Approach for Internal Fixation of the Posterolateral Column of the Tibial Plateau. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(3):112-123. doi:10.21823/2311-2905-2019-25-3-112-123. (In Russian).

33. Кочиш А.Ю., Бельский И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А. Анатомо-клиническое обоснование малоинвазивной установки дополнительной медиальной пластины при накостном остеосинтезе у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости. *Гений ортопедии*. 2020. №3. 306-312. doi:10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312. Kochish A.Yu., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Mayorov B.A. Anatomical and clinical justification of a minimally invasive technique for implantation an additional medial plate for bone osteosynthesis in patients with fractures of the distal femur. *Genij Ortopedii*, 2020; 26(3). p. 306-312. doi:10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312. (In Russian).

34. Schenker M.L., Mauck R.L., Ahn J., Mehta S. Pathogenesis and prevention of posttraumatic osteoarthritis after intra-articular fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(1):20-8. doi: 10.5435/JAAOS-22-01-20. PMID: 24382876; PMCID: PMC4425936.

35. Lunebourg A., Parratte S., Gay A., Ollivier M., Garcia-Parra K., Argenson J.N. Lower function, quality of life, and survival rate after total knee arthroplasty for posttraumatic arthritis than for primary arthritis. *Acta Orthop*. 2015;86(2):189-94. doi: 10.3109/17453674.2014.979723. Epub 2014 Oct 28. PMID: 25350612; PMCID: PMC4404769.

36. Vestergaard V., Becic Pedersen A., Borbjerg Hare K., Morville Schröder H., Troelsen A. Knee Fracture Increases TKA Risk After Initial Fracture Treatment and Throughout Life. *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478(9):2036-2044. doi: 10.1097/CORR.0000000000001099. PMID: 32023231; PMCID: PMC7431252.

37. Scott B.L., Lee C.S., Strelzow J.A. Five-Year Risk of Conversion to Total Knee Arthroplasty After Operatively Treated Periarticular Knee Fractures in Patients Over 40 Years of Age. *J Arthroplasty*. 2020;35(8):2084-2089.e1. doi: 10.1016/j.arth.2020.03.041. Epub 2020 Mar 31. PMID: 32317199.

38. Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В. Хирургическое лечение двухмыщелковых переломов большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):80-88. doi:10.21823/2311-2905-2017-23-1-80-88. Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V., Antoniadu Yu.V. Surgical management of bicondylar tibia fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(1):80-88. doi:10.21823/2311-2905-2017-23-1-80-88. (In Russian).

39. Parratte S., Bonneville P., Pietu G., Saragaglia D., Cherrier B., Lafosse J.M. Primary total knee arthroplasty in the management of epiphyseal fracture around the knee/ Orthop Traumatol Surg Res. 2011;97(6 Suppl):S87-94. Doi 10.1016/j.otsr.2011.06.008. Epub 2011 Jul 28. PMID: 21802385.

40. Шаповалов В.М., Хоминец В.В., Рикун О.В., Гладков Р.В. Хирургическое лечение переломов мыщелков большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2011; (1):53-60. doi:10.21823/2311-2905-2011-0-1-53-60. Shapovalov V.M., Khominets V.V., Rukin O.V., Gladkov R.V. Surgical treatment of the tibial plateau fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2011;(1):53-60. (In Russian). doi:10.21823/2311-2905-2011-0-1-53-60.

41. Shearer D.W., Chow V., Bozic K.J., Liu J., Ries M.D. The predictors of outcome in total knee arthroplasty for post-traumatic arthritis. *Knee*. 2013;20(6):432-6. doi: 10.1016/j.knee.2012.12.010. Epub 2013 Jan 11. PMID: 23313556.

42. Слободской А.Б., Лежнев А.Г., Бадак И.С., Воронин И.В., Дунаев А.Г., Быстрыков П.А. Ближайшие и среднесрочные результаты эндопротезирования коленного сустава имплантами Zimmer NexGen CR и LPS. *Травматология и ортопедия России*. 2011. №3. с.19-33. doi:10.21823/2311-2905-2011-0-3-19-33. Slobodskoy A.B., Lezhnev A.G., Badak I.S., Voronin I.V., Dunaev A.G., Bystryakov P.A. Short- and middle-term results of knee joint replacement with Zimmer NexGen CR and LPS implants. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2011;(3):19-33. doi:10.21823/2311-2905-2011-0-3-19-33. (In Russian).

43. Куляба Т.А. Руководство по первичному эндопротезированию коленного сустава / Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, Р.М. Тихилов. СПб 2021

44. Parratte S., Ollivier M., Argenson J.N. Primary total knee arthroplasty for acute fracture around the knee. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(1S):S71-S80. doi: 10.1016/j.otsr.2017.05.029.

45. Rozell J.C., Vemulapalli K.C., Gary J.L., Donegan D.J. Tibial Plateau Fractures in Elderly Patients. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2016;7(3):126-34. doi: 10.1177/2151458516651310. Epub 2016 Jun 6. PMID: 27551570; PMCID: PMC4976737.

46. Воронкевич И.А., Тихилов Р.М. Внутрисуставные остеотомии по поводу последствий переломов мыщелков большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2010;(3):87-91. doi:10.21823/2311-2905-2010-0-3-87-91. Voronkevich, I. A., Tikhilov R.M. Intrajoint osteotomies for posttraumatic deformities of tibial condylar surfaces. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2010;(3):83-91. (In Russian). doi:10.21823/2311-2905-2010-0-3-87-91.

47. Papagelopoulos P.J., Partsinevelos A.A., Themistocleous G.S., Mavrogenis A.F., Korres D.S., Soucacos P.N. Complications after tibia plateau fracture surgery. *Injury*. 2006;37(6):475-84. doi: 10.1016/j.injury.2005.06.035. Epub 2005 Aug 22. PMID: 16118010.

48. Scott C.E., Davidson E., MacDonald D.J., White T.O., Keating J.F. Total knee arthroplasty following tibial plateau fracture: a matched cohort study. *Bone Joint J*. 2015;97-B(4):532-8. doi: 10.1302/0301-620X.97B4.34789. PMID: 25820894.

49. Parratte S., Ollivier M., Argenson J.N. Primary total knee arthroplasty for acute fracture around the knee. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(1S):S71-S80. doi: 10.1016/j.otsr.2017.05.029. Epub 2017 Dec 2. PMID: 29199087.

50. Piedade S.R., Pinaroli A., Servien E., Neyret P. TKA outcomes after prior bone and soft tissue knee surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(12):2737-43. doi: 10.1007/s00167-012-2139-7. Epub 2012 Jul 25. PMID: 22829329.

51. Lizaur-Utrilla A., Collados-Maestre I., Miralles-Muñoz F.A., Lopez-Prats F.A. Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis Secondary to Fracture of the Tibial Plateau. A Prospective Matched Cohort Study. *J Arthroplasty.* 2015;30(8):1328-32. doi: 10.1016/j.arth.2015.02.032. Epub 2015 Feb 28. PMID: 25795233.

52. Kester B.S., Minhas S.V., Vigdorchik J.M., Schwarzkopf R. Total Knee Arthroplasty for Posttraumatic Osteoarthritis: Is it Time for a New Classification? *J Arthroplasty.* 2016;31(8):1649-1653.e1. doi: 10.1016/j.arth.2016.02.001. Epub 2016 Feb 13. PMID: 26961087.

53. Ge D.H., Anoushiravani A.A., Kester B.S., Vigdorchik J.M., Schwarzkopf R. Preoperative Diagnosis Can Predict Conversion Total Knee Arthroplasty Outcomes. *J Arthroplasty.* 2018;33(1):124-129.e1. doi: 10.1016/j.arth.2017.08.019. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28939032.

54. Pinter Z., Jha A.J., McGee A., Paul K., Lee S., Dombrowsky A., Naranje S., Shah A. Outcomes of knee replacement in patients with posttraumatic arthritis due to previous tibial plateau fracture. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020;30(2):323-328. doi: 10.1007/s00590-019-02575-4. Epub 2019 Oct 12. PMID: 31606794.

55. Wang X.S., Zhou Y.X., Shao H.Y., Yang D.J., Huang Y., Duan F.F. Total Knee Arthroplasty in Patients with Prior Femoral and Tibial Fractures: Outcomes and Risk Factors for Surgical Site Complications and Reoperations. *Orthop Surg.* 2020;12(1):210-217. doi: 10.1111/os.12610. Epub 2020 Jan 20. PMID: 31958890; PMCID: PMC7031548.

56. Winter, A.R., Collins, J.E. & Katz, J.N. The likelihood of total knee arthroplasty following arthroscopic surgery for osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 18, 408 (2017).

57. Малышев Е.Е., Павлов Д.В., Горбатов Р.О. Эндопротезирование коленного сустава после переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России.* 2016; (1):65-73. doi:10.21823/2311-2905-2016-0-1-65-73. Malyshev E.E., Pavlov D.V., Gorbato R.O. Total knee arthroplasty after proximal tibia fracture. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2016;(1):65-73. (In Russian). doi:/10.21823/2311-2905-2016-0-1-65-73.

58. Houdek M.T., Shannon S.F., Watts C.D., Wagner E.R., Sems S.A., Sierra R.J. Patella Fractures Prior to Total Knee Arthroplasty: Worse Outcomes but Equivalent Survivorship. *J Arthroplasty.* 2015;30(12):2167-9. doi: 10.1016/j.arth.2015.06.001. Epub 2015 Jun 11. PMID: 26148835.

59. El-Galaly A., Haldrup S., Pedersen A.B., Kappel A., Jensen M.U., Nielsen P.T. Increased risk of early and medium-term revision after post-fracture total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2017;88(3):263-268. doi: 10.1080/17453674.2017.1290479. Epub 2017 Feb 14. PMID: 28464756; PMCID: PMC5434593.

60. Fuchs M., Effenberger B., Märdian S., Berner A., Kirschbaum S., Pumberger M. et al. Mid-Term Survival of Total Knee Arthroplasty in Patients with Posttraumatic Osteoarthritis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2018;85(5):319-324. English. PMID: 30383527.

**Куляба Тарас Андреевич** – д-р мед. наук, заведующий научным отделением патологии коленного сустава ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им.Р.Р.Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. taraskuliaba@mail.ru

**Корнилов Николай Николаевич** – д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ведущий научный сотрудник отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им.Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург; профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург. drkornilov@hotmail.com

**Банцер Сергей Александрович** – к.м.н. врач травматолог-ортопед, преподаватель кафедры травматологии и ортопедии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им.Р.Р.Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. serg249\_spb@mail.ru

**Сараев Александр Викторович** – канд.мед.наук, врач травматолог-ортопед, младший научный сотрудник отделения патологии коленного сустава, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им.Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. saraeff@mail.ru

**Санникова Екатерина Витальевна** – к.м.н. доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им.Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. sannikovaekaterina@rambler.ru

#### Information about the authors:

**Rasulov Magomed Sh.** – PhD Student, Orthopaedic Surgeon, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. magomed93r@yandex.ru

**Kulyaba Taras A.** – Dr. Sci. (Med.), Head of the Knee Pathology Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. taraskuliaba@mail.ru

**Kornilov Nikolai N.** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Chair of Traumatology and Orthopedics, Head of Knee Surgery Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; Assistant Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russia. drkornilov@hotmail.com

**Bancer Sergey A.** – Cand. Sci. (Med.), Lecturer, Chair of Traumatology and Orthopedics, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation. serg249\_spb@mail.ru

**Saraev Alexander V.** – Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Researcher, Knee Pathology Department, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia. saraeff@mail.ru

**Sannikova Ekaterina V.** – Cand. Sci. (Med.), associate professor at the Department of Traumatology and Orthopedics, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation. sannikovaekaterina@rambler.ru

#### Информация об авторах:

**Расулов Магомед Шамилович** – аспирант, врач травматолог-ортопед ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург. magomed93r@yandex.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.62-71

УДК 617.3

© Егиазарян К.А., Максимов Б.И., Аскеров А.А., Ведерников Н.Н., Матвиенко М.И., 2021

## СПИЦЕВОЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ

ЕГИАЗАРЯН К.А.<sup>1,а</sup>, МАКСИМОВ Б.И.<sup>2,б</sup>, АСКЕРОВ А.А.<sup>1,2,с</sup>, ВЕДЕРНИКОВ Н.Н.<sup>2,д</sup>, МАТВИЕНКО М.И.<sup>2,е</sup><sup>1</sup>ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова» Минздрава России, Москва, 117997, Россия<sup>2</sup>ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия

**Резюме.** Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) являются одними из наиболее часто встречающихся повреждений конечностей и в большинстве своем сопровождаются смещением отломков, требующим не только репозиции, но и фиксации. Одним из наиболее простых и малозатратных методов фиксации данных травм является спицевой остеосинтез.

**Целью работы** является обзор особенностей хирургической техники остеосинтеза ДМЭЛК спицами, а также анализ результатов лечения пациентов с применением данной методики.

**Материал и методы:** проведен анализ результатов хирургического лечения 107 пациентов с переломами ДМЭЛК путем остеосинтеза спицами Киршнера за период с июня 2018 по январь 2021 года. Средний возраст больных составил 58 +15,9. Среди исследованных пациентов было 86 женщин (80,4%) и 21 мужчина (19,6%). По классификации Fernandez переломы были распределены следующим образом: тип I – 84 пациента (78,5 %), тип II – 4 (3,7 %), тип III – 19 (17,8 %). Средний срок наблюдения за пациентами в послеоперационном периоде составил 36,9 недель. В отдаленном периоде оценивались рентгенологические (консолидация, волярная инклинация суставной фасетки лучевой кости, высота лучевой кости, лучевая инклинация, суставная конгруэнтность) и функциональные результаты, а также удовлетворенность пациентов лечением посредством опросника QuickDASH-9.

**Результаты:** У всех пациентов были получены рентгенологические признаки консолидации переломов в сроки до 6 недель после операции. В 7 (6,5%) случаях в послеоперационном периоде отмечалось воспаление в области одной или нескольких спиц, однако во всех случаях это состояние удалось купировать приемом антибиотиков. У 4 (3,7%) пациентов в результате ятрогенного повреждения чувствительной ветви лучевого нерва в процессе остеосинтеза в послеоперационном периоде отмечалась топическая неврологическая симптоматика по типу гипестезии. Во всех случаях чувствительность восстановилась в сроки от 3 месяцев до полугода с момента выполнения операции. Оценку динамики послеоперационного восстановления сгибательно-разгибательных движений в лучезапястном суставе, ротационных движений предплечья, силы схвата кисти, а также удовлетворенности пациентов исходами лечения с применением опросника QuickDASH-9 проводили через 1, 3 и 6 месяцев после остеосинтеза. Через 6 месяцев результаты лечения 74,8% прооперированных пациентов были расценены как отличные и хорошие, 22,4% - как удовлетворительные. 3 пациента (2,8%) несмотря на сращение переломов, остались разочарованы результатами проведенного лечения, не достигнув ожидаемой функции.

**Заключение.** Спицевой остеосинтез является эффективным и относительно безопасным способом хирургического лечения пациентов с внесуставными и простыми внутрисуставными переломами ДМЭЛК. Основными преимуществами подобной техники можно считать относительную простоту и малотравматичность. Немаловажным плюсом является и то, что извлечение спиц не требует повторной госпитализации и наркоза и выполняется в амбулаторных условиях.

**Ключевые слова:** перелом, дистальный метаэпифиз лучевой кости; спица Киршнера, Капанджи, остеосинтез

**Для цитирования:**

Егиазарян К.А., Максимов Б.И., Аскеров А.А., Ведерников Н.Н., Матвиенко М.И., СПИЦЕВОЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ// Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.61-70.

## K-WIRE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL RADIUS FRACTURES

ЕГИАЗАРЯН К.А.<sup>1,а</sup>, МАКСИМОВ Б.И.<sup>2,б</sup>, АСКЕРОВ А.А.<sup>1,2,с</sup>, ВЕДЕРНИКОВ Н.Н.<sup>2,д</sup>, МАТВИЕНКО М.И.<sup>2,е</sup><sup>1</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia<sup>2</sup>Moscow City Hospital #29 named after N.E.Bauman Department of health of Moscow city, Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia

**Abstract.** Distal radius fractures are one of the most frequent injuries of the extremities. Usually these fractures have any displacement, which need not only reposition, but also fixation. Percutaneous K-wire fixation is one of the most simple and low-cost method for the treatment of distal radius fractures.

**The aim of the study** is to review surgical technique of K-wire osteosynthesis of distal radius and to analyze the results of using this technique.

**Material and Methods.** We analyzed 107 patients with distal radius fractures (86 female (80,4 %) and 21 male (19,6%)) treated in the period from June 2018 to January 2021 using K-wire fixation. The mean age was 58 +15,9. Fractures were classified according to Fernandez classification system as type I – 84 cases

<sup>а</sup> E-mail: egkar@mail.ru<sup>б</sup> E-mail: dr.borismaximov@gmail.com<sup>с</sup> E-mail: aaa-77177@mail.ru<sup>д</sup> E-mail: v1917@list.ru<sup>е</sup> E-mail: drtraum.matvienko@yandex.ru

(78,5%), type II – 4 cases (3,7%) and type III – 19 cases (17,8%). The mean follow-up after the surgery was 36,9 weeks. X-rays (consolidation's signs, palmar tilt, radial height, radial inclination, joint congruency), functional results as well as QuickDASH-9 score were evaluated during follow-up period.

**Results.** Primary union of distal radius fractures which was confirmed by X-ray examination was achieved within 6 weeks after the surgery in all patients. 7 patients (6,5%) had a superficial pin site infection that resolved with oral antibiotics. In 4 cases (3,7%) in post-operative period, there was a problem with the sensitive branch of radial nerve due to iatrogenic damage (a decrease of skin sensitivity). In all that cases sensitivity fully recovered within 3 to 6 months. Dynamic assessment of post-operative recovery of flexion-extension of the wrist, rotation of the forearm, grip strength as well as QuickDASH-9 score were evaluated at 1, 3 and 6 months after the surgery. After 6 months 74,8% of patients had a good or excellent results, 22,4% - satisfactory. 3 patients (2,8%) stayed unsatisfied in terms of functional result despite the fracture healing.

**Conclusions.** K-wire osteosynthesis is effective and relatively safe method of surgical treatment for the patients with extraarticular and simple intraarticular fractures of distal radius. The main benefits of this technique are relatively simplicity, low invasiveness and possibility for wires removal on an outpatient basis.

**Key words:** fracture, distal radius; K-wire, Kapandji, osteosynthesis

#### For quoting:

Egjazaryan K.A., Maximov B.I., Askerov A.A., Vedernikov N.N., Matvienko M.I., K-WIRE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL RADIUS FRACTURES  
*Department of Traumatology and Orthopedics. 2021.№3(45). pp.61-70*

#### Введение

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) являются одними из наиболее часто встречаемых повреждений в клинической практике травматологов-ортопедов, достигая по данным литературы до 25% от общей структуры всех обращений за первичной медицинской помощью после травм [1-5]. Две трети этих переломов сопровождаются смещением и требуют репозиции костных отломков [6]. Однако, не только точность репозиции отломков, хотя она и первостепенна, но и их последующая фиксация должны рассматриваться как определяющие этапы современного лечения переломов ДМЭЛК, поскольку, и само повреждение, и его лечение оказывают непосредственное влияние на функционирование лучезапястного сустава и кисти, а неправильно сросшиеся переломы ДМЭЛК нередко могут заканчиваться инвалидизацией пациента [7,8,9]. Наиболее часто к этому приводит консервативное лечение в гипсовой повязке, поскольку в 75% случаев данный вид лечения не обеспечивает удержания репозированных костных отломков и заканчивается их вторичным смещением, а в 25% - сращением в порочном положении [10]. Тем не менее, исторически, большинство переломов ДМЭЛК лечилось консервативно, однако неудовлетворительные результаты такого подхода, а именно – резидуальные боли, деформация нижней трети предплечья, несращение переломов и даже инвалидность, заставили пересмотреть методы лечения данных повреждений. Поспособствовало этому и развитие остеосинтеза, как способа хирургической фиксации переломов костей. С этого момента начинается бурный рост применения различных методик внутренней фиксации переломов ДМЭЛК и прежде всего перкутанной фиксации при помощи спиц Киршнера, как наиболее простой и малозатратной [11]. Стоит, однако, оговориться, что данный способ фиксации подходил не для всех переломов и рассматривался как метод фиксации только лишь для нестабильных внесуставных и простых внутрисуставных переломов ДМЭЛК [12,13].

К неоспоримым преимуществам перкутанного остеосинтеза ДМЭЛК спицами, признаваемыми большинством специалистов, можно отнести меньшую длительность и травматичность операции, меньшую требовательность к травматологу с точки зрения его технических возможностей и хирургического опыта, а также меньшую себестоимость в сравнении с использованием погружных фиксаторов [14,15].

**Цель работы** является обзор особенностей хирургической техники остеосинтеза ДМЭЛК спицами, а также анализ результатов лечения пациентов с применением данной методики.

**Материал и методы.** Нами проведен анализ результатов хирургического лечения пациентов с переломами ДМЭЛК путем остеосинтеза спицами Киршнера за период с июня 2018 по январь 2021 года.

Для более точного статистического ретроспективного анализа полученных данных были определены следующие критерии включения в исследуемую группу:

- изолированный перелом дистального отдела костей предплечья;
- закрытый характер перелома;
- переломы типа I,II,III по классификации D.L.Fernandez;
- срок с момента травмы не более 7 дней;
- минимальный срок наблюдения с момента операции – 6 месяцев;
- согласие пациента.

Критериями исключения являлись:

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

Таким образом, в исследование были включены 107 пациентов с переломами ДМЭЛК, которым была выполнена хирургическая стабилизация переломов посредством спицевой фиксации.

Средний возраст больных составил 58 лет (с минимальными и максимальными значениями 28 и 76 лет соответственно). Среди исследованных пациентов было 86 женщин (80,4%) и 21 мужчина (19,6%). По классификации Fernandez преобладали переломы типа I. В зависимости от морфологии перелома варьировало и количество устанавливаемых спиц. Средний срок наблюдения за пациентами в послеоперационном периоде составил 36,9 недель. Основные характеристики изученных пациентов представлены в таблице 1.

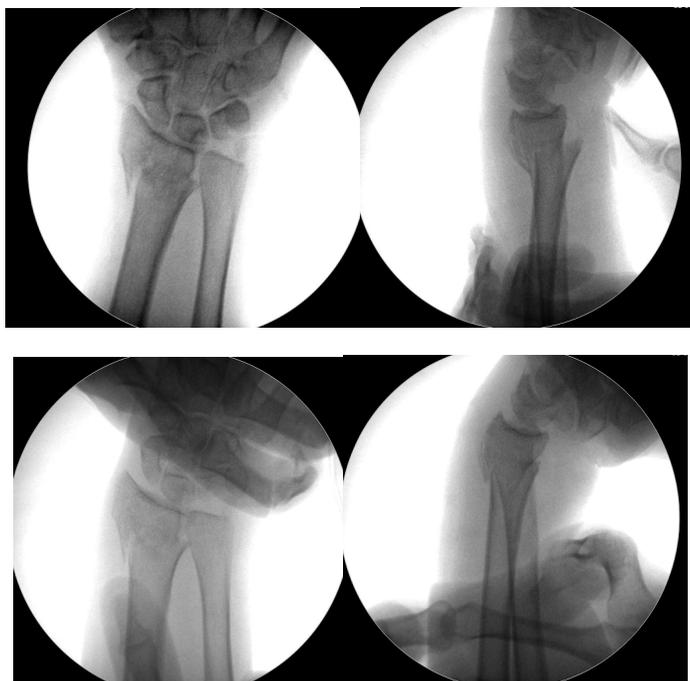
**Техника операции.** Операция выполнялась под проводниковой анестезией, с блокадой плечевого сплетения. Пациент располагается на спине, оперируемая верхняя конечность – на приставном рентген-прозрачном столике. Стоит заметить, что учитывая «закрытый» характер операции отсутствует необходимость применения обескровливающего жгута, что мо-

жет рассматриваться как безусловный плюс данной методики, исключая ятрогенное компрессионное повреждение магистральных нервных стволов. Важным элементом является рентген-контроль до начала операции, позволяющий оценивать репозируемость перелома закрытым ручным способом, а также качество этой репозиции (Рисунок 1).

Таблица 1

## Основные характеристики пациентов

| Показатели                                     |         | Все пациенты (n=107) |
|--|---------|----------------------|
| Пол, n (%)                                     | мужской | 21 (19,6%)           |
|  | женский | 86 (80,4%)           |
| Средний возраст, лет                           |         | 58 +15,9             |
| Тип перелома по классификации Fernandez, n (%) | I       | 84 (78,5%)           |
|  | II      | 4 (3,7%)             |
|  | III     | 19 (17,8%)           |
| Количество установленных спиц, n (%)           | 3       | 26 (24,3%)           |
|  | 4       | 64 (59,8%)           |
|  | 5       | 17 (15,9%)           |
| Средний срок наблюдения, недели                |         | 36,9+7,24            |



**Рисунок 1.** Оценка перелома и простоты репозиции дистального метаэпифиза лучевой кости закрытым ручным способом перед началом операции

Нередко это позволяет своевременно переориентировать план операции, перейдя от намеченной закрытой фиксации спицами к открытой репозиции и погружному остеосинтезу.

Перед заведением спиц необходимо создание точечного кожного доступа в месте предполагаемой их установки и выполнение мягкотканой диссекции при помощи деликатного сосудистого зажима непосредственно до кости, это позволяет минимизиро-

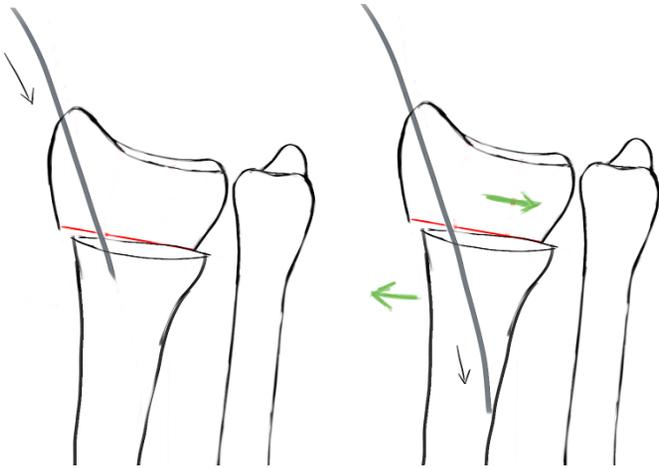
вать риск повреждения чувствительной кожной ветви лучевого нерва и подлежащих сухожилий, а также исключает чрезмерное натяжение кожи в области стояния спиц (Рисунок 2).

После выполнения доступа производили заведение первой спицы в области шиловидного отростка лучевой кости. При этом принципиально существует два варианта: если перелом отрепонирован полностью и в дополнительном репозирующем эффекте спиц нет необходимости, то спица может заводиться из дистального отломка в проксимальный как фиксирующий элемент (экстрафокальный остеосинтез), если же к фиксации требуется дополнительная репозиция – это может быть достигнуто путем введения спицы непосредственно в линию перелома (интрафокальный остеосинтез) в области шиловидного отростка под углом около 45 градусов к оси лучевой кости, по направлению от ее лучевого края к локтевому. Этим обеспечивается эффект подпорки для дистального отломка для восстановления и удержания инклинации лучевой кости (Рисунок 3).

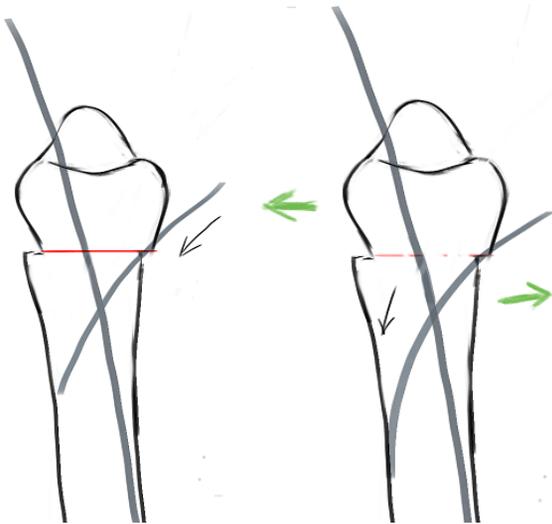


**Рисунок 2.** Формирование доступа в области шиловидного отростка лучевой кости перед заведением спицы Киршнера

В любом случае данный этап операции должен завершаться перфорацией этой спицы локтевого кортикального слоя лучевой кости для ее окончательной стабилизации. Далее аналогичным образом выполняли заведение спиц с тыльной стороны лучевой кости для удержания и восстановления ладонной инклинации лучевой кости (Рисунок 4).



**Рисунок 3.** Введение репонирующей спицы через линию перелома для восстановления инклинации лучевой кости при интрафокальном остеосинтезе



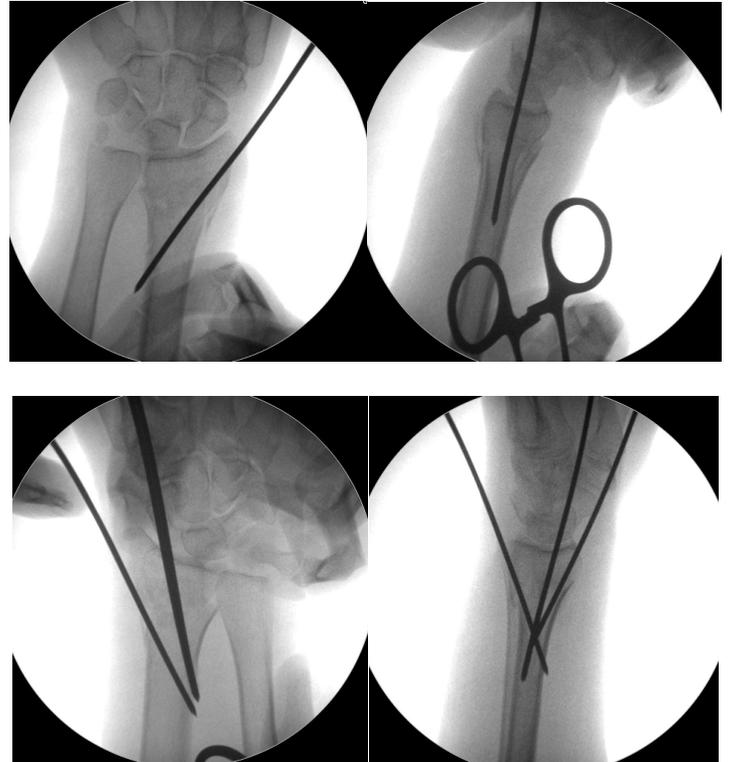
**Рисунок 4.** Введение тыльной репонирующей спицы через линию перелома для восстановления ладонной инклинации лучевой кости при интрафокальном остеосинтезе

Для придания большей жесткости фиксации, как правило, дополнительно устанавливали еще 1-2 спицы аналогичным образом. Раны промывали водным раствором антисептика и накладывали швы на кожу (Рисунок 5).



**Рисунок 5.** Вид конечности после завершения остеосинтеза и ушивания операционных ран

Стоит заметить, что на всех этапах операции необходимо осуществлять динамический рентген-контроль при помощи электронно-оптического преобразователя для оценки корректности позиционирования отломков и фиксации перелома спицами в двух проекциях (Рисунок 6).



**Рисунок 6.** Интраоперационный рентгенологический контроль этапов фиксации перелома ДМЭЛК спицами Киршнера

В послеоперационном периоде всем пациентам проводилась иммобилизация гипсовой лонгетой в течение 4 недель с последующим удалением спиц и незамедлительной мобилизацией кисти и лучезапястного сустава.

### Результаты

После выполнения остеосинтеза и выписки из стационара, минимальный период наблюдения за пациентами составил 6 месяцев. У всех пациентов были получены рентгенологические признаки консолидации переломов в сроки до 6 недель после операции. Оценка корректности консолидации проводилась исходя из нормальных значений рентген-анатомических параметров, таких как высота лучевой кости, ладонная инклинация суставной поверхности лучевой кости, и инклинация лучевой кости. Данные оценки основных рентгенологических результатов лечения пациентов представлены в таблице 2.

Оценку динамики послеоперационного восстановления сгибательно-разгибательных движений в лучезапястном суставе, ротационных движений предплечья и силы схвата кисти проводили через 1, 3 и 6 месяцев после остеосинтеза, соответствующие результаты представлены в таблице 3 и диаграмме 1 соответственно.

Таблица 2

## Рентгенологические результаты операций остеосинтеза ДМЭЛК спицами

| Изучаемый параметр           |                                       | Показатели (средние значения) |                            |                             |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                              |                                       | Сразу после остеосинтеза      | 1 месяц после остеосинтеза | 3 месяца после остеосинтеза |
| Рентгенологические параметры | Ладонная инклинация (в градусах)      | 10,78+1,07                    | 10,54+1,1                  | 10,53+1,11                  |
|                              | Высота лучевой кости (в мм)           | 10,93+1,34                    | 9,6+1,3                    | 9,52+1,27                   |
|                              | Инклинация лучевой кости (в градусах) | 19,99+2,97                    | 18,27+3,24                 | 18,21+3,25                  |

Таблица 3

## Динамика восстановления функций лучезапястного сустава и кисти после остеосинтеза спицами

| Функциональные параметры                   | Показатели (средние значения) |                             |                              |
|--|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|  | 1 месяц после остеосинтеза    | 3 месяца после остеосинтеза | 6 месяцев после остеосинтеза |
| Сгибание (в градусах)                      | 42,89+3,09                    | 52,93+10,2                  | 69,38+7,21                   |
| Разгибание (в градусах)                    | 31,97+6,32                    | 48,02+4,07                  | 59,13+3,57                   |
| Супинация (в градусах)                     | 42,75+4,54                    | 62,46+3,32                  | 78,5+2,3                     |
| Пронация (в градусах)                      | 55,8+2,84                     | 62,21+2,29                  | 71,94+2,05                   |
| Сила схвата (% от контралатеральной кисти) | 53,44+2,74                    | 68,07+2,52                  | 76,74+2,56                   |

Через 6 месяцев результаты лечения 74,8% прооперированных пациентов были расценены как отличные и хорошие, 22,4% - как удовлетворительные. 3 пациента (2,8%) несмотря на сращение переломов, остались разочарованы результатами проведенного лечения, не достигнув ожидаемой функции. Результаты оценки удовлетворенности пациентов исходами лечения через 1, 3 и 6 месяцев с применением опросника QuickDASH-9 представлены в таблице (Рисунок 4).

Стоит сказать и про осложнения: так в 7 (6,5%) случаях в послеоперационном периоде отмечалось воспаление в области стояния одной или нескольких спиц, однако во всех случаях это состояние удалось купировать приемом антибиотиков. У 4 (3,7%) пациентов в результате ятрогенного повреждения чувствительной ветви лучевого нерва в процессе остеосинтеза в послеоперационном периоде отмечалась топическая неврологическая симптоматика по типу гипестезии. Во всех случаях чувствительность восстановилась в сроки от 3 месяцев до полугода с момента выполнения операции.

**Клинический пример**

Пациентка П., 43 года, поступила с диагнозом: закрытый перелом ДМЭЛК левого предплечья со смещением отломков

(тип I по классификации Fernandez) (Рисунок 7). Через 2 суток выполнена операция – интрафокальный остеосинтез ДМЭЛК левого предплечья спицами Киршнера по методике Капанджи. Восстановление основных анатомических параметров дистального отдела предплечья по данным рентгенографии (Рисунок 8). Через 6 месяцев после операции отмечается полное восстановление амплитуды движений в лучезапястном суставе и предплечье (Рисунок 9).

Диаграмма 1

## Динамика восстановления объема движений предплечья и лучезапястного сустава после остеосинтеза спицами

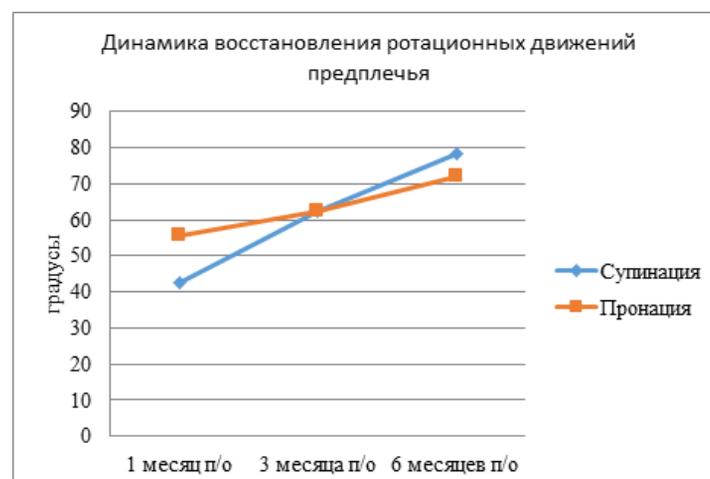
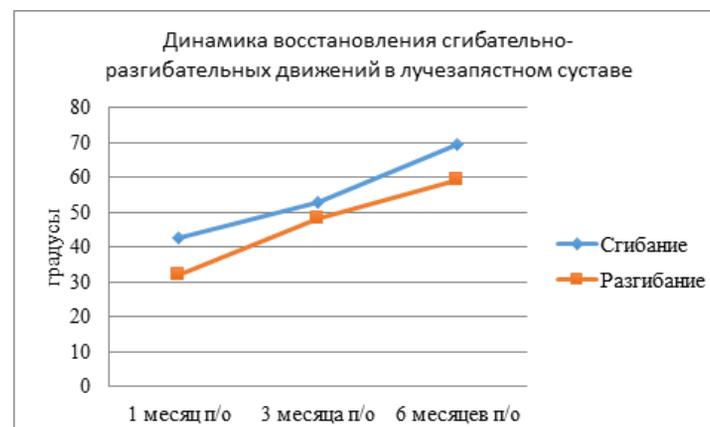


Таблица 4

## Оценка результатов удовлетворенности пациентов исходами лечения по опроснику QuickDASH-9

| Результат            | Количество пациентов, n (%) |                         |                          |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                      | 1 месяц после операции      | 3 месяца после операции | 6 месяцев после операции |
| Отличный             | 22 (20,6%)                  | 28 (26,2%)              | 29 (27,1%)               |
| Хороший              | 37 (34,6%)                  | 49 (45,8%)              | 51 (47,7%)               |
| Удовлетворительный   | 42 (39,3%)                  | 27 (25,2%)              | 24 (22,4%)               |
| Неудовлетворительный | 6 (5,5%)                    | 3 (2,8%)                | 3 (2,8%)                 |

## Обсуждение

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) являются вторыми по частоте переломами человеческого скелета и встречаются во всех возрастных группах [16]. Лечение пациентов с данными повреждениями сводится к устранению смещения костных отломков и фиксации их в корректном положении до наступления консолидации. На сегодняшний день среди множества существующих способов фиксации переломов ДМЭЛК выделяют следующие: гипсовая иммобилизация, перкутанная фиксация спицами, накостный остеосинтез волярными и тыльными пластинами (блокируемыми и неблокируемыми), мостовидный остеосинтез тыльными пластинами, внеочаговый остеосинтез аппаратами внешней фиксации, а также и комбинации вышеописанных методов. Многообразие это объясняется как вариабельностью самих переломов ДМЭЛК с точки зрения их морфологии и классификации, так и тем фактом, что все эти методы до сих пор эффективны при правильном использовании и, соответственно, не утратили своей актуальности [17,18]. И все же, пожалуй, самым частым методом лечения пациентов с переломами ДМЭЛК по-прежнему является консервативный, с применением гипсовой повязки на весь период сращения. К сожалению, данные литературы свидетельствуют о значительном проценте случаев вторичного смещения отломков в гипсовой повязке, наступающего по спаданию отека, которые не всегда своевременно диагностируются, приводя к сращению перелома в некорректном положении, а также к неудовлетворительным функциональным и косметическим результатам [10]. В силу этих причин хирургическое лечение переломов ДМЭЛК видится более предпочтительным. С целью сращения в корректном анатомическом положении, а также улучшения функциональных результатов лечения переломов ДМЭЛК со смещением, эти повреждения требуют репозиции костных отломков с последующей их внутренней фиксацией.

Одним из первых решений этой задачи в лечении переломов ДМЭЛК был метод фиксации отломков при помощи спиц Киршнера. Так в 1908 году Lambotte впервые публикует и описывает экстрафокальную спицевую фиксацию переломов ДМЭЛК [19]. Основным принципом, которой была фиксация перелома посредством чрезкожного введения спиц из дистального отломка в проксимальный. Данная методика обеспечивала большую стабильность костных отломков по сравнению с удержанием их

в гипсовой повязке, однако, не создавала должной жесткости фиксации, заканчиваясь, порой, вторичным смещением, что послужило поводом к дальнейшим поискам более надежного способа удержания отломков [20].

В 1976 году Adalbert Karandji впервые описывает интрафокальный способ фиксации двумя спицами, обозначая основные его преимущества перед предшествующей техникой экстрафокального пиннинга: простота выполнения, жесткость фиксации, обеспечивающая срастание перелома в корректном положении и предотвращающая вторичное смещение отломков, а также отсутствие необходимости в дополнительной внешней иммобилизации, позволяющее максимально быстро приступать к функциональной реабилитации [21]. Стоит заметить, что изначально данная методика была предложена и введена в практическое применение для лечения низкоэнергетических, внесуставных переломов ДМЭЛК с тыльным смещением отломков. Оригинальная техника интрафокального остеосинтеза спицами подразумевала первичное выполнение закрытой ручной репозиции для восстановления длины, оси и ротации поврежденного сегмента с последующим введением спицы непосредственно в линию перелома в области шиловидного отростка лучевой кости, по направлению от ее лучевого края к локтевому, обеспечивающей эффект подпорки для дистального отломка и восстановление инклинации лучевой кости. Аналогичным образом выполнялось заведение спицы и через линию перелома с тыльной стороны лучевой кости по направлению к ладонному кортикальному слою, обеспечивающее удержание восстановленной ладонной инклинации лучевой кости. Послеоперационный период подразумевал отсутствие внешней иммобилизации и незамедлительную мобилизацию кисти и лучезапястного сустава. Оригинальная техника, предложенная Karandji, получила широкую популярность в Европе, о чем свидетельствуют публикации того времени [22-25]. Последующие за этим многочисленные научные труды значительно расширили показания как к применению спицевого остеосинтеза ДМЭЛК, так и к дополнительной иммобилизации перелома в послеоперационном периоде, причем без потери в удовлетворенности пациентами результатами лечения [25,26].

Что же касается результатов применения данных методик, то одно из первых сообщений было опубликовано Epinette с соавторами на примере лечения 72 пациентов с внесуставными переломами ДМЭЛК: хирурги применяли двухспицевую технику Karandji без гипсовой иммобилизации в послеоперационном периоде. У 26% прооперированных пациентов наблюдались различные осложнения (вторичное смещение отломков, повреждения сухожилий, отечность и болевой синдром). Тем не менее, лишь у 7% из них итоговый неудовлетворительный результат был связан с этими осложнениями. 93% прооперированных пациентов не имели болевых ощущений по результатам лечения, у 80% полностью восстановилась сила схвата кисти и около 84% пациентов имели хорошие и отличные итоговые функциональные результаты. В работе впервые были опубликованы показания к применению спицевого остеосинтеза ДМЭЛК у пожилых пациентов и у пациентов с внутрисуставными типами переломов [22].



**Рисунок 7.** Рентгенография костей левого предплечья в 2-х проекциях и компьютерная томограмма лучезапястного сустава пациентки П., 43 лет перед операцией. Визуализируется внесуставной перелом ДМЭЛК с сохранением конгруэнтности дистального лучелоктевого сочленения (тип I по классификации Fernandez)



**Рисунок 8.** Рентгенография костей левого предплечья в 2-х проекциях после выполнения интрафокального остеосинтеза ДМЭЛК по Капанджи. Восстановлена нормальная рентген-анатомия дистального отдела предплечья.



**Рисунок 9.** Функциональный результат через 6 месяцев после операции

Изучив результаты лечения 159 пациентов с внесуставными переломами ДМЭЛК путем интрафокального спицевого остеосинтеза, Реугоух с соавторами сообщают об осложнениях, возникших в процессе этого лечения. Среди осложнений авторы описывают вторичное смещение отломков, миграцию спиц, инфекционные осложнения в области стояния спиц, повреждения чувствительной ветви лучевого нерва и сухожилий. Тем не менее, в 91% результаты лечения были расценены как хорошие и отличные, в 93% случаев был достигнут хороший и отличный объем движений в лучезапястном суставе и у 73% - хорошие и отличные рентгенологические результаты остеосинтеза [27].

По мере расширения показаний к хирургическому лечению переломов ДМЭЛК, происходило и некоторое модифицирование предложенного метода. Появляются сообщения о лечении пациентов с переломами ДМЭЛК путем интрафокального спицевого остеосинтеза, дополненного использованием третьей спицы, заводимой с тыльной поверхности лучевой кости, по ее медиальному краю. Показанием к применению этой третьей спицы хирурги считали фрагментацию тыльного кортикального слоя лучевой кости [27,28].

В 1987 году Karandji публикует 10-летний обзор результатов применения оригинальной техники, в котором закрепляет правомочность использования третьей задне-медиальной спицы для оскольчатых переломов ДМЭЛК, в том числе и с внутрисуставным компонентом [11]. В это же время появляются сообщения об успешном применении метода Karandji не только для переломов с тыльным смещением, но и об эффективности методики при смещении в ладонную сторону [29,30].

Fritz с соавторами впервые декларируют концепцию комбинированного экстра- и интрафокального спицевого остеосинтеза: при этом репозиция перелома достигается и удерживается за счет классического метода Karandji с дополнительной аугментацией перелома 1-2 спицами [31]. В 85% были получены отличные и хорошие результаты лечения, в 10% - удовлетворительные и в 5% - неудовлетворительные. Осложнения были получены в 23% случаев, наиболее частым из них была парестезия в результате повреждения чувствительной ветви лучевого нерва. Strohm с соавторами провели рандомизированное исследование сравнивая результаты лечения традиционного экстрафокального и комбинированного остеосинтеза, описанного Fritz, на примере 100 пациентов с внесуставными переломами ДМЭЛК: в группе пациентов с комбинированным экстра-интрафокальным остеосинтезом результаты лечения были значимо лучше [32].

Handol с соавторами проанализировав базу Cochrane касемо чрезкожного остеосинтеза ДМЭЛК спицами, сообщают, что несмотря на существование доказательств эффективности применения спицевого метода фиксации переломов ДМЭЛК, отсутствуют конкретные рекомендации относительно вида спицевой фиксации, а также показания к их использованию [33]. Отмечается также, что интрафокальный спицевой остеосинтез сопровождается большим риском осложнений, таких как потеря первичной репозиции, повреждения сухожилий и чувствительной ветви лучевого нерва и даже может осложняться развитием синдрома рефлекторной симпатической дистрофии.

Несмотря на то, что открытая репозиция и внутренняя фиксация переломов ДМЭЛК в нашей практической деятельности является наиболее широко применяемым способом лечения, использование экстра- или интрафокального остеосинтеза спицами, а также их комбинации по-прежнему применимо при определенных типах переломов и демонстрирует хорошие и отличные функциональные результаты. Неудовлетворительные результаты, полученные нами в процессе лечения пациентов с переломами ДМЭЛК путем спицевой фиксации, в большей степени были связаны с недооценкой морфологии перелома и выбором не совсем подходящего в данном случае типа фиксации.

Стоит заметить, что основным принципом остеосинтеза спицами является фиксация отломков, предотвращающая потенциальное повторное смещение и благоприятствующая тем самым анатомичному заживлению кости. Безусловно, наиболее легко этого достичь при лечении внесуставных, неоскольчатых переломов с большим дистальным фрагментом и хорошим качеством костной ткани. Тем не менее, методика применима и при внутрисуставных, многооскольчатых переломах ДМЭЛК, обязательным условием, однако, необходимо считать репози-

руемость перелома и возможность удержания этой репозиции на время введения спиц. Нерепонируемые закрытым способом комплексные внутрисуставные переломы не подлежат применению спицевого остеосинтеза, требуют открытой репозиции и внутренней фиксации погрузными имплантатами.

### Заключение

Ближайшие и отдаленные результаты, полученные нами в процессе лечения пациентов с переломами ДМЭЛК путем остеосинтеза спицами, свидетельствуют об эффективности данной методики при фиксации внесуставных и простых внутрисуставных переломов.

Привлекательность методу придают следующие факторы: отсутствие открытого доступа к месту перелома (сохранение надкостницы и гематомы в межотломковой зоне способствует оптимальному течению процессов остеорепарации), минимальная травматичность (отсутствие диссекции *m. pronator quadratus* обеспечивает сохранение активной стабилизации дистального лучелоктевого сочленения и кровоснабжения костных отломков), а также относительная простота реализации. Говоря о простоте реализации, мы, прежде всего, имеем в виду возможность выполнения фиксации костных отломков без использования специальных наборов инструментов, что выгодно отличает эту методику от других видов остеосинтеза. Немаловажным плюсом является и то, что извлечение спиц не требует повторной госпитализации и наркоза и выполняется в амбулаторных условиях, а это, на фоне тенденции к росту хирургической помощи пациентам с переломами ДМЭЛК, несет и экономические преимущества и способствует возрастанию интереса к спицевому остеосинтезу.

Тем не менее, нельзя считать данный вид вмешательства простым и относиться к его выполнению небрежно. Эта операция требует определенных навыков, опыта и знаний нормальной рентген-анатомии лучезапястного сустава.

**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., Ткаченко М.В., Иванов В.С., Жогина М.А., Лисин С.В., Мышкин И.А. Современные тенденции в диагностике и хирургическом лечении переломов дистального метаэпифиза лучевой кости (научный обзор). //Профилактическая и клиническая медицина. 2020; 2(75):33–44. [Khominet V.V., Tkachenko M.V., Ivanov V.S., Zhogina M.A., Lysin S.V., Myshkin I.A. Current trends in the diagnosis and surgical treatment of the distal radius fractures (review). *Preventive and clinical medicine*. 2020; 2(75):33–44 (In Russ)].
2. Rupp, M., Cambon-Binder, A., Alt, V., Feron, J.M. Is percutaneous pinning an outdated technique for distal radius fractures? *Injury*. 2019;50:30-35. doi: 10.1016/j.injury.2019.03.048.
3. Zong, S.L., Kan, S.L., Su, L.X., Wang, B., Kotnis, R., Waites, M.D., Fayomi, O., Dega, R. The use of a template to improve the management of distal radial fractures. *Emerg Med J*. 2005;22(8):554-7. doi: 10.1136/emj.2004.016360.

4. Chung, K.C., Spilson, S.V. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001;26:908-915. doi: 10.1053/jhsu.2001.26322.
5. Wilcke, M.K., Hammarberg, H., Adolphson, P.Y. Epidemiology and changed surgical treatment methods for fractures of the distal radius: a registry analysis of 42,583 patients in Stockholm County, Sweden, 2004-2010. *Acta Orthop.* 2013;84:292-296. doi: 10.3109/17453674.2013.792035.
6. Brogren, E., Petranek, M., Atroshi, I. Incidence and characteristics of distal radius fractures in a southern Swedish region. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:48. doi: 10.1186/1471-2474-8-48.
7. Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Сырцов В.В., Иванов В.С. Сравнительный анализ способов лечения больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости. //Травматология и ортопедия России. 2015. №2.С.5-15.[Khominecs V.V., Tkachenko M.V., Syrtsov V.V., Ivanov V.S. Comparative analysis of treatment technique in patients with distal radius fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*, 2015, no. 2, pp.5-15 (In Russ)]. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-5-15.
8. Esposito, J., Schemitsch, E.H., Saccone, M., Sternheim, A., Kuzyk, P.R. External fixation versus open reduction with plate fixation for distal radius fractures: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Injury.* 2013;44: 409-416. doi: 10.1016/j.injury.2012.12.003.
9. Obert, L., Rey, P.B., Uhring, N., Gasse, N., Rochet, S., Lepage, D., Serre, A., Garbuio, P. Fixation of distal radius fractures in adults: a review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013; 99(2):216-234. doi: 10.1016/j.otsr.2012.03.023.
10. Jordan, R.W., Naeem, R., Jadoon, S., Srinivas, K., Shyamalan, G. The value of manipulation of displaced distal radius fractures in the emergency department. *Acta Orthop Belg.* 2016. Aug; 82(2):203-209.
11. Kapandji, A. Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later. *Ann Chir Main.* 1987;6(1):57-63. doi: 10.1016/s0753-9053(87)80011-x.
12. Bales, J.G., Stern, P.J. Treatment strategies of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2012;28(2):177-84. doi: 10.1016/j.hcl.2012.02.003.
13. Jenkins, N.H., Mintowt-Czyz, W.J. Mal-union and dysfunction in Colles' fracture. *J Hand Surg (Br).* 1988;13(3):291-3. doi: 10.1016/0266-7681(88)90090-3.
14. Dzaja, I., MacDermid, J.C., Roth, J., Grewal, R. Functional outcomes and cost estimation for extra-articular and simple intra-articular distal radius fractures treated with open reduction and internal fixation versus closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation. *Can J Surg.* 2013;56(6): 378-384. doi: 10.1503/cjs.22712.
15. Shyamalan, G., Theokli, C., Pearse, Y., Tennent, D. Volar locking plates versus Kirschner wires for distal radial fractures – a cost analysis study. *Injury.* 2009;40(12): 1279-81. doi: 10.1016/j.injury.2009.02.018.
16. Chen, N.C., Jupiter, J.B. Current concepts review. Management of distal radial fractures. *J Bone Jt Surg Am.* 2007; 89(9):2051-2062. doi: 10.2106/JBJS.G.00020.
17. Koval, K., Haidukewych, G.J., Service, B., Zircibel, B.J. Controversies in the management of distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014;22:566-575. doi: 10.5435/JAAOS-22-09-566.
18. Lichtman, D.M., Bindra, R.R., Boyer, M.I., Putnam, M.D., Ring, D., Slutsky, D.J., Taras, J.S., Watters 3rd, W.C., Goldberg, M.J., Keith, M., Turkelson, C.M., Wies, J.L., Haralson 3rd, R.H., Boyer, K.M., Hitchcock, K., Raymond, L. Treatment of distal radius fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010;18(3):180-189. doi: 10.5435/00124635-201003000-00007.
19. Rayhack, J.M. The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures. *Orthop Clin North Am.* 1993 Apr;24(2):287-300
20. Naidu, S., Capo, J.T., Moulton, M., Ciccone 2nd, W., Radin, A. Percutaneous pinning of distal radius fractures: a biomechanical study. *J Hand Surg.* 1997; 22(2):252-257. doi: 10.1016/S0363-5023(97)80159-1.
21. Kapandji, A. Internal fixation by double intrafocal plate. Functional treatment of non articular fractures of the lower end of the radius (author's transl). *Ann Chir.* 1976;30(11-12):903-8.
22. Epinette, J.A., Lehut, J.M., Cavenaile, M., Bouretz, J.C., Decouxl, J. Pouteau-Colles fracture: double-closed "basket-like" pinning according to Kapandji. Apropos of a homogeneous series of 70 cases. *Ann Chir Main.* 1982;1(1): 71-83. doi: 10.1016/s0753-9053(82)80047-1.
23. Docquier, J., Soete, P., Twahirwa, J., Flament, A. Kapandji's method of intrafocal nailing in Pouteau-Colles fractures. *Acta Orthop Belg.* 1982;48(5): 794-810.
24. Kerboul, B., Le Saout, J., Lefevre, C., Miroux, D., Fabre, L., Le Noac'h, J.F., Rogero, J.M., Courtois, B. Comparative study of 3 therapeutic methods for Pouteau Colles' fracture. Apropos of 97 cases. *J Chir (Paris).* 1986;123(6-7):428-34.
25. Nonnenmacher, J., Kempf, I. Role of intrafocal pinning in the treatment of wrist fractures. *Int Orthop.* 1988;12(2):155-62.
26. Nonnenmacher, J., Neumeier, K. Intrafocal wiring of fractures of the wrist joint. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 1987;19(2):67-70.
27. Peyroux, L.M., Dunaud, J.L., Caron, M., Ben Slamia, I., Kharrat, M. The Kapandji technique and its evolution in the treatment of fractures of the distal end of the radius. Report on a series of 159 cases. *Ann Chir Main.* 1987;6(2): 109-22. doi: 10.1016/s0753-9053(87)80023-6.
28. Greeting, M.D., Bishop, A.T. Intrafocal (Kapandji) pinning of unstable fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am.* 1993;24(2):301-7.
29. Hoel, G., Kapandji, A. Osteosynthesis using intra-focal pins of anteriorly dislocated fractures of the inferior radial epiphysis. *Ann Chir Main Memb Super.* 1995;14(3):142-56. doi: 10.1016/s0753-9053(05)80312-6.
30. Guichet, J.M., Moller, C.C., Daute, J.G., Lascombes, P. A modified Kapandji procedure for Smith's fracture in children. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79(5): 734-7. doi: 10.1302/0301-620x.79b5.7620.
31. Fritz, T., Wersching, D., Klavara, R., Krieglstein, C., Friedl, W. Combined Kirschner wire fixation in the treatment of Colles fracture. A prospective, controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1999;119(3-4):171-8. doi: 10.1007/s004020050384.
32. Strohm, P.C., Muller, C.A., Boll, T., Pfister, U. Two procedures for Kirschner wire osteosynthesis of distal radial fractures. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(12):2621-8. doi: 10.2106/00004623-200412000-00006.
33. Handoll, H.H., Vaghela, M.V., Madhok, R. Percutaneous pinning for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Jul 18;(3):CD006080. doi: 10.1002/14651858.CD006080.pub2.

### Информация об авторах:

**Егизарян Карен Альбертович** – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, директор университетской клиники травматологии и ортопедии, ФГА-ОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия. 119049, E-mail: egkar@mail.ru

**Максимов Борис Игоревич** – к.м.н., заведующий отделением травматологии и ортопедии ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия, E-mail: dr.borismaximov@gmail.com

**Аскеров Артур Абдулгусейнович** – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии «Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, врач травматолог-ортопед ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия, E-mail: aaa-77177@mail.ru

**Ведерников Николай Николаевич** – врач травматолог-ортопед ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия, E-mail: v1917@list.ru

**Матвиенко Максим Игоревич** – врач травматолог-ортопед ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 имени Н.Э.Баумана» Департамента здравоохранения г. Москвы, Госпитальная пл. д.2, Москва, 111020, Россия, E-mail: drtraum.matvienko@yandex.ru

#### **Information about the authors:**

**Egiazaryan Karen A.** – Dr.Sci. (Med), Professor, Head of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery Chair, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. 119049. E-mail: egkar@mail.ru

**Maximov Boris I.** - Cand. Sci. (Med.), Head of the Trauma Department of Moscow City Hospital #29 named after N.E. Bauman, *Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia*, E-mail: dr.borismaximov@gmail.com

**Askerov Artur A.** – trauma surgeon of the Trauma Department of Moscow City Hospital #29 named after N.E. Bauman, *Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia*, E-mail: aaa-77177@mail.ru

**Vedernikov Nikolai N.** – trauma surgeon of the Trauma Department of Moscow City Hospital #29 named after N.E. Bauman, *Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia*, E-mail: v1917@list.ru

**Matvienko Maksim I.** – trauma surgeon of the Trauma Department of Moscow City Hospital #29 named after N.E. Bauman, *Gospitalnaya sq. 2, Moscow, 111020, Russia*, E-mail: drtraum.matvienko@yandex.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.72-77

УДК 617.3

© Лычагин А.В., Грицюк А.А., Корытин В. С., Червяков А.В., 2021

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ РАНЕНИЙ ГОЛЕНИ

*ЛЫЧАГИН А.В.<sup>1,a</sup>, ГРИЦЮК А.А.<sup>1,b</sup>, КОРЫТИН В. С.<sup>1,2,c</sup>, ЧЕРВЯКОВ А.В.<sup>3,d</sup>*

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) 119991, Москва, Россия

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение "3 Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневого" Министерства обороны Российской Федерации 143420, Московская область, городской округ Красногорск, п. Новый, д.1

<sup>3</sup> Федеральное государственное казенное учреждение здравоохранения «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации» (ГВКГ войск национальной гвардии) 143914, Московская область, Балашиха, Вишняковское шоссе, 101.

**Резюме.** Целью данного исследования было изучение отдаленных результатов лечения тяжелых повреждений и огнестрельных ранений голени, сочетающих в себе различные дефекты тканей голени, и анализ их с точки зрения последствий тяжелого течения раневого процесса.

**Материал и метод.** Проведен ретроспективный анализ 53 пациентов, проходивших лечение по поводу огнестрельных и тяжелых открытых ранений голени с обширными ранами мягких тканей и сегментарным дефектом большеберцовой кости более 5 см.

**Результаты.** Всем пациентам удалось устранить дефекты мягких тканей и заместить дефект большеберцовой кости в различные сроки после операции, при сравнительном анализе сроков консолидации средние величины составили в I группе 163,2±8,7 суток, во II группе – 189,6±15,3 суток и в III группе – 154,9±7,1 суток. Полное восстановление объема движений имело место лишь у 5 (9,4%) пациентов, незначительные нарушения функции суставов имели 13 (24,5%) раненых, умеренные - 20 (37,7%), значительные - у 15 (28,3%) раненых. Посттравматические контрактуры явились причиной переломов костей голени в отдаленном периоде (более 10 лет) у 10 пациентов, что составило 18,9%. Лечение проводили стержневым внеочаговым аппаратом, без вмешательства в области перелома, сроки консолидации не превышали обычные сроки сращения.

**Вывод:** лечение патологических переломов в области регенерата имеет особенности, но при полноценном восстановлении кожных покровов и мышечной манжеты, сращение таких переломов может протекать благоприятно.

**Ключевые слова:** ранения голени, дефект костей голени, осложнения ранений голени

### Для цитирования:

Лычагин А.В., Грицюк А.А., Корытин В.С., Червяков А.В., РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ И ПОСЛЕДСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ РАНЕНИЙ ГОЛЕНИ// Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.71-76

## TREATMENT RESULTS AND CONSEQUENCES OF LEG INJURY

*LYCHAGIN A. V.<sup>1,a</sup>, GRITSYUK A. A.<sup>1,b</sup>, KORYTIN V.S.<sup>1,2,c</sup>, CHERVJAKOV A. V.<sup>3,d</sup>*

<sup>1</sup>Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) 8 bld. 2 Trubetskaya st., 119991 Moscow, Russian Federation e-mail: rektorat@sechenov.ru

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Institution "3 Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 143420 Russia

**Summary.** The aim of this study was analysis the long-term results of treatment of severe injuries and gunshot wounds to the lower leg, which combine defects bone and soft tissues of the lower leg, and analyze them from the point of view of the consequences of the severe course of the wound process.

**Material and method.** A retrospective analysis was carried out of 53 patients treated for gunshot and severe open wounds of the lower leg with extensive soft tissue wounds and a segmental tibia bone defect of more than 5 cm.

**Results.** All patients managed to eliminate soft tissue defects and replace the defect in the tibia at various times after the operation; in a comparative analysis of the time of consolidation, the mean values were 163.2 ± 8.7 days in group I, and 189.6 ± 15.3 days in group II, and in group III - 154.9 ± 7.1 days. Complete restoration of range of motion was observed only in 5 (9.4%) patients, 13 (24.5%) wounded had minor joint dysfunctions, 20 (37.7%) had moderate dysfunctions, 15 (28.3%) had significant dysfunctions. ) wounded. Post-traumatic contractures caused fractures of the shin bones in the long-term period (more than 10 years) in 10 patients, which amounted to 18.9%. Treatment was carried out with a rod extra focal apparatus, without intervention in the fracture area, the consolidation time did not exceed the usual fusion time.

**Conclusion:** the treatment of pathological fractures in the regenerate area has features, but with a full restoration of the skin and muscle cuff, the fusion of such fractures can proceed favorably.

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

<sup>b</sup> E-mail: drgaamma@gmail.com

<sup>c</sup> E-mail: msk.dr.vadimsergeevich@gmail.com

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

**Key words:** lower leg injuries, lower leg bones defect, complications of lower leg injuries

**For quoting:**

Lychagin A.V., Gritsyuk A.A., Korytin V.S., Chervjakov A.V., TREATMENT RESULTS AND CONSEQUENCES OF LEG INJURY *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021. №3(45). pp.71-76

**Введение**

Тяжелые повреждения и огнестрельные ранения голени, не теряют своей актуальности последние десятилетия. Несмотря на то, что многие вопросы лечения таких повреждений разрабатывались, отработывались и многократно перерабатывались, проблема остается, и интерес исследователей не ослабевает [1-5].

Наиболее успешными методами зарекомендовали себя distractionный остеогенез по Г.А. Илизарову и свободная васкуляризованная пластика различными по составу лоскутами, которые позволяют заместить костные и мягкотканые дефекты тканей голени. Предложены различные варианты и алгоритмы применения и сочетания методик, которые позволяют ускорить или оптимизировать лечение, что положительно сказывается на результатах, хотя длительность реконструкции голени остается значительной, а последствия таких повреждений и методов лечения мало изучены [6-10].

Пациенты заканчивают лечение в специализированных стационарах, однако некоторые проблемы остаются, такие как рецидивы остеомиелита, укорочения или осевые деформации, контрактуры смежных суставов. После окончания лечения многие исследователи считают, что через год и более после выздоровления данные проблемы не находятся в прямой причинной связи с воспалением или переломом костей голени, а являются новым травматическим эпизодом. Однако, лечение таких повреждений имеет специфические трудности и проблемы, решить которые без специальной подготовки и понимания причинно-следственной связи с предыдущими повреждениями бывает достаточно трудно [11-16].

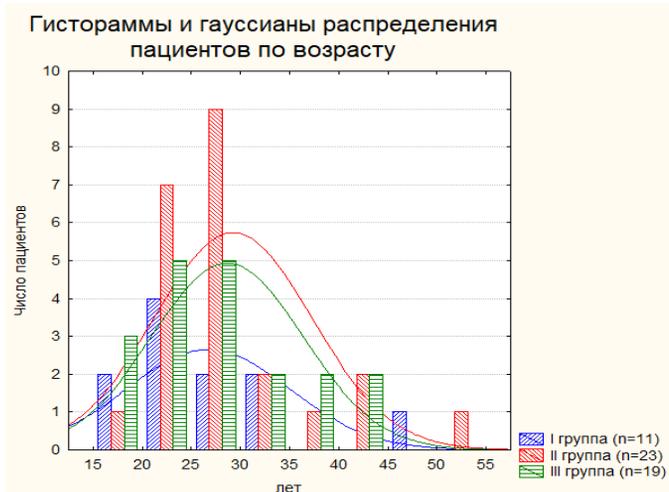
В доступной научной литературе мы не обнаружили работ, посвященных данной теме, что послужило основанием для выполнения данного исследования, целью которого было изучение отдаленных результатов лечения тяжелых повреждений и огнестрельных ранений голени, сочетающих в себе различные дефекты тканей голени, и анализ их с точки зрения последствий тяжелого течения раневого процесса.

**Материалы и методы**

Проведен ретроспективный анализ 53 пациентов, прошедших лечение в военном госпитале за период с 1995 года по 2010 года, по поводу огнестрельных и тяжелых открытых ранений голени с обширными ранами мягких тканей и сегментарным дефектом большеберцовой кости более 5 см. Пациенты были разделены на три группы, по критерию тактики оперативного лечения: в I группе 11 (20,8%) пациентам выполняли реконструкцию дефектов кости и мягких тканей голени одномоментной пересадкой свободного васкуляризованного лоскута с фрагментом ребра и последующим остеогенезом по Г.А. Илизарову [17]; II группу составили 23 (43,4%) пациента с аналогичными дефектами голени последовательно выполняли пластику мягкотканого дефекта, а вторым этапом distractionный осте-

огенез; III группа 19 (35,9%) пациентов, которым одномоментно выполнялась пластика дефекта мягких тканей и большеберцовой кости микрохирургическим методом.

Различия по гендерному признаку между группами были незначимыми ( $p > 0,05$ ) всего было мужчин 46 (86,8%) и 7 (13,2%) женщин, по возрасту составу группы также были близкими ( $p = 0,39$ ), что представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Распределение пациентов по группам и возрасту.

По механизму травмы 17 (32,1%) пострадавших имели открытые или закрытые переломы, осложненные остеомиелитом, повлекшим за собой утрату костной ткани и мягких тканей (в том числе после некрсеквестрэктомий); 36 (67,9%) раненых с огнестрельными ранениями (пулевые, осколочные, взрывные), которые имели первичные дефекты или последствиями остеомиелита, распределение пациентов по группам и этиологии дефекта тканей голени представлено в таблице 1.

**Таблица 1**

**Распределение больных по механизму травмы**

| Группы       | Огнестрельные ранения |      | Травма |      |
|--------------|-----------------------|------|--------|------|
|              | абс.                  | %    | абс.   | %    |
| I (n=11)     | 7                     | 63,6 | 4      | 36,4 |
| II (n=23)    | 17                    | 73,9 | 4      | 26,0 |
| III (n=19)   | 12                    | 63,2 | 7      | 36,8 |
| Итого (n=53) | 36                    | 67,9 | 17     | 32,1 |

Раны мягких тканей измеряли в длину и ширину, и вычисляли площадь по формуле прямоугольника, дефекты кости были сегментарными (циркулярными) и измеряли длину между отломками большеберцовой кости, малоберцовую кость не принимали во внимание. Разница в величине площади дефектов мягких тка-

ней в группах были незначимыми (рис. 2), а при сравнении длины костного дефекта имели место достоверные различия ( $p > 0,0414$ ) между I и III группами, что представлено на рисунке 3.

Всем пациентам удалось устранить дефекты мягких тканей и заместить дефект большеберцовой кости в различные сроки после операции, при сравнительном анализе сроков консолидации средние величины составили в I группе  $163,2 \pm 8,7$  суток, во II группе –  $189,6 \pm 15,3$  суток и в III группе –  $154,9 \pm 7,1$  суток, что представлено на рисунке 4.

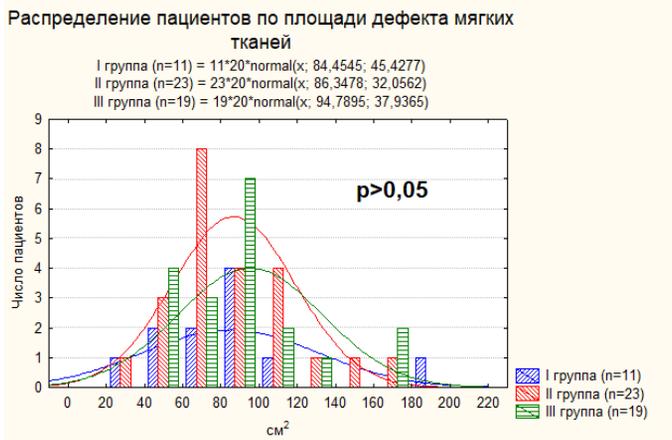


Рисунок 2. Распределение пациентов по величине площади дефекта мягких тканей.

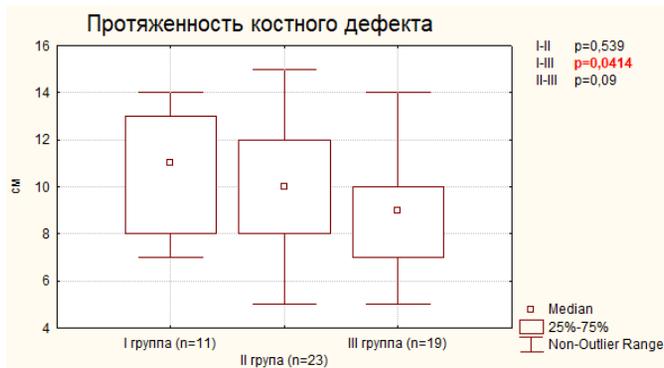


Рисунок 3. Распределение пациентов по длине костного дефекта.



Рисунок 4. Сравнение сроков консолидации большеберцовой кости в группах.

Самые большие сроки консолидации наблюдались во II группе пациентов, это было понятно, так как была предпринята последовательная тактика лечения, сначала добивались полного заживления раны мягких тканей, только после этого переходили к замещению дефекта кости. Учитывая полученные данные по срокам лечения можно заключить, что лечение пациентов в I группе было эффективнее, чем во II группе, а различия между I и III группами незначимы, однако, протяженность костного дефекта в III группе была достоверно меньше, чем в I группе ( $p = 0,0414$ ), что косвенно также свидетельствует о более высокой эффективности одномоментного лечения.

Другим критерием эффективности, помимо сроков лечения, является объем движений в смежных суставах: коленном и голеностопном. Травмы и ранения самих суставов (внутричуживные переломы) мы исключали, но при тяжести травмы и длительности лечения большое значение имеет данный показатель. Полное восстановление объема движений имело место лишь у 5 (9,4%) пациентов, незначительные нарушения функции суставов имели 13 (24,5%) раненых, умеренные – 20 (37,7%), значительные – у 15 (28,3%) раненых. Результаты представлены на рисунке 5.

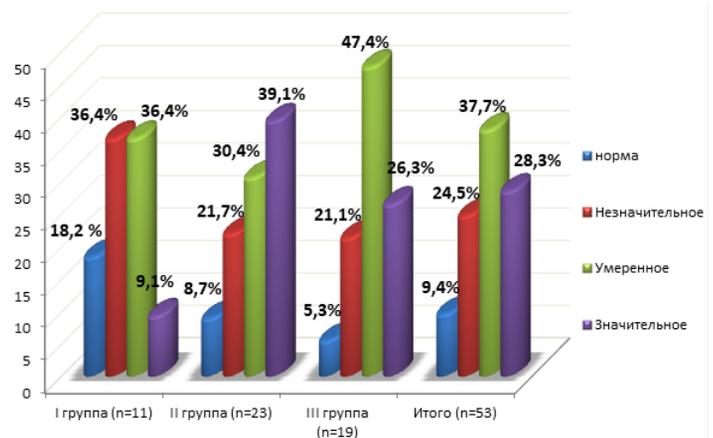


Рисунок 5. Анализ результатов амплитуды движений в коленном и голеностопном суставах в группах.

Из полученных данных видно, что незначительные нарушения встречались чаще в I группе, а значительные ограничения движений в смежных суставах – во II и в III группах. Таким образом контрактуры коленного и голеностопного суставов, после ранений и тяжелых травм диафиза костей голени, осложненных образованием дефектов кости и мягких тканей, оперативного лечения, образуются в 90 % случаев, даже при успешном лечении.

Среди других последствий тяжелых ранений и повреждений голени, остаточные укорочения (50,7%), осевые деформации (16%), рецидивы остеомиелита (6,3%), трофические нарушения (11,3%), наиболее частыми последствиями явились контрактуры (умеренные – 35,4%; значительные – 46,3%), особенно если рассматривать их как причину повторных операций [18, 19].

При динамическом наблюдении за пациентами в течение 10 лет после ранения, посттравматические контрактуры явились причиной повторных госпитализаций и операций. Принимая во внимание тяжелый характер ранений и осложненное длитель-

ное лечение, операций по поводу непосредственно контрактуры мы не выполняли, однако тугоподвижность в суставе нередко являлась причиной переломов костей голени в отдаленных случаях у 10 пациентов, что составило 18,9%. Лечение проводили стержневым внеочаговым аппаратом, без вмешательства в области перелома, сроки консолидации не превышали обычные сроки сращения.

Клиническим примером такого случая является история болезни раненого Г., 45 лет, который получил огнестрельное пулевое ранение правой голени, перелом обеих костей голени, осложненный остеомиелитом, по поводу чего он проходил лечение в течение 4 лет. Выполнялся остеосинтез аппаратом по Илизарову, течение раневого процесса неоднократно осложнялось обострением хронического остеомиелита костей голени и многочисленными операциями. В результате длительного лечения, переломы костей голени срослись (Рисунок 6), однако остеомиелитический очаг удалось ликвидировать только микрохирургической пересадкой торакодорзального лоскута (Рисунок 7), сформировалась выраженная контрактура голеностопного сустава.

В последующем пациент в течение 10 лет находился под динамическим амбулаторным наблюдением, проходил ежегодное обследование и санаторно-курортное лечение по поводу контрактуры голеностопного сустава.



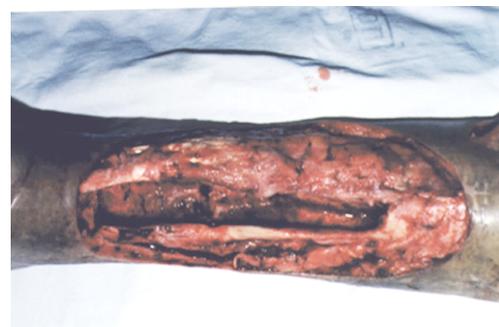
**Рисунок 6.** Раненый Г., а- рентгенограммы костей голени, б и в - вид раны голени и трофические изменения после снятия аппарата.

На протяжении данного периода пациент отмечал значительное ограничение движений в голеностопном суставе (в пределах 10 гр.) и периодически испытывал незначительные боли после нагрузки, продолжал работать, конечность функционально устраивала в хирургическом лечении не нуждался.

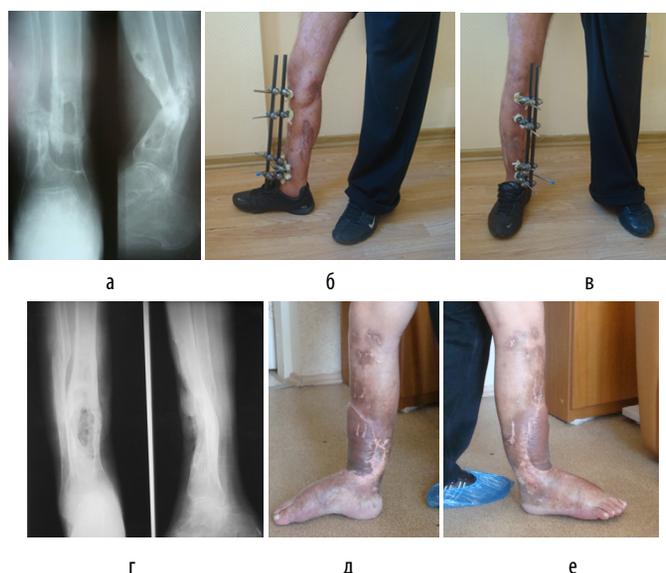
В дальнейшем (через 10 лет после окончания лечения по поводу ранения), при неловком движении (зацепился носком ботинка за эскалатор) упал и получил закрытый перелом в области регенерата правой большеберцовой кости (Рисунок 8).

Выполнен внеочаговый остеосинтез стержневым аппаратом, перелом сросся, функция правой нижней конечности восстановлена в прежнем объеме.

Заключение. Необходимо сказать, что лечение тяжелых повреждений и огнестрельных ранений голени в достаточно большом проценте случаев имеет определенные последствия, из которых наиболее часто встречается контрактура голеностопного сустава. Лечение такого рода посттравматических контрактур имеет большие сложности, но и отказ от него в отдаленном периоде может быть осложнен опасностью патологических переломов [20].



**Рисунок 7.** Раненый Г. А- интраоперационная картина: рана правой голени после некрэктомии, б- разметка торакодорзального лоскута, в- микроанастомозы (ув. 8 раз), г и д – вид конечности после заживления ран голени.



**Рисунок 8.** Раненый Г. А- рентгенограммы правой голени: перелом обеих костей голени, б и в – вид конечности после остеосинтеза стержневым аппаратом, г – рентгенограммы: перелом сросся, д и е - вид конечности по окончании лечения.

Вывод: лечение патологических переломов в области регенерата имеет особенности, но при полноценном восстановлении кожных покровов и мышечной манжеты, сращение таких переломов может протекать благоприятно.

**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. Хоминец В.В., Шукин А.В., Михайлов С.В., Шакун Д.А., Ендовицкая М.В., Захаров М.В. Опыт лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне некомпенсированной ишемии (клинический случай)//Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26. № 1. С. 153-163.
2. Зелянин А.С., Филиппов В.В., Дубров В.Э., Месхи К.Т., Келбан Д.И., Зелянин Д.А. Микрохирургическая аутотрансплантация тканей в лечении больных с поздними лучевыми поражениями, осложненными остеомиелитом большеберцовой кости//Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2018. Т. 6. № 4 (22). С. 6-16.
3. Слесаренко С.В., Бадюл П.А., Оксимец В.М., Ковбаса Е.А., Слесаренко Д.С. Случай успешной реконструкции критически поврежденной нижней конечности//Травма. 2017. Т. 18. № 5. С. 77-82.
4. Blazhenko A.N., Kurinny S.N., Mukhanov M.L., Afaunov A.A. CLINICAL OBSERVATION OF SUCCESSFUL TREATMENT OF A PATIENT WITH POLYTRAUMA AND OPENED FRACTURE OF UPPER ONE-THIRD OF LEFT LEG BONES OF TYPE IIIb ACCORDING TO GUSTILO-ANDERSON//Polytrauma. 2019. № 1. С. 70-74.
5. Белокрылов Н.М., Ладейщиков В.М., Шинкарик И.Г., Белокрылов А.Н., Ягочкин М.А. Тяжелое повреждение бедра и голени при автодорожной травме с дефектом кости и мягких тканей//Гений ортопедии. 2016. № 3. С. 73-76.
6. Неведров А.В. Пластика покровных тканей при оказании неотложной помощи пострадавшим с открытыми переломами костей голени//автореферат дис. ... кандидата медицинских наук / Центр. науч.-исслед. ин-т травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. Москва, 2015. -109 с.
7. Tahir M., Kumar S., Shaikh S.A., Jamali A.R. Comparison of Postoperative Outcomes Between Open Reduction and Internal Fixation and Ilizarov for Schatzker Type V and Type VI Fractures. Cureus. 2019 Jun 14;11(6):e4902. doi: 10.7759/cureus.4902.
8. Atif M., Mohib Y., Hasan O., Rashid H. In the cost-conscious era: Ilizarov circular frame or uniplanar external fixator for management of complex open tibia shaft fracture, retrospective cohort study from a level-1 trauma center. J Pak Med Assoc. 2020 Feb;70(Suppl 1)(2):S20-S23.
9. Omoke N.I., Ekumankama F.O. Incidence and Pattern of Extremity Fractures seen in Accident and Emergency Department of a Nigerian Teaching Hospital. Niger J Surg. 2020 Jan-Jun;26(1):28-34. doi: 10.4103/njs.NJS\_42\_19. Epub 2020 Feb 10.
10. Юдин В.А., Кривенко С.Н., Шпаченко Н.Н., Золотухин С.Е. Оптимизация тактики хирургического лечения переломов костей голени при политравме//Вестник неотложной и восстановительной хирургии. 2018. Т. 3. № 1. С. 93-98.
11. Кондратьев И.П., Кашанский Ю.Б., Поликарпов А.В., Цапенко В. Новый подход к профилактике гнойно-некротических и септических осложнений при остеосинтезе переломов дистального отдела голени//

Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. 2018. Т. 19. № 4. С. 1131-1142.

12. Оприщенко А.А., Бодаченко К.А., Штутин А.А. Тактика специализированно помощи раненым с огнестрельными переломами костей голени//Университетская клиника. 2018. № 4 (29). С. 17-21.

13. Лозовик И.П. Клинико-биомеханические особенности оперативного лечения открытых диафизарных переломов голени//автореферат дис. ... кандидата медицинских наук / Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского. Саратов, 2015. -124 с.

14. Khatri J.P., et al. Primary internal fixation in open fractures of tibia following high-velocity gunshot wounds: a single-centre experience. Int Orthop. 2020. PMID: 31392496

15. Lee C., Brodke D.J., Engel J., Schloss M.G., Zaidi S.M.R., O'Toole R.V., Gulbrandsen T., Hogue M., Badon J., Bergin P.E., Lirette S.T., Morelato J. Low-energy Gunshot -induced Tibia Fractures: What Proportion Develop Complications? Clin Orthop Relat Res. 2021 Mar 22. doi: 10.1097/CORR.0000000000001736.

16. Metcalf K.B., Smith E.J., Wetzel R.J., Sontich J.K., Ochenjele G. Comparison of Clinical Outcomes After Intramedullary Fixation of Tibia Fractures Caused by Blunt Trauma and Civilian Gunshot Wounds: A Retrospective Review. J Orthop Trauma. 2020 Jun;34(6):e208-e213. doi: 10.1097/BOT.0000000000001709.

17. Способ хирургической коррекции сложных комбинированных сочетанных дефектов кости и мягких тканей голени. Николенко В.К., Грицюк А.А., Брижань Л.К., Кострица А.Н., Червяков А.В. Патент на изобретение RU 2318461 С1, 10.03.2008. Заявка № 2006119372/14 от 05.06.2006.

18. Червяков А. В. Хирургическое лечение обширных дефектов тканей голени : диссертация ... кандидата медицинских наук.- Москва, 2009.- 101 с.

19. Грицюк А.А. Реконструктивная и пластическая хирургия боевых повреждений конечностей: диссертация ... доктора медицинских наук.- Москва, 2006.-347 с.

20. Rosas S., Gwam C.U., Araiza E.T., Roche M.W., Emory C.L., Carroll E.A., Halvorson J.J., Plate J.F. Economic impact of orthopaedic care for non-fatal gunshot wounds: analysis of a public health crisis. Ann Transl Med. 2021 Feb;9(3):210. doi: 10.21037/atm-20-1064.

### Информация об авторах:

**Лычагин Алексей Владимирович** – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); e-mail: dr.lychagin@mail.ru

**Грицюк Андрей Анатольевич** - доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), телефон 8-916-614-76-66, e-mail: drgaamma@gmail.com;

**Корыгин Вадим Сергеевич** - аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), врач травматолог-ортопед ФГБУ «3 ЦВКГ им. А.А. Вишневого» Министерства обороны Российской Федерации e-mail: msk.dr.vadimsergeevich@gmail.com

**Червяков Александр Витальевич** – кандидат медицинских наук, старший врач травматолог-ортопед ФГКУЗ «Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации». e-mail: alvitdoc@mail.ru

**Information about the authors:**

**Alexey Vladimirovich Lychagin** is Doctor of Medical Sciences, professor, Head of Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery, email: dr.lychagin@mail.ru

**Andrey Anatolyevich Gritsyuk** is Doctor of Medical Sciences, professor at Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery

Corresponding author: Andrey Anatolyevich Gritsyuk, email: drgaamma@gmail.com

**Korytin Vadim Sergeevich** - postgraduate student of the Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery; traumatologist-orthopedist of the Federal State Budgetary Institution "3 TsVKG im. A.A. Vishnevsky «of the Ministry of Defense of the Russian Federation, e-mail: msk.dr.vadimsergeevich@gmail.com

**Chervjakov Aleksandr Vitalyevich** - Candidate of Medical Sciences, Senior Physician, Traumatologist-Orthopedist of the Federal State Budgetary Institution of Health "Main Military Clinical Hospital of the Forces of the National Guard of the Russian Federation", e-mail: alvitdoc@mail.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.78-83

УДК 617.3

© Егиазарян К.А., Данилов М.А., Ратъев А.П., Бадриев Д.А., Казаков К.А., 2021

## ЛЕЧЕНИЕ МЕТАЭПИФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЯСТНЫХ КОСТЕЙ

ЕГИАЗАРЯН К.А.<sup>1,a</sup>, ДАНИЛОВ М.А.<sup>1,b</sup>, РАТЬЕВ А.П.<sup>1,c</sup>, БАДРИЕВ Д.А.<sup>1,d</sup>, КАЗАКОВ К.А.<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup>Кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, 117997, Россия

### Резюме:

**Актуальность:** Повреждения кисти представляют собой актуальную медицинскую проблему, так как могут приводить к длительной утрате общей трудоспособности (примерно у 30% пациентов), утрате профессиональной трудоспособности пациентов, трудовая деятельность которых связана с нагрузками на кисть (работники производственного сектора, спортсмены, музыканты, и другие профессии), снижению качества жизни и бытовой активности. Широкая распространенность и данные о неуклонном увеличении частоты и тяжести переломов пястных костей еще более подтверждают необходимость углубленного изучения проблемы переломов пястных костей.

**Цель исследования:** Анализ данных мировой литературы лечения пациентов с переломами пястных костей кисти.

**Материал и методы:** Используются источники иностранной и отечественной литературы за последние 15 лет. Выборка источников проводилась по ключевым словам: перелом пястной кости, многооскольчатый и оскольчатый перелом пястной кости кисти, остеосинтез пястных костей, интрамедуллярный остеосинтез пястных костей.

**Результаты:** Стандартным лечением пациентов с переломами пястных костей является экстремедуллярный остеосинтез, при многооскольчатых переломах пястных костей применяется спицевой остеосинтез (диафиксация). Однако данные способы лечения пациентов с переломами пястных костей имеют свои недостатки, такие как постоперационная контрактура, повышенный риск развития инфекционных осложнений, замедленное сращение пястных костей, миграция металлофиксаторов, невозможность надежной фиксации перелома при оскольчатых переломах, постоперационная невропатия, косметический дефект и ряд других.

**Обсуждение:** Анализ литературы показал, что максимально точно проведенная репозиция костных отломков, а также дифференцированный алгоритм лечения пациентов с переломами пястных костей с применением малоинвазивных методик позволяют сократить сроки сращения, улучшить результаты лечения. Также отсутствует алгоритм рационального выбора тактики хирургического лечения пациентов с оскольчатыми и многооскольчатыми переломами пястных костей кисти.

**Заключение:** Частым осложнением переломов костей кисти является формирование тугоподвижности в пястно-запястном и пястно-фаланговом суставах, развитие которой связано с длительной иммобилизацией. Проведенный анализ данных литературы показал, что нет строгого алгоритма лечения пациентов с переломами пястных костей, стандартное лечение не всегда позволяет достичь хорошего результата лечения, а также высокая частота осложнений подталкивают на проведение исследования.

**Ключевые слова:** пястная кость; внутрисуставной перелом; контрактура.

### Для цитирования:

Егиазарян К.А., Данилов М.А., Ратъев А.П., Бадриев Д.А., Казаков К.А., ЛЕЧЕНИЕ МЕТАЭПИФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЯСТНЫХ КОСТЕЙ// Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.77-82

## TREATMENT OF METAEPHISEAL FRACTURES OF THE METACARPAL BONES

EGIAZARYAN K.A.<sup>1,a</sup>, DANILOV M.A.<sup>1,b</sup>, RATIEV A.P.<sup>1,c</sup>, BADRIEV D.A.<sup>1,d</sup>, KAZAKOV K.A.<sup>1,e</sup>

<sup>1</sup>Russian National Research Medical University named by N.I. Pirogov, 117997, Moscow Russia

### Abstract:

**Background:** Hand injuries are an urgent medical problem, since they can lead to a long-term loss of general working capacity (in about 30% of patients), loss of professional working capacity of patients whose work activity is associated with loads on the brush (workers in the manufacturing sector, athletes, musicians, and other professions), a decrease in the quality of life and household activity. The wide prevalence and data on the steady increase in the frequency and severity of metacarpal fractures further confirm the need for an in-depth study of the problem of metacarpal fractures.

**The purpose of this article:** To analyze the data of the world literature on the treatment of patients with fractures of the metacarpal bones of the hand.

<sup>a</sup> E-mail: egkar@mail.ru

<sup>b</sup> E-mail: md.danilov@gmail.com.

<sup>c</sup> E-mail: anratiev@gmail.com

<sup>d</sup> E-mail: ill1dan@mail.ru

<sup>e</sup> E-mail: kirillkazakov\_92@mail.ru

**Material and methods:** The sources of foreign and domestic literature for the last 8 years were used. The selection of sources was carried out according to the keywords: metacarpal fracture, multi-comminuted and comminuted fracture of the metacarpal bone of the hand, metacarpal bone osteosynthesis, intramedullary metacarpal bone osteosynthesis.

**Results:** The standard treatment of patients with fractures of the metacarpal bones is extramedullary osteosynthesis, for multi-splintered fractures of the metacarpal bones, spoke osteosynthesis is used. However, these methods of treating patients with metacarpal fractures have their drawbacks, such as postoperative contracture, an increased risk of infectious complications, delayed fusion of the metacarpal bones, migration of metal fixers, the inability to reliably fix the fracture in comminuted fractures, postoperative neuropathy, cosmetic defect and a number of others.

**Discussion:** An analysis of the literature has shown that the most accurate bone fragment reposition, as well as a differentiated algorithm for treating patients with metacarpal fractures using minimally invasive techniques, can reduce the time of fusion and improve treatment results. There is also no reasonable algorithm for the rational choice of tactics for surgical treatment of patients with comminuted and multi-comminuted fractures of the metacarpal bones of the hand.

**Conclusion:** A frequent complication of fractures of the bones of the hand is the formation of stiffness in the metacarpal and metacarpophalangeal joints, the development of which is associated with prolonged immobilization. The analysis of the literature data showed that there is no strict algorithm for the treatment of patients with metacarpal fractures, standard treatment does not always allow achieving a good treatment result, and the high frequency of complications pushes for the study.

**Keywords:** metacarpal bone; intra-articular fracture; contracture.

#### For quoting:

Egiazaryan K.A., Danilov M.A., Ratyev A.P., Badriev D.A., Kazakov K.A., TREATMENT OF METAEPHYPHYSEAL FRACTURES OF THE METACARPAL BONES *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021. №3(45). pp.77-82

#### Актуальность

В структуре травматических поражений кисти распространенность переломов пястных костей составляет 50%–65% [1]. Имеются также сведения о том, что суммарно переломы фаланговых и пястных костей представляют собой одну из наиболее частых локализаций переломов, достигая в сумме 10% всех травматических костных повреждений [2]. Наряду с переломами запястья они составляют значительную часть всех переломов костей верхних конечностей [3]. Данные эпидемиологических исследований проблемы травматизма в Российской Федерации свидетельствуют о высокой зависимости частоты, особенностей патогенеза и семиотики таких повреждений от возраста пострадавшего, характера трудовой деятельности и ряда других факторов [4].

Значительная часть переломов пястных и фаланговых костей носит внутрисуставной характер [5]. При этом суммарная частота вовлечения в патологический процесс суставов достигает 20%, что существенным образом сказывается на исходах заболевания, проявляясь, в частности, увеличением сроков временной утраты трудоспособности [6]. Большинство пострадавших с переломами костей кисти получают амбулаторное лечение, включая закрытую репозицию и иммобилизацию гипсом.

Существенно реже используются аппараты внешней фиксации и различные варианты погружного остеосинтеза [7]. Недостаточно надежная фиксация костных отломков, даже в условиях адекватной репозиции, существенно влияет на отдаленные результаты лечения. У 15,2–17% пострадавших наблюдается вторичное смещение отломков, формирование фиброзирующего процесса, в том числе вовлечение сухожилий в периостальную мозоль, а также развитие контрактур межфаланговых суставов [8,9]. Совокупность указанных причин ассоциирована с увеличением сроков нетрудоспособности, а также с пролонгированием периода проведения медицинской реабилитации, длительность которого у 10,5–13,6% пациентов составляет 4–7 месяцев и более [10]. В общей структуре пациентов специализированных отделений для лечения больных с патологией кисти от 20% до 30% проходят лечение в связи с наличием последствий травмы, в том

числе у 25–35% эти последствия связаны с переломами пястных костей [11]. Установлено также, что переломы на уровне головки и шейки пястных костей составляют 74% [12].

Целью нашего исследования явилось анализ публикаций за последние 5 лет в PubMed по запросам: переломы пястных костей, лечение переломов пястных костей, внутрисуставные переломы пястных костей.

Материал и методы: выполнен анализ данным отечественной и зарубежной литературы из доступны источников за последние 15 лет.

Считается, что примерно 60% всех больных с переломами костей кисти получают амбулаторное лечение, включая закрытую репозицию и наружную иммобилизацию при помощи гипсовой лонгеты. Существенно реже применяются погружной остеосинтез, а также стабилизация костных отломков с использованием аппаратов внешней фиксации. Не всегда достаточная надежность прочности фиксации костных отломков даже в условиях адекватной репозиции костных отломков, существенно влияет на отдаленные результаты лечения. Считается, что у 15,2–17% больных наблюдается вторичное смещение отломков, формирование фиброзирующего процесса, в том числе, вовлечение сухожилий в периостальную мозоль, а также развитие контрактур межфаланговых суставов. Указанные причины влекут за собой увеличение сроков нетрудоспособности, пролонгирование начала медицинской реабилитации, длительность которой у 10,5–13,6% пациентов составляет 4 месяца и более [13]. Имеются данные о том, что в общей структуре пациентов специализированного отделения для лечения больных с патологией кисти от 20% до 30% составляют больные с последствиями переломов [14].

Сложную проблему выбора оптимальной тактики ведения больного, предупреждения осложнений и восстановления нарушенных функций представляют собой переломы костей кисти, сопровождающиеся раневой инфекцией (открытые переломы, травматические ампутации, обширные повреждения покровных тканей), а также нарушением целостности артериальных стволов с декомпенсацией регионарного кровообращения.

Существует ряд сравнительных исследований, посвященных эффективности лечения метаэпифизарных переломов дистального отдела пястных костей кисти.

Так, в одном из первых исследований, опубликованном в 2010 г., приняли участие 78 пациентов с переломами пястных и фаланговых костей кисти. Пациенты были поделены на две группы. В первой группе (n=39) было применено лечение с использованием низкопрофильной пластины и винтовой системы (группа винтовой системы (LPP). Пациенты из второй группы (n=39) прооперированы с помощью спицы Киршнера (группа K-wire).

В первой группе зафиксировано три случая поломки винтов, также в данной группе потребовалось проведение иммобилизации в течение 9 недель, в то время как средние сроки иммобилизации во второй группе были значительно меньше и составили 4 недели. Время сращения перелома в группе (LPP) составило 2,6 +/- 1,6 месяца, время сращения перелома при фиксации K-wire – 1,6 +/- 0,6 месяца. В обеих группах все переломы срослись, но в группе винтовой системы (LPP) отмечен один случай замедленной консолидации перелома. Общее активное сгибание составило 235 градусов и 243 градуса в группах группа винтовой системы (LPP) и K-wire соответственно. В обеих группах у пациентов получены хорошие показатели амплитуды движений, однако в группе LPP продолжительность иммобилизации оказалась значительно дольше, а возможность поломки винтов привела к незначительным осложнениям реабилитации пациентов [15].

В 2008 году опубликована серия клинических случаев пациентов с многооскольчатыми метаэпифизарными переломами пястных костей (n=51). Минимальный срок наблюдения составил 1 год. В исследовании участвовало 37 пациентов мужского и 14 пациентов женского пола, средний возраст составил 38 лет (от 14 до 63 лет). Всем пациентам выполнен остеосинтез пястных костей пластиной.

Сращение костей было успешно достигнуто у всех пациентов в среднем за 2,6 месяца. Послеоперационные осложнения возникли у 5 пациентов, в том числе повторное смещение перелома у 2 пациентов, коллапс и рассасывание головки у 2 и поверхностная инфекция мягких тканей. Пластины были удалены в 30 случаях. Послеоперационная сила захвата в среднем составила 87% от контралатеральной стороны [16].

В 2018 году Derek Daniel Reformat в клинике Bellevue опубликовали исследование, в которое были включены 158 пациентов. В исследовании сравнивались остеосинтез винтами и фиксации отломков спицами Киршнера при переломах фаланг или пястных костей. В среднем пациентов наблюдали 113 дней. Остеосинтез винтом использовался в 17 случаях (19%) из 90 переломов пястных костей и в 5 случаях (5%) из 102 переломов фаланг. При проведении остеосинтеза спицами время операции значительно уменьшалось (59 против 135 минут, 84 против 149 минут, соответственно, для пястных костей и фаланг пальцев), а период иммобилизации, наоборот, оказался продолжительнее (37 против 15 дней, 34 против 18 дней соответственно, для пястных костей и фаланг пальцев). Полное восстановление объема движений и возвращение к работе были одинаковыми незави-

симо от типа вмешательства при обоих типах переломов. Несмотря на более короткие периоды иммобилизации, остеосинтез винтами не привёл к улучшению объема активных движений или уменьшению периода нетрудоспособности [17].

В 2017 г. Jun-Ku Lee с соавторами у 13 пациентов (12 мужчин, 1 женщина, средний возраст 21 год) применили погружной остеосинтез при переломах головки пястной кости со смещением отломков и провели анализ клинических и рентгенологических результатов. Средний срок наблюдения составил 12,5 месяцев. Были проанализированы показатели амплитуды движения, плеча и кисти по субъективной оценки функции верхней конечности (Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure - DASH), функциональные результаты рентгенограммы были исследованы на предмет сохранения конгруэнтности суставов и сращения переломов. У всех пациентов по данным контрольных рентгенограмм переломы срослись, ни у одного пациента не было выявлено значительного смещения отломков или дегенеративных изменений. Авторы предлагают точную репозицию и стабильную фиксацию для улучшения функциональных результатов при переломах головки пястной кости [18].

В 2016 году была опубликована статья минимальная инвазивная техника фиксации для отдельных пациентов с переломом пятой пястной кости. Целью исследования было сравнить краткосрочные результаты лечения переломов шейки пятой пястной кости с использованием малоинвазивной хирургической фиксации и метода шинирования золотого стандарта у выбранной группы пациентов. В исследовании приняли участие 24 пациента мужского пола (средний возраст: 28 лет, диапазон: 18-46 лет), пациенты разбивались на две группы: хирургическое лечение и группа шинирования (U-образный локтевой лонгетой). Использовался опросник для оценки удовлетворенности пациентов и функциональности конечностей на 30-й и 45-й дни. Short Form-Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score (DASH). Объем движений суставов измерялся на 45-е сутки. Данные функциональной и радиологической оценки были проанализированы статистически. Результаты данного исследования показали, среднее время выхода на работу в первой группе составило 33,6 дня. Средний балл DASH на 30-й день наблюдения составил 69,5, тогда как на 45-й день наблюдения - 39,3. Рентгенологические данные показали коррекцию среднего ладонного угла с 43 ° до 8 ° при последующем наблюдении в группе, подвергшейся хирургическому лечению. Первоначальное укорочение пястной кости с 9,3 мм улучшилось до 0,5 мм при заключительном осмотре. Что касается общего сгибания оперированной конечности составило 94%, а разгибание - 95,5% при измерении по сравнению со значениями здоровой стороны при контрольных наблюдениях на 45-й день. Среднее время выхода на работу составило 3,9 дня. Средний балл Quick-DASH на 30-й день наблюдения составил 2,96, тогда как он был отмечен как 0,69 на 45-й день наблюдения. Подводя выводы, авторы рекомендуют антеградную интрамедуллярную фиксацию спицами, который сводит к минимуму функциональную потерю и позволяет раньше вернуться к повседневной деятельности офисным работникам, перенесшим перелом шейки пятой пястной кости [18].

Так же в 2017 году провели исследования лечение переломов шейки пятой пястной кости антеградным одиночным эластичным интрамедуллярным штифтом. Целью исследования было изучить клинические исходы переломов пятой пястной кости с использованием антеградного одиночного эластичного гвоздя и изучить идеальную точку ввода, чтобы избежать повреждения локтевого нерва. Результаты проведенного исследования показали, что все переломы перешли в костное сращение. Среднее общее пассивное движение составляло  $285^\circ$ , а среднее общее активное движение составляло  $270^\circ$ . Средний угол наклона уменьшился с  $50,2 \pm 6,3^\circ$  до операции до  $7,4 \pm 2,3^\circ$  после операции ( $p < 0,001$ ). После операции средний балл по шкале DASH составил  $2,1 \pm 3,6$  балла. Наблюдалось два случая раздражения кожи и один случай повреждения дорсальной кожной ветви локтевого нерва. Исходя из этого авторы статьи приходят к выводу совокупности антеградный одиночный эластичный интрамедуллярный гвоздь был малоинвазивным и надежным методом фиксации при переломах шейки пятой пястной кости с дорсальным углом более  $45^\circ$  [19].

В 2019 году авторами Christina M Beck был проведен анализ обзора литературы. Которые описали метод лечения интрамедуллярная фиксация оскольчатого субкапитального перелома пястной кости с использованием компрессионного винта без головки. Целью этого исследования было выявить и оценить все исследования, в которых сообщалось о клинических результатах интрамедуллярной винтовой фиксации переломов пястных костей. Было идентифицировано девять статей, всего 169 переломов пястной кости. Средний возраст пациентов составил 32 года; 86,5% пациентов составляли мужчины; и большинство переломов произошло на пятом пальце (74 процента). Большинство переломов произошло в области шейки пястной кости ( $n = 66$ ), и голове ( $n = 10$ ). Средний срок наблюдения составил 11 месяцев со средним сгибанием пястно-фалангового сустава  $86$  градусов ( $n = 83$ ) и общим активным движением пальцев  $251$  градус ( $n = 72$ ). Консолидация по рентгенограмме было достигнуто в 100% зарегистрированных случаев ( $n = 132$ ). О серьезных осложнениях не сообщалось. Сообщалось о девяти незначительных осложнениях, в том числе о четырех случаях удаления металлоконструкции у бессимптомных пациентов. Таким образом, обзор данной литературы предполагает, что интрамедуллярная фиксация переломов шейки и диафиза пястной кости с помощью компрессионных винтов без головки на сегодняшний день оказалась безопасным и успешным вариантом хирургического лечения, приводящим к отличным клиническим результатам [20].

В 2009 были приведены результаты антеградного интрамедуллярной фиксации спицами Киршнера субкапитального перелома пятой пястной кости по методике Фушера. Как описывают авторы статьи – это закрытая репозиция с интрамедуллярной фиксацией спицы Киршнера двумя изогнутыми спицами по методике Фушера. За период с 2003 по 2006 было применено лечение 126 дистальных переломов пястных костей по указанной методике с помощью спиц Киршнера 1,2 мм. В ретроспективном исследовании авторам удалось обследовать 41 пациента. Исследование включало объективные параметры, такие как сила захвата и амплитуда движений, а также субъективные параметры

с использованием шкалы DASH. Авторами была создана анкеты для проверки индивидуальной удовлетворенности оперативной процедурой. 41 пациент (94%) был удовлетворен или очень доволен результатом операции, а 35 (79%) были удовлетворены или очень довольны местной анестезией.

Подавляющему большинству пострадавших с неосложненными внесуставными переломами пястных костей и фаланг пальцев кисти, у которых тяжесть повреждений составляет 2–10 баллов по шкале (national institutes of health stroke scale- HISS), специализированная медицинская помощь оказывается в амбулаторных условиях [21]. В 68–80% случаев применяются консервативные методы лечения, которые заключаются в проведении закрытой репозиции и внешней иммобилизации с использованием гипсовых повязок или лонгет, шин из термопластика.

**Заключение.** Анализ литературы показал, что определенная тактика лечения с восстановлением полной функции кисти на сегодняшний день отсутствует. Несмотря на накопленный значительный опыт лечения пострадавших с переломами костей кисти, на сегодняшний день единый взгляд не сформирован, существуют различные подходы к лечению пациентов с такими переломами [23]. Анализ научной литературы позволяет сделать вывод, что примерно 60% всех пострадавших с переломами костей кисти получают амбулаторное лечение, включая закрытую репозицию и наружную иммобилизацию при помощи гипсовой лонгеты. Существенно реже применяются стабилизация костных отломков с использованием аппаратов внешней фиксации [23].

А также, отсутствует единое мнение хирургов о лечении профильной категории пациентов, отсутствует единая тактика обследования и лечения пациентов с такими видами переломов пястных костей кисти. Недостаточно обоснован подход к выбору метода лечения пациентов.

**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. Garala, K. The epidemiology of fractures of the scaphoid: impact of age, gender, deprivation and seasonality / K. Garala, N.A. Taub, J.J. Dias // Bone Joint J. – 2016. – Vol. 98-B. – № 5. – P. 654–659.
2. Bernstein, M. Hand fractures and their management: an international view / M. Bernstein, K. Chun. // Injury. – 2006. – Vol. 37. – № 11. – P. 1043–1049.
3. Фоминых, А.А. Хирургическая тактика при повреждениях и заболеваниях суставов кисти: Автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 14.00.22 / Фоминых Андрей Анатольевич. – Новосибирск; 1998. – 22 с.
4. Chung, K. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States / K. Chung, S. Spilson // J Hand Surg Am. – 2001. – Vol. 26. – № 5. – P. 908–915.
5. Коршунов, В.Ф. Хирургическое лечение последствий внутрисуставных повреждений и заболеваний суставов пальцев кисти / В.Ф. Коршунов, П.М. Кириаку // Российский медицинский журнал. – 2014. – Т. 20. – № 9. – С. 16–21.

6. Неверов, В.А. Основные принципы лечения закрытых переломов трубчатых костей кисти. Трансплантация и имплантация в хирургии крупных суставов: сб. науч. работ. Н. Новгород, 2000. – С. 82–83.4.

7. Юлов, В.В. Оскольчатые внутрисуставные переломы и их последствия: диагностика, лечение, реабилитация (Клинико-экспериментальное исследование). Автореферат дис. доктора медицинских наук: 14.01.15 / Юлов Владимир Владимирович. – Москва, 2013. – 47 с.

8. Зердеджи, М.И. Применение остеосинтеза спицами при открытых оскольчатых переломах фаланг и пястных костей / М.И. Зердеджи, И.Н. Мигулева, И.П. Клюквин // Врач. – 2008. – № 6. – С. 80–82.

9. Егиазарян, К.А. Анализ оказания специализированной медицинской помощи больным с повреждениями и заболеваниями кисти в городе Москве и пути ее оптимизации / К.А. Егиазарян, Д.А. Магдиев // Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. – 2012. – № 2. – С.8–12.7.

10. Обухов, И.А. Система внешней фиксации в реконструктивно-восстановительной хирургии кисти: Автореферат дис. ... доктора медицинских наук: 14.00.22 / Обухов Игорь Азарьевич. – Пермь, 2002. – 40 с.

11. Мигулева, И.Ю. Первый опыт лечения закрытых переломов пястных костей с применением короткой гипсовой повязки / И.Ю. Мигулева, Г.А. Семилетов

12. Егиазарян, К.А. Мониторинг эффективности мероприятий, проводимых в рамках государственной политики в сфере профилактики травматизма в России / К.А. Егиазарян, С.Н. Черкасов, Л.Ж. Атаева // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2016. – № 9–10. – С. 19–25.

13. Weinzweig, N., Gonzalez M. Metacarpal and Phalangeal Fractures / N. Weinzweig, M. Gonzalez // Hanley and Belfus, Inc, –Philadelphia, 1999. – 500 p

14. Hidetake Takigami, Hiroaki Sakano, Tomoyuki Saito- Internal fixation using a system of low-profile plates compared to fixation with Kirschner spines: clinical results of treatment of fractures of the metacarpal and phalangeal bones-2014

15. Shohei Omokawa 1, Retaro Fujitani, Yoshihiro Dohi, Takumi Okawa, Hiroshi Yajima Promising outcomes of comminuted periarticular fractures of the metacarpal bones and phalanges in the treatment using a titanium plate system-2008

16. Derek Daniel Reformat, Gabriela Garcia Nores, Gretl Lam Analysis of the results of metacarpal and phalangeal joint fixation methods at Bellevue Hospital

17. Serdar Kamil Cepni, Serkan Aykut, Taner Bekmezci, Ayhan Kilic Minimally invasive fixation technique for individual patients with a fracture of the fifth metacarpal bone-2016

18. Yuanshi She, Youjia Xu-2017 Treatment of fractures of the neck of the fifth metacarpal bone with an antegrade single elastic intramedullary pin

19. Christina M Beck, Elan Horesh, Peter J Taub Intramedullary screw fixation of metacarpal fractures leads to excellent functional results: literature review

20. Егиазарян, К.А. Анализ оказания специализированной медицинской помощи больным с повреждениями и заболеваниями кисти в городе Москве и пути ее оптимизации / К.А. Егиазарян, Д.А. Магдиев // Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. – 2012. – № 2. – С.8–12.7.

21. Шихалева, Н.Г. Лечение больных с закрытыми переломами дистального метаэпифиза пястных костей с применением чрескостного остеосинтеза / Н.Г. Шихалева, И.В. Чиркова // Тений ортопедии. –2009. – № 2. – С. 40–45.

22. Мигулева, И.Ю. Первый опыт лечения закрытых переломов пястных костей с применением короткой гипсовой повязки / И.Ю. Мигулева, Г.А. Семилетов, А.С. Мирзоян // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2002. – № 2. – С. 30

23. Валеев, В.В. Стабильный функциональный остеосинтез переломов костей кисти / В.В. Валеев, Д.В. Моисеев, С.А. Чистиченко и др. // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 52 – С. 15–16. [ Valeev, V.V. Stabil'ny'j funkcional'ny'j osteosintez perelomov kostej kisti / V.V. Valeev, D.V.

Moiseev, S.A. Chistichenko i dr. // Travmatologiya i ortopediya Rossii. – 2008. – № 52 – С. 15–16.]

## References:

1. Garala, K. The epidemiology of fractures of the scaphoid: impact of age, gender, deprivation and seasonality / K. Garala, N.A. Taub, J.J. Dias // Bone Joint J. – 2016. – Vol. 98-B. – № 5. – P. 654–659.

2. Garala, K. The epidemiology of fractures of the scaphoid: impact of age, gender, deprivation and seasonality / K. Garala, N.A. Taub, J.J. Dias // Bone Joint J. – 2016. – Vol. 98-B. – № 5. – P. 654–659.

3. Bernstein, M. Hand fractures and their management: an international view / M. Bernstein, K. Chun. // Injury. – 2006. – Vol. 37. – № 11. – P. 1043–1049.

4. Fominykh, A.A. Surgical tactics for injuries and diseases of the joints of the hand: Abstract dis. ... candidate of medical sciences: 14.00.22 / Fominykh Andrey Anatolyevich. - Novosibirsk; 1998. -- 22 p.

5. Chung, K. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States / K. Chung, S. Spilson // J Hand Surg Am. – 2001. – Vol. 26. – № 5. – P. 908–915.

6. Korshunov, V.F. Surgical treatment of the consequences of intra-articular injuries and diseases of the joints of the fingers of the hand / V.F. Korshunov, P.M. Kyriaku // Russian medical journal. - 2014. - T. 20. - No. 9. - P. 16–21.

7. Neverov, V.A. Basic principles of treatment of closed fractures of the tubular bones of the hand. Transplantation and implantation in surgery of large joints: Sat. scientific. works. N. Novgorod, 2000. - pp. 82–83.4. Valeev, V.V. Stable functional osteosynthesis of hand bone fractures / V.V. Valeev, D.V. Moiseev, S.A. Chistichenko et al. // Traumatology and Orthopedics of Russia. - 2008. - No. 52 - P. 15-16. [Valeev, V.V. Stabil'ny'j funkcional'ny'j osteosintez perelomov kostej kisti / V.V. Valeev, D.V. Moiseev, S.A. Chistichenko i dr. // Travmatologiya i ortopediya Rossii. - 2008. - No. 52 - S. 15-16.]

8. Yulov, V.V. Comminuted intra-articular fractures and their consequences: diagnosis, treatment, rehabilitation (Clinical and experimental study). Abstract dis. Doctor of Medical Sciences: 01/14/15 / Vladimir Vladimirovich Yulov. - Moscow, 2013. -- 47 p.

9. Zerdeji, M.I. Application of osteosynthesis with wires for open comminuted fractures of the phalanges and metacarpals / M.I. Zerdeji, I.N. Miguleva, I.P. Klyukvin / Doctor. - 2008. - No. 6. - P. 80–82.

10. Yeghiazaryan, K.A. Analysis of the provision of specialized medical care to patients with injuries and diseases of the hand in the city of Moscow and ways of its optimization / K.A. Egiazaryan, D.A. Magdiev // Bulletin of traumatology and orthopedics named after N.N. Priorov. - 2012. - No. 2. - P.8–12.7.

11. Obukhov, I.A. External fixation system in reconstructive and restorative surgery of the hand: Abstract dis. ... Doctors of medical sciences: 14.00.22 / Obukhov Igor Azarevich. - Perm, 2002. -- 40 p.

12. Miguleva, I.Yu. The first experience in the treatment of closed metacarpal fractures using a short plaster cast / I.Yu. Miguleva, G.A. Semiletov

13. Yeghiazaryan, K.A. Monitoring the effectiveness of measures carried out within the framework of state policy in the field of injury prevention in Russia / K.A. Yeghiazaryan, S.N. Cherkasov, L. Zh. Attaeva // Problems of standardization in health care. - 2016. - No. 9-10. - S. 19–25.

14. Weinzweig, N., Gonzalez M. Metacarpal and Phalangeal Fractures / N. Weinzweig, M. Gonzalez // Hanley and Belfus, Inc, –Philadelphia, 1999. – 500 p

15. Hidetake Takigami, Hiroaki Sakano, Tomoyuki Saito- Internal fixation using a system of low-profile plates compared to fixation with Kirschner spines: clinical results of treatment of fractures of the metacarpal and phalangeal bones-2014

16. Shohei Omokawa 1, Retaro Fujitani, Yoshihiro Dohi, Takumi Okawa, Hiroshi Yajima Promising outcomes of comminuted periarticular fractures of the metacarpal bones and phalanges in the treatment using a titanium plate system-2008

17. Derek Daniel Reformat , Gabriela Garcia Nores, Gretl Lam Analysis of the results of metacarpal and phalangeal joint fixation methods at Bellevue Hospital

18. Serdar Kamil Cepni , Serkan Aykut , Taner Bekmezci , Ayhan Kilic Minimally invasive fixation technique for individual patients with a fracture of the fifth metacarpal bone-2016

19. Yuanshi She , Youjia Xu-2017 Treatment of fractures of the neck of the fifth metacarpal bone with an antegrade single elastic intramedullary pin

20. Christina M Beck , Elan Horesh , Peter J Taub Intramedullary screw fixation of metacarpal fractures leads to excellent functional results: literature review

21. Yeghiazaryan, K.A. Analysis of the provision of specialized medical care to patients with injuries and diseases of the hand in the city of Moscow and ways of its optimization / K.A. Eghiazaryan, D.A. Magdiev // Bulletin of traumatology and orthopedics named after N.N. Priorov. - 2012. - No. 2. - P.8-12.7.

22. Shikhaleva, N.G. Treatment of patients with closed fractures of the distal metaepiphysis of the metacarpal bones using transosseous osteosynthesis / N.G. Shikhaleva, I. V. Chirkova // The genius of orthopedics. -2009. - No. 2. - P. 40-45.

23. Miguleva, I.Yu. The first experience in the treatment of closed metacarpal fractures using a short plaster cast / I.Yu. Miguleva, G.A. Semiletov, A.S. Mirzoyan // Bulletin of Traumatology and Orthopedics named. N.N. Priorov. - 2002. - No. 2. - P. 30

### Информация об авторах:

**Егiazарян Карен Альбертович** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФGAOY BO «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Островитянова, д. 1. г. Москва, 117997, Россия. E-mail: egkar@mail.ru

**Данилов Максим Александрович** – кандидат мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФGAOY BO «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, г. Россия. 117997, г. Россия. E-mail: md.danilov@gmail.com

**Ратьев Андрей Петрович** — доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФGAOY BO «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Островитянова, д. 1. Москва, 117997, Россия. E-mail: anratiev@gmail.com

**Бадриев Денис Айдарович** — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФGAOY BO «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Островитянова, д. 1. Москва, 117997, Россия. E-mail: ill1dan@mail.ru

**Казакон Кирилл Алексеевич** — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФGAOY BO «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Островитянова, д. 1. Москва, 117997, Россия. E-mail: kirillkazakov\_92@mail.ru

### Information about authors:

**Eghiazaryan K.A.**, MD, PhD, professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow Russia, e-mail egkar@mail.ru

**Danilov Maksim Aleksandrovich**, PhD in Medicine, Associate professor at the Department of Trauma, Orthopedics and Military Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; Moscow, Russian Federation, e-mail md.danilov@gmail.com

**Ratyev A.P.**, MD, PhD, professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow Russia, e-mail anratiev@gmail.com

**Badriev D.A.**, MD, assistant of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow Russia, e-mail: ill1dan@mail.ru

**Kazakov K.A.**, MD, assistant of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow Russia, e-mail: kirillkazakov\_92@mail.ru

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.84-92

УДК 617.3

© Давыдов Д.В., Аль-Ханих М. А., Брижань Л.К., Грицюк А.А., 2021

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ГЕЛЕЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЛОЖНЫХ СУСТАВОВ КОСТЕЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

ДАВЫДОВ Д.В.<sup>1,a</sup>, АЛЬ-ХАНИХ М.А.<sup>1,b</sup>, БРИЖАНЬ Л.К.<sup>1,c</sup>, ГРИЦЮК А.А.<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, 106094, г. Москва, Госпитальная площадь д. 3

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

### Резюме.

**Цель исследования** - улучшить результаты лечения атрофических ложных суставов костей верхних конечностей путем усиления регенераторного потенциала губчатого костного аутографта применением коллагенового гидрогеля.

**Материал и метод.** Проведено проспективное контролируемое одноцентровое исследование 27 пациентов мужского пола, средний возраст 29,6±7,5 лет, с ложными суставами костей верхних конечностей, образовавшиеся в результате хирургического лечения по поводу травм 18 (76,7%) пациентов и огнестрельных ранений 9 (33,3%). Пациентам выполняли накостный остеосинтез с костной аутопластикой кортикально-губчатым трансплантатом, в исследуемой группе с применением коллагенового гидрогеля. Исследовали клинические, рентгенологические и КТ признаки сращения кости, функциональный результат лечения (тестирование по шкалам).

**Результаты.** Клинические и рентгенологические признаки сращения ложного сустава при применении биогеля статистически значимо были меньше чем при стандартной костной аутопластике и составили 239,4±55,3 суток, во второй группе соответственно 299,74±67,9 суток (p=0,0023). При тестировании по шкалам DASH и SF-36 статистически значимой разницы выявлено не было.

**Вывод:** применение коллагенового гидрогеля в сочетании с губчатым костным аутографтом позволяет улучшить результаты лечения атрофических ложных суставов костей верхних конечностей сокращая сроки сращения на 20% (p=0,0023) с сохранением функционального результата лечения.

**Ключевые слова:** ложный сустав, лечение переломов и огнестрельных ранений верхних конечностей

### Для цитирования:

Давыдов Д.В., Аль-Ханих М.А., Брижань Л.К., Грицюк А.А., РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ГЕЛЕЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЛОЖНЫХ СУСТАВОВ КОСТЕЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ// Кафедра травматологии и ортопедии. 2021.№3(45). С.83-91

## RESULTS OF THE APPLICATION OF BIODEGRADABLE GELS IN THE TREATMENT OF PSEUDOARTHROSIS OF THE BONES OF THE UPPER LIMBS

DAVYDOV D.V.<sup>1,a</sup>, BRIZHAN L.K.<sup>1,b</sup>, AL-HANIH M.A.<sup>1,c</sup>, GRITSYUK A.A.<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution «Main Military Clinical Hospital named after Academician N.N. Burdenko» of the Ministry of defense of the Russian Federation, 3 Hospitalnaya Ploshchad, 106094, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) 8 bld. 2 Trubetskaya st., 119991 Moscow, Russian Federation e-mail: rektorat@sechenov.ru

### Summary.

The aim of the study was to improve the results of treatment of atrophic pseudoarthrosis of the upper limb bones by enhancing the regenerative potential of cancellous bone autograft using collagen hydrogel.

**Material and method.** A prospective, controlled, single-center study of 27 male patients, mean age 29.6 ± 7.5 years, with false joints of the upper limb bones, formed because of surgical treatment for injuries in 18 (76.7%) patients and gunshot wounds in 9 (33, 3%). Patients underwent external osteosynthesis with a cortical-cancellous bone graft, in the study group with the use of collagen hydrogel. Clinical, radiological and CT signs of bone fusion, functional outcome of treatment (testing according to scales) were investigated.

<sup>a</sup> E-mail: [dvdavydov@yandex.ru](mailto:dvdavydov@yandex.ru)

<sup>b</sup> E-mail: [alhaniamurad@gmail.com](mailto:alhaniamurad@gmail.com)

<sup>c</sup> E-mail: [brizhan.leonid@mail.ru](mailto:brizhan.leonid@mail.ru)

<sup>d</sup> E-mail: [drgaamma@gmail.com](mailto:drgaamma@gmail.com)

**Results.** Clinical and radiological signs of pseudarthrosis fusion with the use of biogel were statistically significantly less than with standard bone autoplasmic and amounted to  $239.4 \pm 55.3$  days, in the second group, respectively,  $299.74 \pm 67.9$  days ( $p = 0.0023$ ). When tested on the DASH and SF-36 scales, there was no statistically significant difference.

**Conclusion:** the use of collagen hydrogel in combination with a cancellous bone autograft improves the results of treatment of atrophic pseudoarthrosis of the upper limb bones, reducing the fusion time by 20% ( $p = 0.0023$ ) while maintaining the functional outcome of the treatment.

**Key words:** pseudarthrosis, treatment of fractures and gunshot wounds of the upper extremities.

#### For quoting:

Davydov D.V., Al-hanih M.A., Brizhan L.K., Gritsyuk A.A., RESULTS OF THE APPLICATION OF BIODEGRADABLE GELS IN THE TREATMENT OF PSEUDOARTHROSIS OF THE BONES OF THE UPPER LIMBS Department of Traumatology and Orthopedics. 2021. №3(45). pp.83-91

#### Введение

Несмотря на успехи в лечении переломов такие осложнения как замедленная консолидация и ложные суставы даже при низко энергетических повреждениях и закрытых переломах встречаются до 5% случаев [1]. При повреждениях верхних конечностей частота данных осложнений не уменьшается [2]. Потому вопросы анализа и прогнозирования факторов влияющих на репаративную регенерацию костной ткани остаются актуальными, учитывая экономические аспекты данной проблемы [3, 4]. При лечении огнестрельных ранений конечностей замедленная консолидация перелома, ложные суставы, дефекты кости наблюдаются у 6–9% раненых [5, 6].

С момента внедрения компрессионно-дистракционного метода Г.А. Илизарова в клиническую практику травматологии, данный метод является «золотым стандартом и эталоном» лечения ложных суставов, его эффективность достигает по данным некоторых авторов 97,7–100% [7, 8].

Другим методом лечения ложных суставов или нарушения регенерации является напряженный остеосинтез [9] или свободная костная аутопластика, которые при определенных условиях дают неплохие результаты [10]. В более тяжелых случаях применяют методы свободной или несвободной васкуляризированной костной пластики на питающих сосудах, которые повышают регенераторные возможности кости. Таких трансплантатов предложено большое количество в зависимости от локализации и особенностей кровоснабжения зоны повреждения [11, 12].

Однако сложность и трудоемкость данных методов, длительность лечения, а не редко неудовлетворительный функциональный результат восстановления дефекта костной ткани, высокий уровень осложнений заставляют искать новые методы реабилитации раненых и пострадавших с различными нарушениями репаративной остеорегенерации [13, 14].

Одним из перспективных направлений последних лет является тканевая инженерия, задачей которой состоит в разработке оптимального пластического материала и создание тканевых биоинженерных конструкций (скаффолдов), которые позволят не только замещать дефекты кости, но и стимулировать, эффективно управлять процессами регенерации костной ткани. В этих целях часто используют следующие материалы: природные полимеры или биомиметики (коллаген, целлюлоза, фибронектин, хитозан, агароза) [15-17]; синтетические полимеры – полилактид, или другие био-разлагаемые полиэфиры [18-21]; биокерамику (гидроксиапатит, трикальций фосфат) [22, 23]; и комбинации этих материалов [24]. Одним из таких биомиметиков является коллагеновый гидрогель стерильный биопластический коллагеновый материал нового поколения с полностью сохраненной нативной структурой, пред-

ставляет собой коллаген I типа (полученный из кожи молодого крупного рогатого скота), который близок по биохимическому составу и структуре к человеческому коллагену и характеризуется высокими показателями стабильности, являясь матрицей для направленной тканевой регенерации.

**Цель** исследования - улучшить результаты лечения атрофических ложных суставов костей верхних конечностей путем усиления регенераторного потенциала губчатого костного ауто-трансплантата применением коллагенового гидрогеля.

#### Материалы и методы

Проспективное контролируемое одноцентровое исследование проводилось с 2015 по 2019 годы, включено в исследование 27 пациентов с ложными суставами костей верхних конечностей, все пациенты мужского пола, средний возраст  $29,6 \pm 7,5$  лет, без серьезной сопутствующей патологии по шкале Американского общества анестезиологов (ASA I-II). Ложные суставы были гипотрофического и атрофического типа, без потери костной массы, по сегментам были распределены следующим образом: ключица 12 (44,5%), плечевая кость 6 (22,2%) и кости предплечья 9 (33,3%). Средняя продолжительность лечения от момента травмы до госпитализации составил  $357,1 \pm 78,1$  суток. Травмы имели место у 18 (76,7%) пациентов, огнестрельные ранения 9 (33,3%), в структуре травм преобладали низкоэнергетические: бытовые и спортивные 13 (48,1%), высокоэнергетические: ДТП – 4 (14,8%), кататравма 1 (3,7%), среди огнестрельных ранений пулевые 6 (22,2%) и осколочные 3 (11,1%). Все переломы были закрытые (типа В и С по классификации АО), огнестрельные имели оскольчатый характер, при этом дефектов мягких тканей верхних конечностей не было, переломы при политравме были у 9 (33,3%) пострадавших. До поступления в госпиталь все пациенты были оперированы ранее, остеосинтез выполняли АВФ 6, на костный остеосинтез 17 интрамедуллярный 4 (14,8%), повторные операции были у 21 (77,8%) пациента: удаление металлоконструкций – 15 (55,6%), повторный остеосинтез – 2 (7,4%), костно-пластические операции – 4 (14,8%).

**Критерии включения:** пациенты обоего пола с гипотрофическими и атрофическими ложными суставами средней трети диафиза костей верхних конечностей. **Критерии невключения:** внутрисуставные переломы, гипертрофические и инфицированные ложные суставы, циркулярные дефекты кости и мягких тканей, наличие сопутствующих заболеваний (ASA III и выше), повреждение нервов, отказ от участия в исследовании. **Критерии исключения:** инфекционные осложнения, недоступность пациента или отказ от участия в исследовании.

При поступлении и отбора пациентов по критериям включения и невключения, пациентам предлагалась операция на костно-

го остеосинтеза с костной аутопластикой (фрагмент крыла подвздошной кости с кортикальной костью (16–59,3%) или губчатый (11–40,7%). Далее пациентам, отобранным хаотично для применения гидрогеля (через одного), объясняли его строение, необходимость и цель применения, при наличии добровольного согласия включали в основную группу исследования, при несогласии исключали из исследования. У всех пациентов получено информированное согласие на проводимое исследование, одобренное локальным этическим комитетом ГВКГ им. Н.Н. Бурденко (протоколы № 193 от 29.04.2017 г. и № 219 от 18.09.2019 г.).

В обеих подгруппах применяли внутренний накостный остеосинтез и пластику области ложного сустава аутотрансплантатом из гребня крыла подвздошной кости, в основной группе применяли коллагеновый гидрогель «КОЛЛОСТ®» производства ООО «БиоФАРМАХОЛДИНГ», в качестве биомиметика внеклеточного матрикса. В ходе операции удаляли рубцовые ткани в межотломковой зоне (резекция ложного сустава) с одновременным удалением склерозированных участков раневой поверхности костных отломков. При необходимости усиления прочностных качеств трансплантата сохраняли кортикальную пластинку подвздошной кости, по ходу операций особое внимание уделяли сохранению (или восстановлению) длины, оси и ротации сегмента. Аутотрансплантаты укладывали в область ложного сустава, перекрывая отломки, при этом добиваясь плотного контакта между ними и реципиентным ложем, в некоторых случаях укрепляли винтами. При этом вокруг зоны ложного сустава и аутотрансплантата в мягких тканях формировали карман, на участки губчатой аутокости, дистальный и проксимальный отломки, равномерным слоем наносили коллагеновый гидрогель, после чего «карман» ушивали. В послеоперационном периоде пациентам обеих групп конечности иммобилизировали косыночной повязкой. Функциональную нагрузку на верхнюю конечность разрешали в ранние сроки в дозированной режиме. Протокол послеоперационного ведения пациентов в обеих группах был одинаковым.

Таблица 1

## Распределение пациентов по группам

|   | Группы пациентов |                   | Всего<br>n=27 | P**     |
|---|------------------|-------------------|---------------|---------|
|   | Основная<br>n=12 | Сравнения<br>n=15 |               |         |
| Средний возраст (лет)                               | 28,9±8,3*        | 29,9±7,7          | 29,6±7,5      | 0,725   |
| ASA I: II   | 9:3              | 10:5              | 19:8          | 0,163   |
| Сегмент (n, %):                                     |                  |                   |               |         |
| Ключица   | 6(22,2%)         | 6(22,2%)          | 12(44,4%)     | сзро*** |
| Предплечье  | 3(11,1%)         | 6(22,2%)          | 9(33,3%)      | сзро*** |
| Плечо   | 3(11,1%)         | 3(11,1%)          | 6(22,2%)      | сзро*** |
| Средняя длительность предшествующего лечения (сут.) | 355,4±76,2       | 359,1±80,5        | 357,7±78,1    | 0,065   |

\* - среднее значение ±среднеквадратичное отклонение;

\*\* - p&lt;0.05

\*\*\*сзро - статистически значимая разница отсутствует

Результаты лечения оценивали по трем критериям: клинические признаки сращения (боль и физиологическая осевая нагрузка); рентгенологические и КТ признаки сращения (оценка костной мозоли и щели между отломками), функциональный результат лечения (клинический и тестирование по шкалам).

Для всех пациентов применяли опросник SF-36 (максимальная положительная оценка 100 баллов за 10 пунктов). Для пострадавших с патологией верхней конечности – по двум разделам опросника «Оценка исходов при нарушении функции руки, плеча, кисти (DASH Outcome Measure, USA Institute for a Work&Health). Максимальная сумма баллов в первом разделе 150, во втором –20; минимальная – 30 и 4 соответственно. Результаты данного теста интерпретировали согласно инструкции: отличные и хорошие –от 30 до 49 баллов, удовлетворительные – от 50 до 74 баллов, неудовлетворительные – от 75 до 100 баллов.

Статистическая обработка.

Для описания количественных переменных использовали средние значения и стандартные отклонения в виде  $M \pm S$ . Сопоставление двух групп по числовым переменным проводили при помощи непараметрического метода Манна–Уитни. Статистическую значимость различий групп для бинарных и номинальных показателей определяли при помощи критерия Хи-квадрат Пирсона в случае независимых выборок и при помощи непараметрической ранговой корреляции по Спирмену. Анализ динамики показателей для сопоставления двух периодов осуществляли на основе непараметрического метода Уилкоксона. Для исследования влияния сразу нескольких независимых показателей на зависимую использовали многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA). Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне 0,05. Статистическую обработку данных выполняли при помощи пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics 22.

## Результаты

Сращение ложного сустава (по клиническим и рентгенологическим признакам) при применении биогеля было быстрее ( $239,4 \pm 55,3$  суток) чем при стандартной костной аутопластике ( $299,74 \pm 67,9$  суток) статистически значимо ( $p=0,0023$ ), что представлено на диаграмме 1.

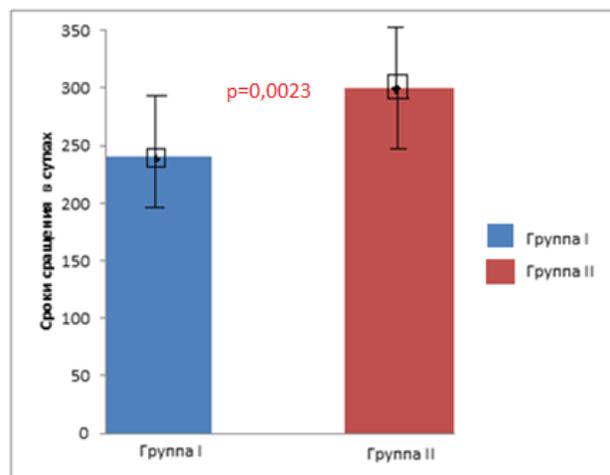


Диаграмма 1. Сроки сращения ложных суставов костей верхних конечностей в группах.

При тестировании по шкале DASH в первой группе результаты на сроках в 1 и 3 месяца были статистически значимо лучше, на более поздних сроках достоверной разницы отмечено не было, диаграмма 2.

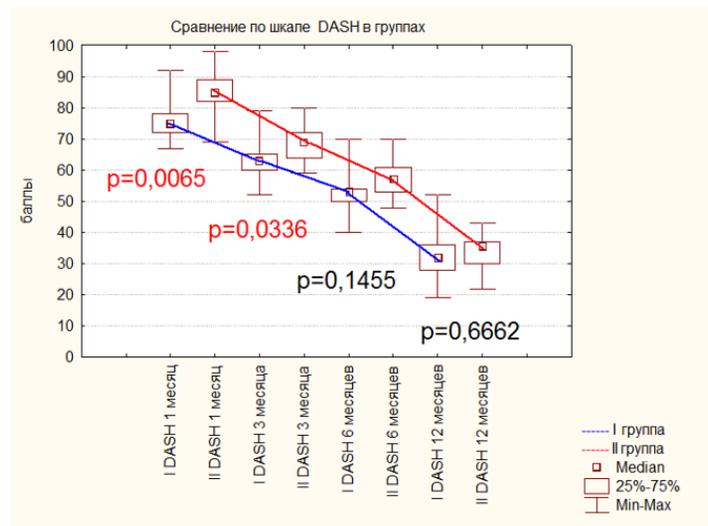


Диаграмма 2. Динамика результатов по шкале DASH в группах после операции.

Тестирование по шкале SF-36 показало меньше различий показателей, но статистическая разница была отмечена на ранних сроках исследования при следующих критериях: это боль, физическое, ролевое и социальное функционирование, на поздних сроках статистической разницы отмечено не было, результаты представлены на диаграмме 3.

Клинический пример иллюстрирующий применение биогеля пациентка С, 56 лет, получила закрытый оскольчатый перелом локтевого отростка со смещением отломков, многооскольчатый перелом головки лучевой кости левого предплечья (Рисунок 1). выполнен остеосинтез локтевого отростка по Веберу и резекция головки лучевой кости (Рисунок 2). Через 6 месяцев после операции отмечается выраженный болевой синдром, контрактура локтевого сустава, при рентгенографии диагностирован атрофический ложный сустав левого локтевого отростка (Рисунок 3). Выполнено удаление металлоконструкций, иссечение рубцовых тканей и пластика области ложного сустава костным аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости. Трансплантат плотно внедрен в проксимальный и дистальный отломки локтевого отростка, на трансплантат и костные отломки нанесен биогель, которые укрыты мягкими тканями (Рисунок 4).

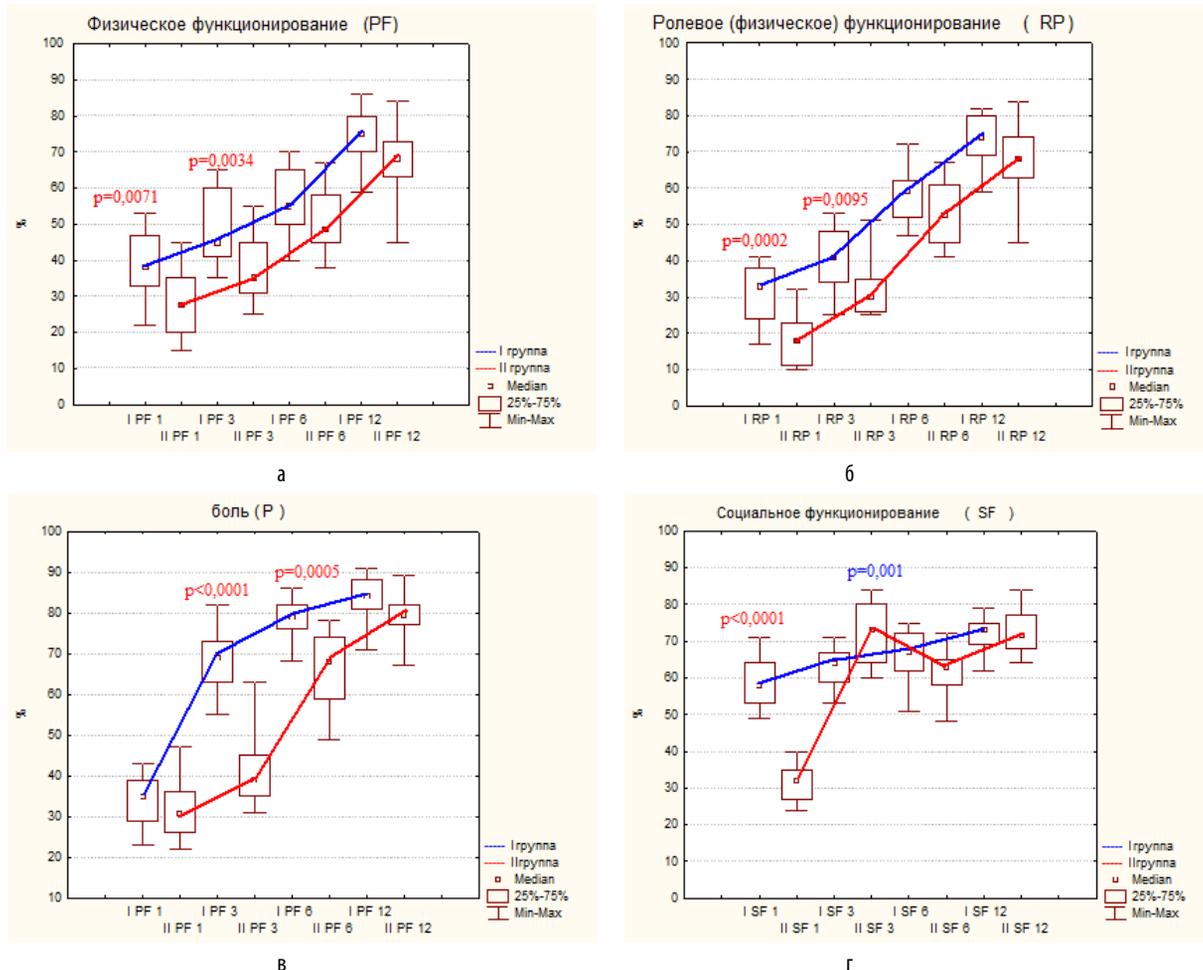
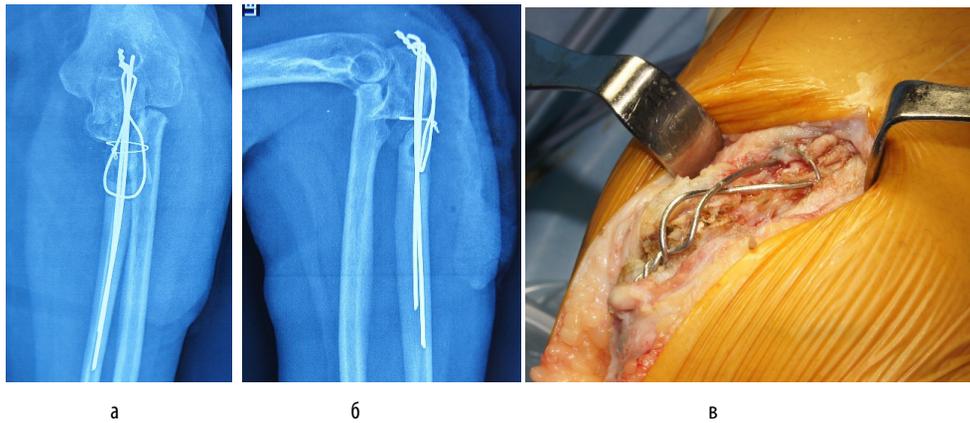


Диаграмма 3. Динамика показателей по шкале SF-36 по группам пациентов после операции: а- физическое функционирование, б- ролевое функционирование, в- боль, г социальное функционирование.



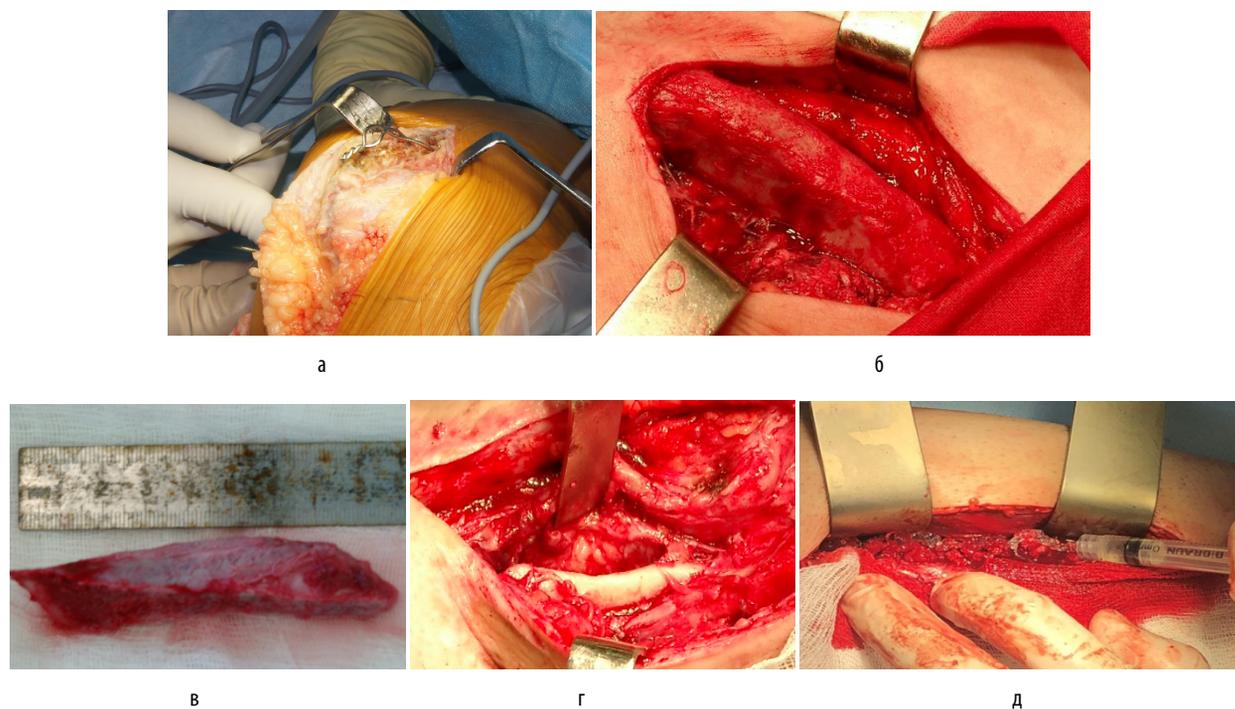
**Рисунок 1.** А - рентгенограмма пациентки С., б – вид локтевого сустава перед операцией.



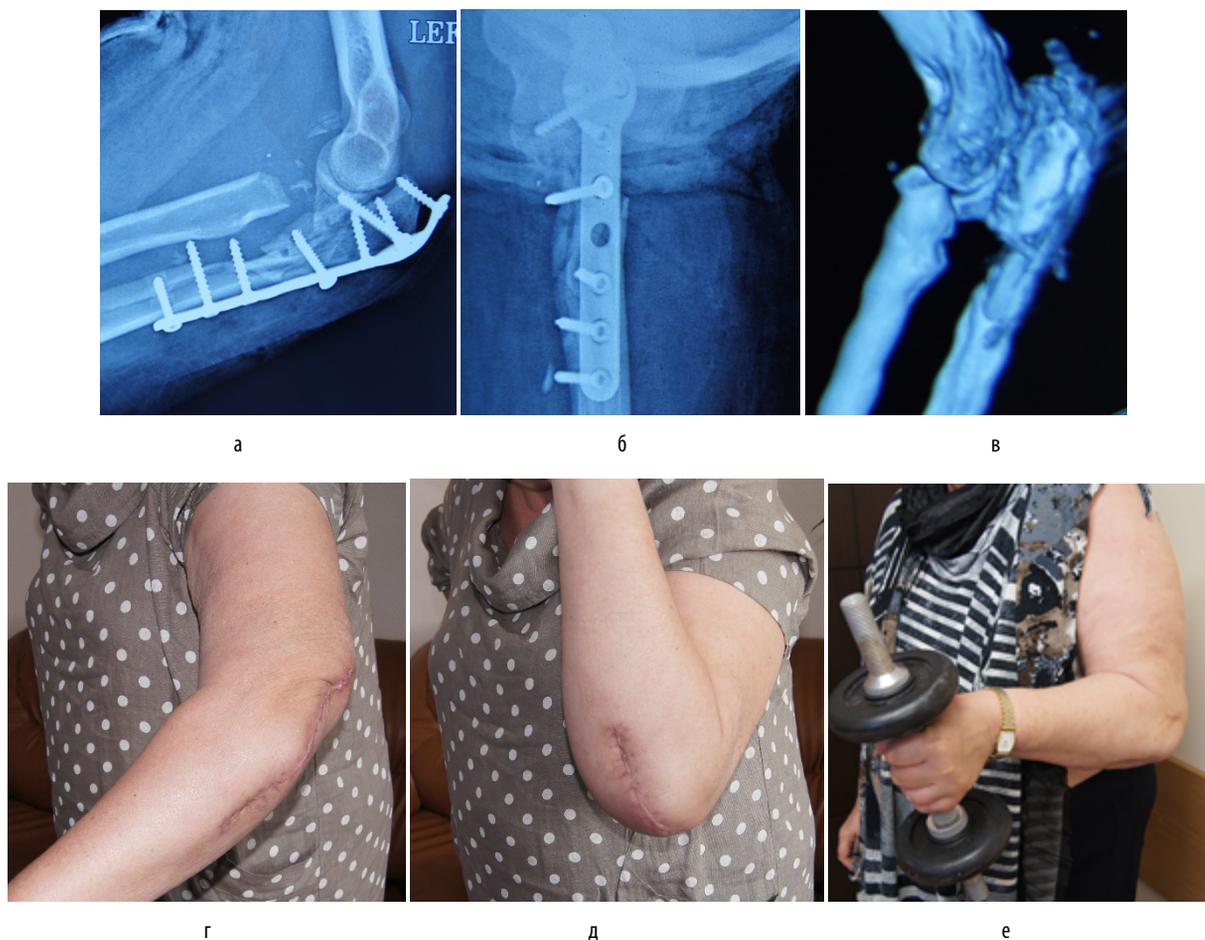
**Рисунок 2.** А-б – рентгенограммы пациентки С., в- вид раны - остеосинтез по Веберу.



**Рисунок 3.** Пациентка С. через 6 мес. после остеосинтеза локтевого отростка по Веберу: А-б – рентгенограммы локтевого сустава: ложный сустав локтевого отростка, в-г вид конечности и объем движений в локтевом суставе.



**Рисунок 4.** Пациентка С., интраоперационная картина: а- удаление проволоки, б- выделение гребня подвздошной кости, в – вид трансплантата, г – трансплантат внедрен в область ложного сустава, вдоль него полость заполняемая биогелем (д).



**Рисунок 5.** Пациентка С., через 8 мес. после пластики; а-б рентгенограммы локтевого сустава, в - 3D КТ реконструкция; г-д вид конечности и е- функциональный результат.

Далее выполнен остеосинтез локтевого отростка пластиной. Проведен курс восстановительной реабилитации и через 8 мес. диагностированы сращение локтевой кости и восстановлена функция левого локтевого сустава: SF-36 89 баллов; DASH – 38 баллов. (Рисунок 5).

### Обсуждение

Процесс интеграции живой ткани организма с пластическим материалом отличается в зависимости от его состава и физико-химических свойств. Неорганические имплантаты интегрируются в кость за счет адсорбции на их поверхности ионов и протеинов с последующим формированием биопленки и адгезией клеток [19, 25]. Органические имплантаты интегрируются в кость и замещают дефект ткани за счет прорастания сосудов вглубь ткани имплантата. Такой механизм интеграции, основанный на постепенном замещении имплантата нативной тканью, является наиболее предпочтительным, поэтому использование тканеинженерных конструкций на основе природных полимеров (биомиметиков) является перспективным направлением биоинженерии [17, 23].

Органический компонент костной ткани составляет 45% от всего объема кости и состоит из коллагена (85–90 %), поэтому наличие коллагена в матрице тканеинженерной конструкции будет стимулировать остеорепарацию. Коллаген полимеризуясь образует белковые сферические тела, которые вступают во взаимодействие между собой и образуют прочную полимерную матрицу с 3D-объемной формой. Такая матрица способна менять свою консистенцию от жидкой до желеобразной без нарушения решетчатой структуры, что стимулирует прорастание сосудов, при этом в нормальном состоянии имеет гелеобразную, удобную для использования форму [19, 22, 25, 26].

Вышеописанные свойства гидрогелей придают матрице стабильность и контролируемую резорбцию, а природная биоактивность коллагена способствует неоангиогенезу и пролиферации клеток с остеогенным потенциалом [17, 21, 23].

Для усиления биоактивных свойств материала, а также для внедрения в конструкцию колонии остеогенных клеток авторы уже использовали губчатый аутоотрансплантат из крыла подвздошной кости [27].

Губчатая аутокость обладает отличными индуктивными и кондуктивными свойствами, но быстро резорбируется, не успев обеспечить сращение ложного сустава. Применение предлагаемой в исследовании модели тканеинженерной конструкции, состоящей из скаффолда (коллагеновый гидрогель), остеогенной клеточной колонии (губчатая аутокость) с биологически активными веществами (фибрилярные белки, гликозаминогликаны, многочисленные растворимые факторы в области операционной раны), доказывает свою способность к оптимизации репаративной остеорегенерации, что проявилось в ускорении сращения ложного сустава [28]. Однако ввиду особенностей данного исследования (малой выборки, отсутствие рандомизации) факты успешного функционирования тканеинженерной конструкции с матрицей из коллагенового гидрогеля требуют дальнейшего исследования.

**Вывод:** применение коллагенового гидрогеля в сочетании с губчатым костным аутоотрансплантатом позволяет улучшить результаты лечения атрофических ложных суставов костей верхних конечностей сокращая сроки сращения на 20% ( $p=0,0023$ ) с сохранением функционального результата лечения.

**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. Raven T.F, Moghaddam A., Ermisch C., Westhauser F, R. Heller, T. Bruckner, G. Schmidmaier. Use of Masquelet technique in treatment of septic and atrophic nonunion, Injury (2019), <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.06.018>
2. Matar HE, Ali AA, Buckley S, Garlick NI, Atkinson HD. Surgical interventions for treating fractures of the olecranon in adults (Review) The Cochrane Library 2014, Issue 11, 50 стр. <http://www.thecochranelibrary.com>
3. Килимнюк Л.А. Прогнозирование нарушения сращения переломов на основании анализа факторов риска детерминированных особенностями пациента//Украинский научно-медицинский молодежный журнал. 2017. № 3 (103). С. 20–24. [Kilimnyuk L.A. Prognozirovanie narusheniya srashcheniya perelomov na osnovanii analiza faktorov riska determinirovaniykh osobennostyami patsienta//Ukrainskii nauchno-meditsinskii molodezhnyi zhurnal. 2017. № 3 (103). p. 20–24.]
4. Хоминец В.В., Тегза В.Ю., Фоос И.В., Пугаев Э.М. Сравнительный анализ экономических затрат на лечение пациентов, страдающих неинфекционными осложнениями внутреннего остеосинтеза//Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2020. № 4 (72). С. 156–160.
5. Penn-Barwell JG, Roberts SAG, Midwinter MJ, Bishop JRB. Improved survival in UK combat casualties from Iraq and Afghanistan 2003-2012. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2015; 78(5): 1014-1020. [Khominet V.V., Tegza V.Yu., Fоos I.V., Pugaev E.M. Sravnitel'nyi analiz ekonomicheskikh zatrat na lechenie patsientov, stradayushchikh neinfektsionnyimi oslozhneniyami vnutrennego osteosinteza//Vestnik Rossiiskoi Voенno-meditsinskoi akademii. 2020. № 4 (72). p. 156–160]
6. Schweizer MA, Janak JC, Graham B. Nonfatal motor vehicle related injuries among deployed US Service members: characteristics, trends, and risks for limb amputation. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2019; 87(4): 907-914.
7. Илизаров Г.А., Шевцов В. И. Бескровный компрессионно-дистракционный остеосинтез при лечении ложных суставов плечевой кости//Военно-медицинский журнал. 1974. Т. 295. № 6. С. 27–31. [Ilizarov G.A., Shevtsov V. I. Beskrovnyi kompressionno-distraktsionnyi osteosintez pri lechenii lozhnykh sustavov plechevoi kosti//Voенno-meditsinskii zhurnal. 1974. T. 295. № 6. p. 27–31.]
8. Соколова М. Н. Лечение больных с дефектами и ложными суставами костей предплечья методом чрезкостного остеосинтеза//Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Рос. науч. центр «Восстанов. травматология и ортопедия» им. Г.А. Илизарова. Курган, 2011, 24 стр. [Sokolova M. N. Lechenie bol'nykh s defektami i lozhnymi sustavami kostei predplech'ya metodom chrezkostnogo osteosinteza//Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata meditsinskikh nauk / Ros. nauch. tsentr «Vosstanov. travmatologiya i ortopediya» im. G.A. Ilizarova. Kurgan, 2011, 24 p.]

9. Ткаченко С. С., Гайдуков В.М. Компрессионный остеосинтез при лечении ложных суставов костей предплечья// Ортопедия, травматология и протезирование №2, 1991. С. 16–20. [Tkachenko S. S., Gaidukov V.M. Kompressionnyi osteosintez pri lechenii lozhnykh sustavov kostei predplech'ya// Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye №2, 1991. p. 16–20.]
10. Jaloux C., Bettex Q., Levadoux M. et al., Free vascularized medial femoral condyle corticoperiosteal flap with non-vascularized iliac crest graft for the treatment of recalcitrant clavicle non-union, *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.03.018>
11. Маликов М. Х., Курбанов У. А., Давлатов А.А. Пересадка васкуляризированных костных трансплантатов при травматических дефектах и ложных суставах верхней конечности //Новости хирургии. 2012. Т. 20. № 5. С. 82–90. [Malikov M. Kh., Kurbanov U. A., Davlatov A.A. Peresadka vaskulyarizirovannykh kostnykh transplantatov pri travmaticheskikh defektakh i lozhnykh sustavakh verkhnei konechnosti //Novosti khirurgii. 2012. T. 20. № 5. S. 82–90.]
12. Гайворонский И.В., Губочкин Н.Г., Микитюк С.И., Родионов А.А., Горячева И. А. Анатомические обоснования формирования костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке в нижней трети предплечья и возможностей их перемещения//Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2016. № 3 (55). С. 129–134. [Gaivoronskii I.V., Gubochkin N.G., Mikityuk S.I., Rodionov A. A., Goryacheva I. A. Anatomicheskie obosnovaniya formirovaniya kostnykh transplantatov na myshechno-sosudistoi nozhke v nizhnei treti predplech'ya i vozmozhnostei ikh peremeshcheniya//Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii. 2016. № 3 (55). p. 129–134.]
13. Казарезов М.В., Королева А. М., Бауэр И. В., Головнев В. А. Реабилитация больных с инфицированными тканевыми дефектами и псевдоартрозами. Новосибирск: НГМА, 2004. 250 с. [Kazarezov M.V., Koroleva A. M., Bauer I. V., Golovnev V. A. Reabilitatsiya bol'nykh s infitsirovannymi tkanevymi defektami i psevdouartrozami. Novosibirsk: NGMA, 2004. 250 s.]
14. Азизов М. Ж., Абдулхаков Н.Т., Рахимов А. М. Хирургические методы лечения ложных суставов костей предплечья//Врач-аспирант. 2013. Т. 57. № 2.2. С. 245–249. [Azizov M. Zh., Abdulkhakov N.T., Rakhimov A. M. Khirurgicheskie metody lecheniya lozhnykh sustavov kostei predplech'ya//Vrach-aspirant. 2013. T. 57. № 2.2. p. 245–249.]
15. Агапова О. И., Ефимов А.Е., Мосейнович М.М., Богуш В.Г., Агапов И. И. Сравнительный анализ трехмерной наноструктуры пористых биодеградируемых матрикс из рекомбинантного спидроина и фибрина шелка для регенеративной медицины //Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2015. Т. XVII, № 2. С. 37–44. [Agarova O. I., Efimov A.E., Moseynovich M.M., Bogush V.G., Agapov I. I. Sravnitel'nyi analiz trekhmernoii nanostrukturnykh poristykh biodegradiruemykh matriksov iz rekombinantnogo spidroina i fibroina shelka dlya regenerativnoi meditsiny //Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov. 2015. T. XVII, № 2. p. 37–44.]
16. Севастьянов В. И. Технологии тканевой инженерии и регенеративной медицины //Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2014. Т. XVI, № 3. С. 93–108. [Sevast'yanov V. I. Tekhnologii tkanevoi inzhenerii i regenerativnoi meditsiny //Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov. 2014. T. XVI, № 3. p. 93–108.]
17. Севастьянов В. И. Клеточно-инженерные конструкции в тканевой инженерии и репаративной медицине //Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2015. Т. XVII, № 2. С. 127–130. [Sevast'yanov V. I. Kletочно-inzhenernye konstruksii v tkanevoi inzhenerii i reparativnoi meditsine //Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov. 2015. T. XVII, № 2. p. 127–130.]
18. Sheikh FA, Ju HW, Moon BM, Lee OJ, Kim JH, Park HJ, et al. Hybrid scaffolds based on PLGA and silk for bone tissue engineering. *Journal of tissue engineering and regenerative medicine*. 2016; 10(3): 209–221. DOI: 10.1002/term.1989.
19. Wong SW, Lenzini S, Bargi R, Feng Z, Macaraniag C, Lee JC, et al. Controlled deposition of 3D matrices to direct single cell functions. *Adv Sci (Weinh)*. 2020; 7(20): 2001066. DOI: 10.1002/adv.202001066.
20. Hasany M, Thakur A, Taebnia N, Kadumudi FB, Shahbazi MA, Pierchala MK, et al. Combinatorial screening of nanoclay-reinforced hydrogels: a glimpse of the «Holy Grail» in orthopedic stem cell therapy? *ACS Appl Mater Interfaces*. 2018; 10(41): 34924–34941. DOI: 10.1021/acsami.8b11436.
21. Xin S, Gregory CA, Alge DL. Interplay between degradability and integrin signaling on mesenchymal stem cell function within poly(ethylene glycol) based microporous annealed particle hydrogels. *Acta Biomater*. 2020; 101: 227–236. DOI: 10.1016/j.actbio.2019.11.009.
22. Кузнецова Д. С., Тимашев П. С., Баграташвили В.Н., Загайнова Е.В. Костные имплантаты на основе скаффолдов и клеточных систем в тканевой инженерии (обзор) //Современные технологии в медицине. 2014. Т. 6, № 4. С. 201–212. [Kuznetsova D. S., Timashev P. S., Bagratashvili V.N., Zagainova E. V. Kostnye implantaty na osnove skaffoldov i kletochnykh sistem v tkanevoi inzhenerii (obzor) //Sovremennye tekhnologii v meditsine. 2014. T. 6, № 4. p. 201–212.]
23. Остеоинтеграция биоактивных имплантов при лечении переломов длинных трубчатых костей: учебное пособие /под ред. Попкова А. В.; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. 304 с. [Osteointegratsiya bioaktivnykh implantov pri lechenii perelomov dlinnykh trubchatykh kostei: uchebnoe posobie /pod red. Popkova A. V.; Tomskii politekhnicheskii universitet. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2017. 304 p.]
24. Gandhimathi C, Venugopal JR, Tham AY, Ramakrishna S, Kumar SD. Biomimetic hybrid nanofibrous substrates for mesenchymal stem cells differentiation into osteogenic cells. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015; 49: 776–785. DOI: 10.1016/j.msec.2015.01.
25. Balasubramanian P, Prabhakaran MP, Sireesha M, Ramakrishna S. Collagen in human tissues: structure, function, and biomedical implications from a tissue engineering perspective. *Advances in Polymer Science*. 2013; 251: 173–206.
26. Lenzini S, Bargi R, Chung G, Shin JW. Matrix mechanics and water permeation regulate extracellular vesicle transport. *Nat Nanotechnol*. 2020; 15(3): 217–223. DOI: 10.1038/s41565-020-0636-2.
27. Чирва Ю.В., Бабич М. И., Аль-Ханих Мурад. Репаративная регенерация дефекта кости при помощи скаффолд-технологий у онкоортопедического больного (клинический случай) //Тени и Клетки. 2020. Т. 15, № 3. С. 71–77.
28. Давыдов Д. В., Чирва Ю.В., Брижань Л.К., Бабич М. И., Федulichев П.Н., Аль-Ханих М.А. Перспективный метод восстановления костной ткани у пострадавших с тяжелыми нарушениями остеорегенерации (опыт клинического применения скаффолд-технологий) //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2021. № 1, С. 41–50. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10005. [Davydov D. V., Chirva Yu.V., Brizhan' L.K., Babich M. I., Fedulichев P.N., Al'-Khanikh M.A. Perspektivnyi metod vosstanovleniya kostnoi tkani u postradavshikh s tyazhelymi narusheniyami osteoregeneratsii (opyt klinicheskogo primeniya skaffold-tekhnologii) //POLITRAVMA / POLYTRAUMA. 2021. № 1, S. 41–50. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10005.]

### Информация об авторах:

**Давыдов Денис Владимирович** - доктор медицинских наук, профессор, начальник госпиталя ФГБУ «ГВКГ им. академика Н.Н. Бурденко» г. Москва, Россия, e-mail: [dvdavydov@yandex.ru](mailto:dvdavydov@yandex.ru)

**Брижань Леонид Карлович** - доктор медицинских наук, профессор, начальник центра травматологии и ортопедии ФГБУ «ГВКГ им. академика Н.Н. Бурденко» г. Москва, Россия, e-mail: [brizhan.leonid@mail.ru](mailto:brizhan.leonid@mail.ru)

**Аль-Ханих Мурад Абдулла** - аспирант кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия, e-mail:alhaniamurad@gmail.com;

**Грицюк Андрей Анатольевич** - доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФGAOY BO Первый MГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), e-mail:drgamma@gmail.com;

#### **Information about authors:**

**Davydov Denis Vladimirovich** is Doctor of Medical Sciences, professor, chief of hospital Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Moscow, Russia.

**Brizhan Leonid Karlovich.** is Doctor of Medical Sciences, professor, chief of traumatology and orthopedics center Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Moscow, Russia

**Al-hanihMuradAbdulla** postgraduate at department of traumatology and orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

**Gritsyuk Andrey Anatolyevich** is Doctor of Medical Sciences, professor at Department of traumatology, orthopedics and disaster surgery